



Juliane Gottmann

Produktions- controlling

Wertströme und Kosten optimieren



Springer Gabler

Produktionscontrolling

Juliane Gottmann

Produktionscontrolling

Wertströme und Kosten optimieren



Springer Gabler

Juliane Gottmann
Oberhaching, Deutschland

ISBN 978-3-658-01950-1
DOI 10.1007/978-3-658-01951-8

ISBN 978-3-658-01951-8 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnetet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Gabler
© Springer Fachmedien Wiesbaden 2016
Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.
Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.
Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Gedruckt auf säurefrei und chlorfrei gebleichtem Papier.

Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media (www.springer.com)

Geleitwort

Globale Produktionsketten, kurze Lieferzeiten und eine wachsende Marktdynamik zwingen Industrieunternehmen zur ständigen Anpassung an neue Anforderungen. Doch wie soll man den Überblick in den immer komplexeren Abläufen behalten? Produktion und Logistik sind heutzutage geprägt von Kundenorientierung und einem hohen Bedarf an Flexibilität. Dadurch entsteht eine variantenreiche Fertigung meist kleiner Losgrößen, die eine immer stärkere Orientierung an den Wertschöpfungsprozessen erfordert.

Methoden der schlanken Unternehmensgestaltung helfen Betrieben dabei, Verschwendungen zu eliminieren und sich auf den innerbetrieblichen Wertzuwachs zu konzentrieren.

Diese prozessorientierte Ausrichtung der gesamten Lieferkette stellt die Messbarkeit von Produktion und Logistik vor neuen Herausforderungen. Die klassische Abteilungssicht, die Grundlage vieler Kenngrößen und Kennzahlensysteme ist, wird mehr und mehr verdrängt und durch übergeordnete Kennzahlen für Prozesse oder Teilprozesse abgelöst. Das Controlling aller wertschöpfenden (Produktion) und auch nicht-wertschöpfenden Bereiche (Support-Bereiche) ist somit ein wichtiger Bestandteil einer erfolgreichen Unternehmensentwicklung.

In Zukunft werden diejenigen Unternehmen einen entscheidenden Vorteil haben, die in der Lage sind ihre Produktion und Logistik transparent und messbar zu machen. Dieses Buch greift die beschriebene Entwicklung der Produktionsbetriebe auf und gibt einen ganzheitlichen Ansatz zur Bewertung der Erfolgsfaktoren im unternehmerischen Alltag. Auf pragmatische Weise werden Kennzahlen neu strukturiert und der Wertschöpfungskette zugeordnet. Dabei stehen einerseits übergeordnete Ziele wie Qualität, Kosten und Zeit im Vordergrund, andererseits der Wertstrom des Unternehmens mit seinen zugehörigen Informations- und Materialflüssen. Die Beschreibungen und Formeln der jeweiligen Kennzahl helfen dem Anwender sein persönliches Kennzahlenset zu finden.

Die Wichtigkeit von Kennzahlensystemen in immer komplexeren Produktionsabläufen bleibt somit unumstritten. Allerdings verschieben sich die Prioritäten – weg von singulären Optimierungen hin zu ganzheitlichen Verbesserungen. Dies kann zur Folge haben,

dass einzelne Bereiche in der Wertschöpfungskette zukünftig schlechter abschneiden werden, wenn der Gesamtprozess dafür verbessert werden kann. Strukturierte Kennzahlen und das Wissen über deren Zusammenhänge helfen den Verantwortlichen die richtigen Entscheidungen zu treffen und die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens langfristig zu sichern.

Prof. Dr. Matthias Pfeffer
Hochschule der Bayerischen Wirtschaft

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Unternehmensziele	2
1.2	Zukünftige Anforderungen an Produktionen	12
1.3	Produktion und Controlling	18
2	Wertorientierung in der Produktion	23
2.1	Der Wert aus Kundensicht	23
2.2	Lean Production und Wertstromorientierung	25
2.3	Identifikation von Wertschöpfung und Verschwendungen	29
2.3.1	Wertschöpfung	29
2.3.2	Verschwendungen	30
3	Kennzahlen in der Produktion	37
3.1	Nutzen von Kennzahlen	39
3.2	Motivation durch Kennzahlen	46
3.3	Arten von Kennzahlen	47
3.4	Einsatzbereiche und Zielgrößen	49
3.4.1	Beschaffung/Lieferanten	49
3.4.2	Anlagen und Produktionsprozesse	52
3.4.3	Personal	56
3.4.4	Qualität	60
3.4.5	Material und Logistik	64
3.4.6	Organisation/Auftragsabwicklung	68
3.4.7	Kunden	72
3.5	Vorgehensweise zur Ermittlung von Kennzahlen	75
3.6	Benchmarking	82
4	Kennzahlensammlung	89
4.1	Beschaffung/Lieferanten	90
4.2	Anlagen und Produktionsprozesse	95
4.3	Personal	104

4.4	Qualität	109
4.5	Material und Logistik	113
4.6	Organisation/Auftragsabwicklung	120
4.7	Kunden	127
5	Kostenrechnung	133
5.1	Kostenrechnung und Zuschlagskalkulation	133
5.2	Verursachungsgerechte Kalkulation von Produkten und Prozessen	138
6	Von Kennzahlen zum Kennzahlensystem	145
6.1	Bedeutung von Kennzahlen und Kennzahlensystemen	145
6.2	Aufstellung eines Zielsystems für die Produktion	146
6.3	Ermittlung von Erfolgsfaktoren und Ableitung von Kennzahlen	148
6.4	Bekannte Kennzahlensysteme	152
6.4.1	Balanced Scorecard	152
6.4.2	Return on Investment (ROI)	154
7	Das Wertstromkennzahlensystem	157
7.1	Zielsystem und Zielkennzahlen	158
7.2	Erfolgsfaktoren	160
7.3	Kennzahlen	162
7.3.1	Kosten pro Einheit	162
7.3.2	Fließgrad	165
7.3.3	Termintreue	170
7.3.4	Auslieferqualität	174
7.3.5	Reaktionsfähigkeit	177
7.3.6	Variantenflexibilität	183
7.3.7	Innovationsgrad	185
8	Ableitung von Optimierungsmaßnahmen und Bewertungsmöglichkeiten	187
8.1	Ursachenanalyse und Problemeingrenzung	187
8.1.1	Analyse von Ursache und Wirkung nach Ishikawa	188
8.1.2	6-W-Methode	192
8.2	Ist-, Ideal- und Soll-Zustand	193
8.2.1	Wertstrommethode	194
8.2.2	Engpassbetrachtung	207
8.2.3	Swimlane	209
8.3	Alternativenbewertung	212
8.3.1	Bewertungskriterien	212
8.3.2	Portfolio aus Lösungsalternativen und Kosten-Nutzen-Bewertung	213
8.3.3	Nutzwertanalyse	215
9	Zusammenfassung	219

Weiterführende Literatur	221
Sachverzeichnis	223

Die Produktion ist das Herzstück eines Betriebes und maßgeblich für den Erfolg des Unternehmens zuständig. Sie verantwortet die Produktentstehung, die dafür benötigte Zeit, die Einhaltung von Qualität und Kostenrahmen, die Herstellung geforderter Mengen und auch die erreichbare Gewinnspanne. Produktion beinhaltet dabei die Herstellung, Fertigung, Montage, aber auch Logistik, Lagerung, Planung und Steuerung der Produktion, benötigte Werkzeuge, Instandhaltung, Wartung und Verwaltung. Die in der Produktion vorherrschenden Vorgehens- und Verhaltensweisen, deren Effektivität und Effizienz haben Auswirkungen auf die benötigten administrativen Prozesse, die Kosten und die Flexibilität des Unternehmens.

Die wenigsten Betriebe sind direkt miteinander vergleichbar. Unabhängig von den unterschiedlich eingesetzten Technologien unterscheiden sie sich in ihren Produktmerkmalen, deren Anzahl, ihren Kunden, unterschiedlichen Varianten, den damit verbundenen Automatisierungs- und Standardisierungsmöglichkeiten und auch in ihrer Produktionsystematik und -ausrichtung. Entscheidende Unterschiede finden sich außerdem in den Intensitäten und damit verbundenen Engpässen im Unternehmen. Materialintensive Produktionen sind nicht vergleichbar mit personal- oder anlagenintensiven Unternehmen. In anderen Unternehmen stehen Know-how, Forschung und Entwicklung im Vordergrund. Dort wo kritische Engpässe entstehen, müssen Steuerungsmöglichkeiten angesetzt werden, die in diesen Betrieben verschiedene Zielrichtungen erfordern können.

Alle unterschiedlichen Produktionstypen mit unterschiedlichen Kunden haben unterschiedliche Anforderungen an die Produktion. Es wird schwierig werden, Standards und Vorgehensweisen für die Gesamtheit aller Betriebe zu definieren, ohne einen Abstraktionsgrad zu erreichen, der eine Umsetzung im eigenen Unternehmen nicht mehr möglich macht. Was den meisten Produktionen allerdings gemein ist, ist die kontinuierliche Veränderung von Unternehmensvisionen, gesellschaftlichen Trends, neue Schlagworte wie „Wandlungsfähigkeit“, „Lean Management“, oder „Industrie 4.0“. Damit verbunden sind neue Zielvorgaben an das Management – die Bedeutung für die Produktion und die dafür benötigten Maßnahmen sind darin noch lange nicht enthalten. Dementsprechend müssen

diese Visionen spezifiziert und Maßnahmen für die Produktion abgeleitet werden. Das allein reicht aber nicht aus. Die Maßnahmen müssen auch dahingehend überprüft werden, ob sie tatsächlich zur geforderten Zielerreichung beitragen und in welchem Maße. Jedes Unternehmen muss dabei seinen eigenen Weg gehen, um die richtigen Kennzahlen für sich zu definieren, um den speziellen Anforderungen und Rahmenbedingungen des eigenen Betriebs gerecht zu werden. Benötigt wird dementsprechend ein systematisches Vorgehen, um gezielt steuern und die richtigen Maßnahmen für eine kontinuierliche Verbesserung der Produktion im Sinne der Zielsetzungen treffen zu können. Optimierung stellt dabei in der Regel einen andauernden Prozess dar, solange Mittel, Kapazitäten, Ressourcen und Know-how nur in begrenztem Maße zur Verfügung stehen und sich das Unternehmen in einem stetigen Wandel befindet.

1.1 Unternehmensziele

Unternehmensziele lassen sich in mehrere Zielobjekte und zugehörige Zielsetzungen unterteilen. Je nach Betriebs- und Unternehmensform werden die Ziele möglicherweise unterschiedlich gewichtet oder entfallen ganz. Dennoch gibt es mögliche und wahrscheinliche Zielsetzungen des eigenen Betriebs. Neben betriebsbedingten Zielen müssen Zielsetzungen berücksichtigt werden, die vom Gesetzgeber oder auch von der Gesellschaft als Mindestvoraussetzung angesehen werden, wie beispielsweise ökologische Aspekte (Abb. 1.1).

Um einen Betrieb kontinuierlich zu verbessern und um langfristig erfolgreich zu sein, müssen die Zielsetzungen des Unternehmens klar verständlich sein. Diese Unternehmensziele betreffen die Produktion meist nur indirekt und müssen erst in Ziele für die Produktion übersetzt werden. Ziele müssen bestimmte Kriterien erfüllen und unterscheiden sich somit von möglichen Unternehmensvisionen. Unternehmensvisionen beschreiben sehr langfristige Zielsetzungen, die zunächst keine Aussage über die notwendige Strategie und die notwendigen Schritte machen, die zur Erreichung der Vision beitragen. Eine Unternehmensvision muss demnach erst in eine Unternehmensstrategie und die zugehörigen strategischen Ziele übersetzt werden, die eine Planung des Betriebs ermöglichen. Um die Produktion steuern zu können werden operative Prozessziele benötigt, um zielführende Maßnahmen ergreifen und deren Wirkung messen zu können. Da auf jeden Betrieb unterschiedliche Faktoren von außen einwirken, kann diese Übersetzung nicht standardisiert für jedes beliebige Unternehmen erfolgen. Markt und Kunden haben einen Einfluss auf den Betrieb, genauso wie vorhandene und neue Wettbewerber, Lieferanten und Produkte. Diese Einflussfaktoren führen dazu, dass jedes Unternehmen seine eigenen Ziele für die Produktion und die dazugehörigen Prozesse definieren muss.

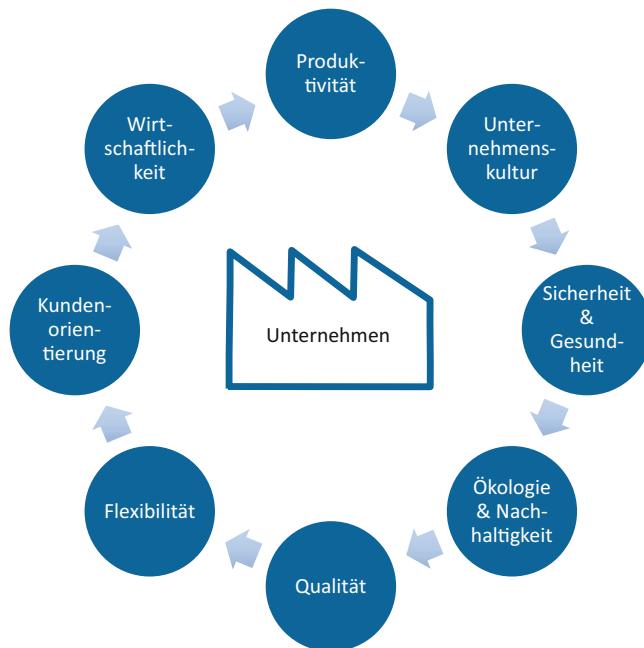


Abb. 1.1 Unternehmensziele

SMARTe Ziel

Ein Ziel das aussagekräftig ist und mit dem tatsächlich in der Umsetzung gearbeitet werden kann ist dann erreicht, wenn es folgende Eigenschaften erfüllt:

- Spezifisch: Das Ziel muss klar und eindeutig definiert sein.
- Messbar: Das Ziel muss messbar und somit der Grad der Zielerreichung feststellbar sein.
- Akzeptiert: Das Ziel muss für die Verantwortlichen und Beteiligten als angemessen und erreichbar angesehen werden.
- Realistisch: Das Ziel muss tatsächlich für die Verantwortlichen und Beteiligten erreichbar sein.
- Terminiert: Das Ziel muss ein definiertes, realistisches Ende haben.

Die Betonung liegt dabei auf den Verantwortlichen und Beteiligten des jeweiligen Ziels. Ist ein Ziel zwar realistisch erreichbar, allerdings lediglich unter Voraussetzungen, auf die die Beteiligten keinen Einfluss haben, muss ein anderer Kontext für das jeweilige Ziel gewählt und neue Verantwortlichkeiten zugeordnet werden.

Unternehmenskultur

Die Unternehmenskultur ist ein äußerst schwer messbares und eher unspezifisches Ziel. Dennoch ist sie maßgeblich für einen gut funktionierenden Betrieb. Eine gute Unternehmenskultur führt zu einer hohen Motivation sowohl der Mitarbeiter, als auch des Managements. Das äußert sich in der Produktivität der Mannschaft, geringen Fehl- und Krankheitszeiten und geringer Fluktuation. Darüber hinaus erhöht eine gute Unternehmenskultur die Chancen auf Anwerbung hochqualifizierter Mitarbeiter, die sich neben dem Gehalt auch immer am Arbeitsumfeld orientieren. Führungskräfte haben einen maßgeblichen Anteil an dieser Kultur. Eine offene und transparente Führungskultur beinhaltet eine offene und respektvolle Kommunikation und Informationsweitergabe. Dazu gehört auch der Umgang mit Kritik und Meinungsverschiedenheiten. Eine respektvolle Diskussionskultur im Unternehmen erhöht das Selbstvertrauen aller Beteiligten und erhöht außerdem die Weiterentwicklungsmöglichkeiten des Unternehmens, da alle Argumente gehört und bewertet werden.

Um eine solche Unternehmenskultur zu pflegen, müssen die Stärken und Schwächen der Mitarbeiter analysiert, interpretiert und auch kommuniziert werden. Außerdem muss klar sein, welche Erwartungen an die Mitarbeiter gestellt werden. Diese Erwartungen ermöglichen den Führungskräften eine klare Abschätzung über die benötigten und vorhandenen Fähigkeiten, außerdem können die Mitarbeiter selbst so ihre Fähigkeiten einschätzen und sich gezielter einbringen. Je nachdem wie hoch die vom Mitarbeiter geforderte Eigen- und Selbstständigkeit ist, desto mehr ist eine offene, stärkenorientierte und transparente Führungskultur notwendig. Wird von den Mitarbeitern eher ein strikte Abarbeitung ihrer Aufgaben ohne weitreichende Verbesserungsvorschläge oder selbständiges Handeln erwartet, ist es möglicherweise wichtiger, den Mitarbeitern ihre Zielsetzungen in Mengen- oder Volumenangaben zu kommunizieren und Fortschritte zu dokumentieren, um Motivation zu erzeugen.

Eine große Herausforderung beim Ziel Unternehmenskultur stellt die Messbarkeit dar. Da das Ziel schwer quantifizierbar und daher auch schwer spezifizierbar ist, können auch nur bedingt Kennzahlen abgeleitet werden, die die Entwicklung der Unternehmenskultur direkt beschreiben. Dagegen gibt es zahlreiche Indikatoren, die auf ein gutes Unternehmensklima hinweisen. Eine geringe Krankheitsquote oder Fluktuationsrate lässt beispielsweise auf ein gutes Unternehmensklima schließen. Allerdings hängen diese Indikatoren von vielen weiteren Faktoren ab, so dass eine Veränderung des Indikators nicht zwingend auf eine Veränderung des Unternehmensklimas zurückzuführen ist. Dementsprechend muss der Zielzustand der gewünschten Unternehmenskultur so weit wie möglich definiert, detailliert und spezifiziert werden. Dann kann anhand von Umfragen ein klarer Abgleich zwischen Ist- und Zielzustand erfolgen und mögliche Defizite aufgezeigt werden.

Die Zielrichtung der Unternehmenskultur kann nur relativ zur Ausgangssituation vorgegeben werden, da absolute Zielwerte in diesem Zusammenhang schwer definierbar sind.

Handlungsfelder Unternehmenskultur

- Führungskultur
- Diskussionskultur
- Stärkenorientierung
- Entwicklungsmöglichkeiten

Ansatzpunkte

- Detaillierung und Spezifizierung der gewünschten Unternehmenskultur
- Abgleich von Spezifikation zu Ist-Empfinden der Mitarbeiter

Sicherheit und Gesundheit

Die Sicherheit und Gesundheit der Mitarbeiter und der Umwelt des Unternehmens hat hierzulande eine unangefochtene Priorität. Für viele sicherheitsrelevante Aspekte gibt es klare Richtlinien und Zielwerte, die die Unternehmen einhalten müssen. Schad- und Giftstoffe haben klare Grenzen, die nicht überschritten werden dürfen, auch Maschinen, Werkzeuge und Roboter unterliegen Vorschriften in der Bedienung und der Interaktion mit Menschen. Schwieriger wird es, wenn menschliche Fehler die Sicherheit von Mitarbeitern und Umwelt gefährden können. Dabei hilft unter anderem die Standardisierung von Prozessen, so dass möglichst an allen Stellen innerhalb und außerhalb des Unternehmens die gleichen Abläufe und Regeln gelten. Je einfacher diese Abläufe und Regeln sind, umso geringer die Wahrscheinlichkeit von Fehlverhalten. Um deren Gegenwärtigkeit zu sichern hilft eine einheitliche und möglichst gleichmäßige Verteilung von Hinweisen und Visualisierungspunkten innerhalb und außerhalb des Unternehmens.

Für die Gesundheit der Mitarbeiter existieren mittlerweile zahlreiche Leitlinien und Prinzipien, die die Arbeitsbedingungen der Mitarbeiter verbessern und nachhaltig die Gesundheit der Mitarbeiter schützen. Dazu zählen beispielsweise die richtigen ergonomischen Bedingungen sowohl in der Produktion, als auch bei Büro- und Schreibtischtätigkeiten. Um ein umfassendes Verständnis bzw. eine hohe Sensibilität im Unternehmen hinsichtlich Sicherheit und Gesundheit zu verankern, helfen umfassende Qualifizierungs-konzepte und -maßnahmen, die möglichst über die gesamte Zeit der Unternehmenszugehörigkeit eines Mitarbeiters durchgeführt und aktualisiert werden. Zu den körperlichen Gefahren für die Mitarbeiter kommen zunehmend psychische Krankheiten beispielsweise durch Stress, Mobbing oder Nötigung, die auch Auswirkungen auf die Unternehmenskultur haben können. Vorbeugende Maßnahmen dazu sind in die Standardisierungs-, Visualisierungs- und Qualifizierungsmaßnahmen mit einzubeziehen.

Die große Herausforderung beim Thema Sicherheit und Gesundheit stellt die Vorhersehbarkeit von Gefährdungen dar. Durch kontinuierliche Wartung und Instandhaltung alter Maschinen und Anlagen können Sicherheitsrisiken kontinuierlich überwacht werden.

Auch die Krankheitsquote ist ein Indikator für mögliche Gesundheitsrisiken im Unternehmen oder ein gesundheitsgefährdendes Unternehmensklima.

Ausgehend vom aktuellen Zustand wird als Zielrichtung eine kontinuierliche Verbesserung angestrebt.

Handlungsfelder Sicherheit und Gesundheit

- Physisch – Gefahren durch Maschinen, Anlagen, Ergonomie, etc.
- Psychisch – Gefahren durch Arbeitsumfeld, Arbeitsinhalt, Arbeitsbelastung, etc.

Ansatzpunkte

- Standardisierung und
- Visualisierung von sicherheits- und gesundheitsrelevanten Prozessen und Arbeitsplätzen

Ökologie und Nachhaltigkeit

Neben der Vermeidung von Schmutz und Lärm und der Belastung der Umwelt durch Schadstoffe, gehören Nachhaltigkeit und Energieeffizienz zu den Zukunftsthemen von Unternehmen. Nachhaltigkeit bezieht sich dabei sowohl auf die Ressourcenschonung und die Erhaltung der heutigen Lebensqualität für die folgenden Generationen, als auch darauf, der gesellschaftlichen Verantwortung gegenüber Mitarbeitern, Management, Familien und sozial Benachteiligten gerecht zu werden. Ausgerichtet wird dieses Ziel sowohl an der bestehenden Situation des Unternehmens, als auch an Zielen, die durch Unternehmen und Gesellschaft vorgegeben werden können. Die Erfolgsfaktoren zu einer Erhöhung von Nachhaltigkeit liegen dabei in einer hohen Transparenz laufender Aktivitäten und erreichten Meilensteinen. Dazu müssen in einer umfassen Analyse des Ist-Zustandes die bestehenden Defizite, Energieverluste und Schwächen in der Nachhaltigkeit des Unternehmens aufgezeigt werden. Durch die Einbeziehung der Mitarbeiter und die Integration der Zielsetzungen in den kontinuierlichen Verbesserungsprozesses des Unternehmens können ständige Verbesserungen erzielt, gemessen und nachgehalten werden.

Eine große Herausforderung im Bereich Ökologie stellt die betriebswirtschaftliche Be trachtung der Maßnahmen dar. Häufig lassen sich diese nicht für das Unternehmen direkt rechnen, lediglich indirekt über beispielsweise den erwarteten Imagegewinn. Dementsprechend ist es wichtig, dass sich die Unternehmensführungen zu diesem Engagement bekennen, ohne zwingend eine positive Wirtschaftlichkeitsrechnung einzufordern.

Zum Ziel Ökologie und Nachhaltigkeit können absolute Zielwerte definiert werden.

Handlungsfelder Ökologie und Nachhaltigkeit

- Schmutz
- Lärm
- Umweltbelastung
- Nachhaltigkeit
- Energieeffizienz
- Etc.

Ansatzpunkte

- Detaillierung und Spezifizierung der angestrebten Ökologieziele
- Kontinuierliche Messung des Fortschritts

Qualität

Qualität im Unternehmen hat viele mögliche Ausprägungen. Die Produktqualität bezieht sich dabei auf das fertige Produkt, dessen Funktionsfähigkeiten, Optik und Funktionalitäten. Die Materialqualität steht dagegen eher für die Haltbarkeit und langfristigen Ausprägungen des Produktes. Die Qualität der Prozesse bezieht sich auf die Effizienz der Abläufe in der Produktion inklusive zugehöriger Prüfprozesse, die letztendlich auch einen Anteil an der Produktqualität haben und für die Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung ausschlaggebend sind. Darunter fällt auch die Qualität der Logistik, die die Produktqualität auch bei Auslieferung des Produktes an den Endkunden gewährleistet, die Teileversorgung und die Richtigkeit der Teile oder deren Reihenfolge sicherstellt und die Schäden, die durch Transporte oder Handling verursacht werden könnten, vermeidet. Darüber hinaus spielen auch Service- und Dienstleistungsqualität eine zunehmend große Rolle. Das Qualitätsempfinden des Kunden wird maßgeblich von den Eindrücken beeinflusst, die beim Kauf, bei Reklamationen, Retouren, Wartungsaufträgen, Recycling, etc. entstehen.

Erfolgsfaktoren für eine gleichbleibend hohe und langfristige Qualität sind dabei die schnelle Lösung von Problemen und deren Ursachen. Dafür werden Regelkreise benötigt, die sowohl die Kenntlichmachung des Problems beinhalten, als auch dessen schnelle Behebung. Daraufhin müssen diejenigen Prozesse angestoßen werden, die die Entstehung des Problems identifizieren und für eine nachhaltige Lösung sorgen. Nur so kann die Qualität in allen Bereichen kontinuierlich verbessert werden. Ausschlaggebend für Qualitätsverbesserungen sind also sowohl die bestehenden Zustände und Probleme, als auch mögliche Zielwerte, die proaktive Maßnahmen zur Folge haben. Die Komplexität der Produkte und Prozesse erschwert sowohl die Problemlösung, als auch die Ursachenfindung. Ein umfassendes Prozessmanagement und die Definition sämtlicher Vorgänge und Tätigkeiten erleichtern dabei die Suche.

Ziel ist es, Verschwendungen vollständig zu vermeiden und die Produktqualität bis zum Kundenqualitätsanspruch zu maximieren.

Handlungsfelder Qualität

- Produktqualität
- Materialqualität
- Prozessqualität
- Logistikqualität
- Service- und Dienstleistungsqualität

Ansatzpunkte

- Durchgängiges Prozessmanagement zur Standardisierung
- Strukturierung der Problemlösung

Flexibilität

Umweltbedingungen verändern sich, Variantenzahlen steigen, während die zugehörigen Auftragsgrößen sinken. Das bedeutet einen erhöhten Bedarf an Produktionsumstellungen auf neue Produkte und eine damit verbundene Flexibilität der Produktion und Organisation. Dabei geht es nicht nur darum schnell auf neue Situationen zu reagieren, sondern auch um eine Umsetzung ohne übermäßigen wirtschaftlichen Zusatzaufwand. Dementsprechend lässt sich die Flexibilität in die Fähigkeiten unterteilen, sich wirtschaftlich quantitativen, qualitativen, räumlichen und zeitlichen Veränderungen anzupassen. Darüber hinaus kann die Geschwindigkeit bewertet werden, in der die Anpassung stattfindet. Wesentlich ist auch die tatsächlich vorhandene Handlungsbereitschaft des Betriebes – nur dann können die vorhandenen Flexibilitätspotenziale auch genutzt werden.

Flexibilität kann und muss auf unterschiedlichen Ebenen stattfinden. **Strategische Flexibilität** beschreibt die Reaktion auf Veränderungen, die mit einem angemessenen Vorlauf umgesetzt werden können und möglicherweise erst in Zukunft wirksam werden. Dabei müssen mögliche zukünftige Anforderungen abgeschätzt und proaktive Maßnahmen ergriffen werden. Also ist strategische Flexibilität mit einem Risiko verbunden, auf Veränderungen eingestellt zu sein, die möglicherweise nicht eintreten werden. Der langfristige Charakter der Maßnahmen ist häufig auch mit einer langfristigen Kapitalbindung verbunden. **Taktische Flexibilität** ist die Möglichkeit, ein leicht verändertes Produktionsprogramm gerade noch herstellen zu können und ist dementsprechend von einer mittelfristigen System- und Kapazitätsauslegung abhängig. **Operative Flexibilität** beschreibt letztlich die Reaktionsfähigkeit auf kurzfristige Veränderungen, beispielsweise durch Rüstvorgänge oder kurzfristiges Handeln. Diese Flexibilität ist dabei häufig mit Kosten verbunden, die durch zusätzliche, oft ungeplante Maßnahmen entstehen.

Flexibilität in der Produktion

- Strategisch:
 - langfristig
 - proaktiv
 - hohes Risiko für Fehleinschätzungen
 - Relevanz Fixkosten
- Taktisch:
 - mittelfristig
 - grenzfähige Systemauslegung
 - Relevanz Fixkosten
- Operativ:
 - kurzfristig
 - Relevanz laufende Kosten

Die Flexibilität kann auf die gesamte Produktion bezogen sein, oder sich auf einzelne Objekte beziehen. Sowohl Prozesse, Technologien und Personal, als auch Produkte können unterschiedliche Bedarfe an Flexibilität haben und erfüllen. Die Quantifizierung von Flexibilität ist schwierig, vor allem auf Gesamtproduktionsebene. Dementsprechend müssen die spezifischen Flexibilitätsbedarfe erarbeitet werden, um für die einzelnen Objekte (wie beispielsweise Anlagen, Mitarbeiter und Prozesse) Zielwerte zu definieren und soweit wie möglich zu quantifizieren.

Die Zielwerte für Flexibilität müssen relativ und in Abhängigkeit von Wahrscheinlichkeiten möglicher Risikoszenarien und vom Kundenanspruch definiert werden.

Handlungsfelder Flexibilität

- Prozesse
- Technologien
- Personal
- Produkte
- Organisation
- Logistik
- etc.

Ansatzpunkte

- Erarbeitung spezifischer Flexibilitätsbedarfe
- Definition und Quantifizierung von Zielwerten einzelner Objekte

Kundenorientierung

Die Ausrichtung aller Prozesse und Abläufe im Unternehmen auf den Kunden ist maßgeblich für heutige Betriebe – der Kunde bestimmt, in welcher Art, Menge, an welchem Ort, in welcher Qualität und zu welcher Zeit er ein Produkt erhalten möchte. Diese Vorgaben sollten bestmöglich erfüllt und in die Produktion übertragen werden. Diese Übertragung erfolgt dann konsequent, wenn jeder Prozess seinen unmittelbaren Kunden berücksichtigt. Das bedeutet, dass immer der Nachfolgeprozess als Kunde betrachtet wird und nur das produziert, was dieser benötigt oder wünscht, in der geforderten Menge und der richtigen Qualität. Idealerweise bekommt er das direkt an den Prozess zum Bedarfszeitpunkt angeliefert. Dafür müssen die Unternehmen ihre Kunden und deren Wünsche kennen und diese auch erfüllen können. Nicht immer stimmen die vom Unternehmen zur Verfügung gestellten Varianten mit der geforderten Variantenvielfalt der Kunden überein.

Eine hohe Variantenvielfalt wird dann für das Unternehmen zur Herausforderung, wenn durch zusätzliche Produktvarianten zusätzliche Aufwände anfallen, die die Gesamtkosten derart erhöhen, dass diese Kosten nicht oder nur teilweise an den Kunden weitergegeben werden können. Dementsprechend sollten langfristig nur diejenigen Varianten produziert werden, die kostendeckend angeboten werden können und deren Mehraufwände der Kunde bereit ist zu zahlen. Eine gezielte Prozessorientierung unterstützt dabei, die notwendigen Prozesse ausgehend vom Kunden bis hin zum Lieferanten durchzugehen und alle Verschwendungen zu eliminieren, die der Kunde nicht bereit ist zu zahlen, wie beispielsweise Suchaufwände oder Wartezeiten.

Es sollte immer eine maximale Kundenorientierung angestrebt werden.

Handlungsfelder Kundenorientierung

- Zur richtigen Zeit
- Am richtigen Ort
- In der richtigen Menge
- In der richtigen Qualität
- Zum richtigen Preis

Ansatzpunkte

- Prozessorientierte Ausrichtung, ausgehend vom Kunden
- Reduzierung von Verschwendungen
- Überprüfung von Kundenanforderungen hinsichtlich Varianten

Wirtschaftlichkeit

Alle Unternehmensentscheidungen sollten auf Wirtschaftlichkeitsmaximierung ausgelegt werden. Entweder gilt es bei gegebenen Ressourcen einen maximalen Output zu erzie-

len, oder den bestehenden Output bei einem möglichst geringen Ressourceneinsatz zu erhalten; immer unter der Berücksichtigung der Kundennachfrage und eines bestimmten finanziellen Gleichgewichts, um den langfristigen Betrieb sichern zu können. Wirtschaftlichkeit ist das Verhältnis aus Ertrag und Aufwand bzw. das Verhältnis aus Leistungserträgen und Kosten – je größer der Quotient, desto höher die Wirtschaftlichkeit. Trotzdem ist die Wirtschaftlichkeit keine absolut bewertbare Größe, sondern immer erst relativ im Vergleich zum Wettbewerb oder zu vergangenen Perioden aussagekräftig. Dafür werden Ziel- und Vergleichswerte benötigt. Ein Optimum an Wirtschaftlichkeit ist schwer zu definieren, deswegen ist es wichtig, die eigene Ist-Situation zu kennen und interpretieren zu können, um ausgehend davon eine stetige Verbesserung anzustreben. Wenn der Zustand des Unternehmens transparent ist, können Verschwendungen in allen Unternehmensbereichen systematisch identifiziert und vermieden werden. Das hat automatisch einen positiven Effekt auf die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens.

Ausgehend vom aktuellen Zustand sollte eine kontinuierliche Verbesserung angestrebt werden.

Handlungsfelder Wirtschaftlichkeit

- Maximaler Output bei gegebenem Input
- Minimaler Input bei gegebenem Output

Ansatzpunkte

- Transparenz von Ist-Kosten und Aufwänden
- Nutzung von Skaleneffekten

Produktivität

Im Vergleich zur Wirtschaftlichkeit verfolgt die Produktivität ein eher kurz- bis mittelfristiges Ziel und misst den Unternehmenserfolg in produzierten Mengen im Verhältnis zu den eingesetzten Mitarbeitern und Ressourcen. Die Erfolgsfaktoren der Produktivität überschneiden sich dennoch weitestgehend mit denen der Wirtschaftlichkeit und konzentrieren sich dabei auf die Produktionsprozesse und den dadurch generierbaren Output. Die Produktivität eines Unternehmens kann steigen, ohne dass auch die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens steigt, beispielsweise im Falle veränderter Preise oder Arbeitskosten. Für die stetige Verbesserung der Produktivität ausgehend von einem transparenten Ist-Zustand gelten ebenfalls die gleichen Ansatzpunkte zur konsequenten Vermeidung von Verschwendungen wie für die Wirtschaftlichkeit.

Ausgehend vom aktuellen Zustand sollte eine kontinuierliche Verbesserung angestrebt werden.

Handlungsfelder Produktivität

- Kurz- bis mittelfristiger Horizont
- Produzierte Mengen bei eingesetzten Mitarbeitern und Ressourcen in Produktionsprozessen

Ansatzpunkte

- Transparenz von Ist-Aufwänden
- Nutzung von Skaleneffekten

1.2 Zukünftige Anforderungen an Produktionen

Die meisten Betriebe sehen sich gezwungen, ihr Leistungsangebot an die individuellen Wünsche aller Kunden anzupassen, um Ihre Umsatzziele langfristig erfüllen zu können. Dieses vielfältige und individualisierbare Leistungsangebot verursacht meist zusätzliche Kosten. Durch erhöhte Konstruktionsaufwände, höhere Bedarfe an Planungs- und Steuungsvorgängen, geringere Standardisierungsmöglichkeiten und Skaleneffekte, komplexere Einkaufs- und Vertriebsstrukturen und einen höheren Qualifizierungsbedarf der Mitarbeiter kann der generierte Umsatz nicht mehr die gewünschten oder erwarteten Gewinne erzielen.

Ein individuelles Leistungsangebot wirkt sich auf alle Gestaltungsfelder und Dimensionen eines Betriebes aus. Steigende Produktvarianten, stetig wachsende Qualitätsanforderungen, aber auch neue technologische Möglichkeiten führen zu einer steigenden Produktkomplexität. Diese Produktkomplexität zieht eine Komplexität in der Beschaffung durch steigende Material- und Teilevielfalt und eine höhere und differenziertere Auswahl an Lieferanten nach sich. Diese wird verstärkt durch zunehmend sinkende Fertigungstiefen der Betriebe, die zu einem höheren Zuliefererbedarf führen. Aber auch die angesprochne Kundenvielfalt steigt und die möglichen Distributionskanäle und Vertriebswege. Diese gestiegenen Anforderungen, aber auch zusätzlichen Möglichkeiten, führen zu einem stetig wachsenden Organisationsaufwand und natürlich zu einem erhöhten Produktionsaufwand. Komplexität muss demnach beherrschbar gemacht werden durch Baukastenstrukturen, Standards und Methoden wie beispielsweise kundenindividuelle Massenproduktion.

Problemstellung Komplexität

Wesentliche Herangehensweise an die Problemstellung Komplexität ist die Schaffung von Transparenz:

- Wo entsteht die Komplexität?
- An welcher Stelle entstehen Varianten?
- Welche unterschiedlichen Ausprägungen haben diese Varianten?
- An welcher Stelle im Produktionsablauf wird das Produkt kundenspezifisch?

Die Anforderungen an Unternehmen verändern sich zusehends und deren Erfüllung stellt jetzt und in Zukunft eine große Herausforderung für die Betriebe dar. Allerdings haben sich auch die Möglichkeiten, die sich den Betrieben in den unterschiedlichen Gestaltungsfeldern bieten, erhöht und es entstehen neue Zielsetzungen, die für den Erfolg eines Unternehmens maßgeblich sind.

Oberste Priorität haben die Anforderungen aus Sicht des Marktes – dem **Kunden** (Abb. 1.2). Er bestimmt die Gesamtnachfrage und die nachgefragten Produkte. Die Nachfrage und damit verbundene zukünftige Szenarien lassen sich immer schwerer prognostizieren und müssen dementsprechend durch eine höhere Flexibilität und Reaktionsfähigkeit auf Schwankungen kompensiert werden. Durch die zunehmende Internationalisierung der Unternehmen nehmen auch die weltweiten Wettbewerber zu und zwingen die



Abb. 1.2 Anforderungen und Zielsetzungen aus Kunden-/Marktsicht

Unternehmen zu wirtschaftlichen und wettbewerbsfähigen Konzepten, die die Kundenanforderungen voll erfüllen. Die Kunden fragen dabei höherwertige, innovative Produkte in kürzeren Abständen und mit höheren Anforderungen an die Lieferzeit nach und möchten sich dabei möglichst alle Optionen für Änderungen lange offenhalten.

Um den Anforderungen des Kunden gerecht zu werden, müssen außerdem die jeweilige **Produkte** mit den geforderten Funktionen und Eigenschaften hergestellt werden (Abb. 1.3), die dem Angebot der Wettbewerber und den jeweiligen Preisen standhalten können, bzw. darüber hinaus einen echten Wettbewerbsvorteil bieten. Die Entwicklung der Produkte muss dabei in kürzeren Abständen erfolgen und darf dementsprechend nicht mehr so viel Entwicklungszeit in Anspruch nehmen. Die zunehmend gewünschte Individualisierung der Produkte führt in der Regel zu einer Zunahme der Variantenvielfalt, die wiederum durch eine flexible und wirtschaftliche Herstellung ermöglicht werden muss. Dementsprechend stellen Anforderungen an die Produkte wiederum Anforderungen an die zugehörigen Prozesse, Materialien und Technologien.

Produktionsprozesse im Sinne von Abläufen beschreiben den **Materialfluss** innerhalb der Produktion, der für die gezielte Wertsteigerung des Produktes im Betrieb maßgeblich ist (Abb. 1.4). Durch zunehmende Mengen- und Variantenschwankungen, werden flexible wirtschaftliche Produktionsstrukturen benötigt, die in der Lage sind kleine



Abb. 1.3 Anforderungen und Zielsetzungen aus Produktsicht



Abb. 1.4 Anforderungen und Zielsetzungen aus Produktionsprozess-/Materialflusssicht

Losgrößen gemäß des Kundenbedarfes zu produzieren, ohne die Qualität des Produktes negativ zu beeinflussen.

Um den Materialfluss effizient gestalten zu können, ist eine entsprechende **Organisation** notwendig. Diese beinhaltet sowohl die Planungs- und Steuerungsprozesse, als auch die dafür notwendige Kommunikation als **Informationsfluss** im Unternehmen (Abb. 1.5). Durch die zunehmenden Planungszyklen und damit verbundenen Herausforderungen wird die Planung zu einem kontinuierlichen Prozess, der ähnlich wie der Produktionsprozess flexibel und dennoch wirtschaftlich und schlank gestaltet werden muss. Organisationsprozesse und damit verbundene Mitarbeiter und Systeme fließen in der Regel in die Gemeinkosten des Unternehmens ein und stellen einen erheblichen, meist fixen Kostenblock dar. Erhöhen sich die Gemeinkosten aufgrund steigender Komplexität im Unternehmen und nicht aufgrund von steigenden Mengen, können möglicherweise nur noch geringere Deckungsbeiträge erwirtschaftet werden.

Eng verbunden mit der Organisationssicht ist die Sicht der **Mitarbeiter** (Abb. 1.6). Ein zunehmender Mangel an Fachkräften erhöht den Qualifizierungsbedarf der bestehenden Mitarbeiter und den Erhalt und Ausbau der verfügbaren Mitarbeiterkapazitäten. Damit verbunden sind Investitionen in die Gesundheit und Motivation der Mitarbeiter, um Fehlzeiten und Arbeitszeitverluste zu vermeiden und die Zufriedenheit der Mitarbeiter und damit wenn möglich deren Effizienz zu erhöhen.

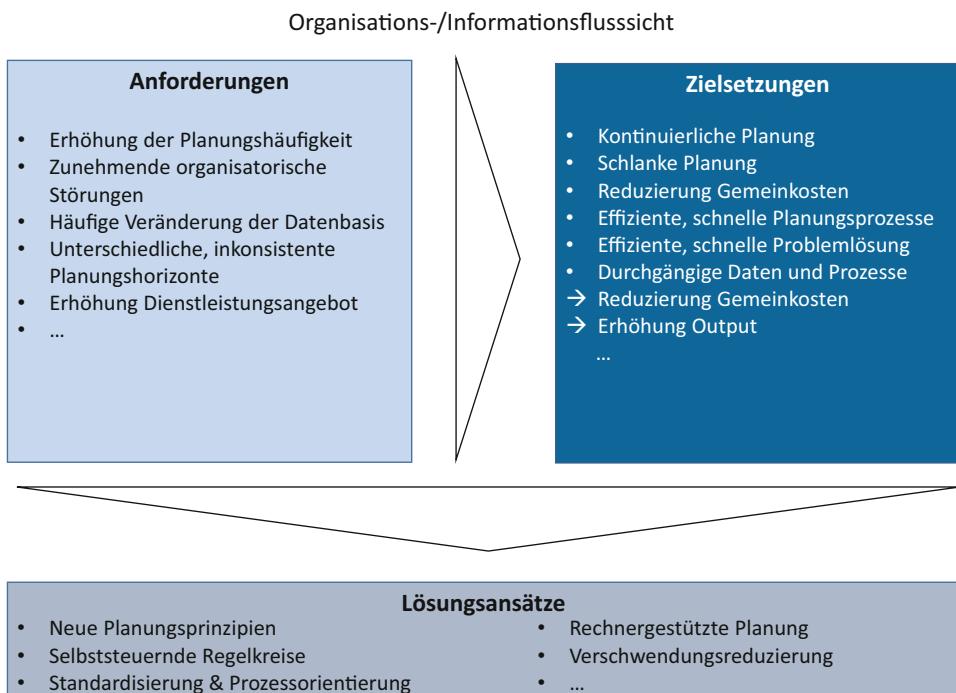


Abb. 1.5 Anforderungen und Zielsetzungen aus Organisationssicht

Die eingesetzten **Materialien** (Abb. 1.7) verändern sich durch mögliche neue Werkstoffe oder können durch neue Technologien anders verarbeitet werden und neue Eigenschaften entwickeln. Das kann bei einer ausreichend ausgeprägten Innovationsfähigkeit zum Nutzen des Unternehmens eingesetzt werden. Durch die steigenden Anforderungen an die Produktqualität steigen auch die Anforderungen an das eingesetzte Material. Das Gleiche gilt für die zunehmende Individualisierung und Variantenvielfalt – die Versorgungssicherheit muss dabei jederzeit wirtschaftlich gewährleistet werden. Die eingesetzten Materialien haben wiederum Anforderungen an sämtliche Beschaffungsprozesse und beeinflussen die Bearbeitung der Produkte.

Die Bearbeitung wird durch **Technologien und Produktionsprozesse** sichergestellt, welche wiederum die Fertigungsarten und -prinzipien des gesamten Betriebes wesentlich beeinflussen und auf die Organisation rückwirken (Abb. 1.8). Die Integration neuer Fertigungsverfahren stellt dabei eine zunehmende Herausforderung für die Produktion dar. Der Einsatz von flexiblen und automatisierten Verfahren erhöht die Möglichkeit mehrere Varianten zu produzieren, aber auch die Fixkosten und die Komplexität für Qualifikationen, Planung, Steuerung, Instandhaltung und Risikomanagement. Durch die steigende Anzahl an Varianten und Produkten die auf einer Anlage gefertigt werden, wird die Auslastung der Anlagen gefährdet, um ein schnelles Umschalten zu ermöglichen. Auch die Techno-



Abb. 1.6 Anforderungen und Zielsetzungen aus Mitarbeiterperspektive

logien unterliegen einer zunehmenden Innovationsgeschwindigkeit, was die Transparenz in Investitionsentscheidungen und Produktionsstrategien erschwert.

Letztendlich haben die **Lieferanten** einen entscheidenden Einfluss auf die Produktion, da sie die Versorgung des Betriebes sicherstellen müssen (Abb. 1.9). Durch steigende Entfernungen können sich die gelieferten Mengen und Zyklen verändern und die Risiken von Störungen innerhalb der verlängerten Versorgungskette erhöhen sich. Netzwerke müssen daher stabil gestaltet und eine schnelle Kommunikation ermöglicht werden, um mögliche Engpässe frühzeitig erkennen und beheben zu können.

Zu beachten bleibt, dass die Zielsetzungen von Betrieben immer zumindest den Erhalt des Betriebes sicherstellen müssen. Dabei ist die Unterscheidung in **preis- und damit gewinnrelevante Aspekte** und **kostenrelevante Aspekte** wesentlich. Die Produkte und die zugehörigen Funktionen und Qualität sind für die Preisbildung und die mögliche Gewinnspanne ausschlaggebend. Die zugehörigen Prozesse, Technologien, Materialien und die Organisation sind Kostenfaktoren und müssen dahingehend betrachtet werden, die Gewinnspanne durch Reduzierung der Kosten möglichst hoch zu halten.

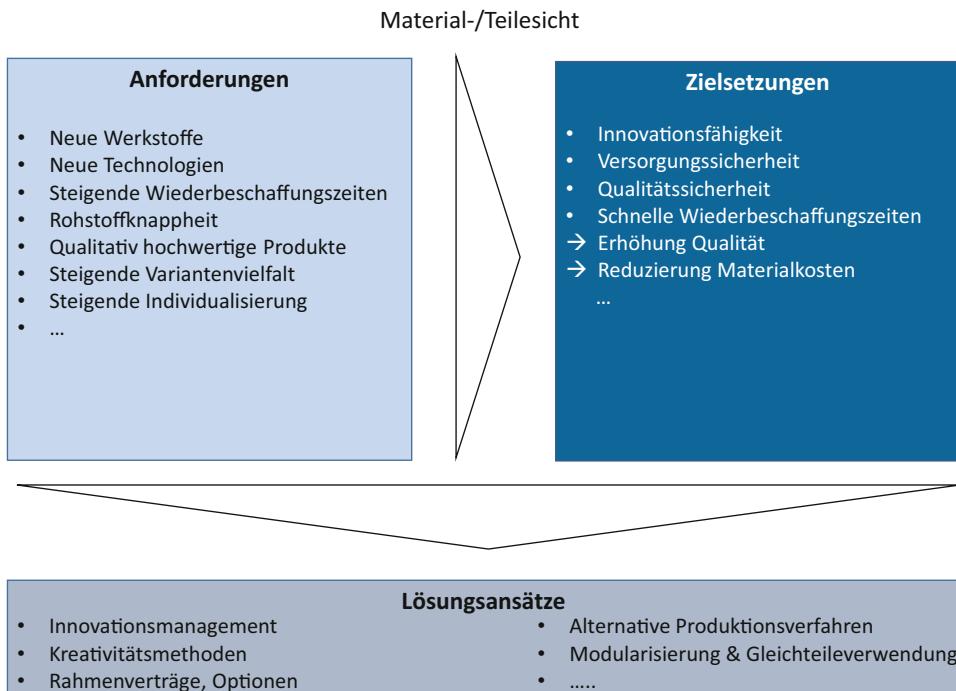


Abb. 1.7 Anforderungen und Zielsetzungen aus Material-/Teilesicht

1.3 Produktion und Controlling

Sowohl die Produktion, als auch das Controlling eines Unternehmens erfüllen keinen Selbstzweck. Dementsprechend ist es sowohl für die Produktion, als auch für das Controlling sinnvoll, ein Verständnis dafür zu entwickeln, wie sich die betriebswirtschaftlichen Zusammenhänge im Betrieb verhalten und welchen Beitrag Produkte, Fertigungsverfahren und -prozesse dazu leisten.

Die **Produktion** dient der Wertsteigerung von Produkten und ist damit der strategische Erfolgsfaktor für Unternehmen. Die Produktion steht dabei für den Input, der dem Output des Unternehmens gegenübergestellt werden muss. Dabei geht es sowohl um den direkten Input in Form von Produktionsanlagen, Material, Mitarbeitern, als auch um indirekten Input in Form von Organisation, Planung und Steuerung, etc. Dementsprechend existieren zahlreiche Ansatzpunkte, um Effizienz zu steigern und das Verhältnis von Input zu Output zu verbessern. Die Produktion muss ein Verständnis dafür entwickeln, welchen Anforderungen das Unternehmen gerecht werden muss, welche Bedingungen das Controlling an die Produktion stellt und warum die Aufnahme von und Steuerung durch Kennzahlen für die Erreichung der Unternehmensziele wesentlich ist.

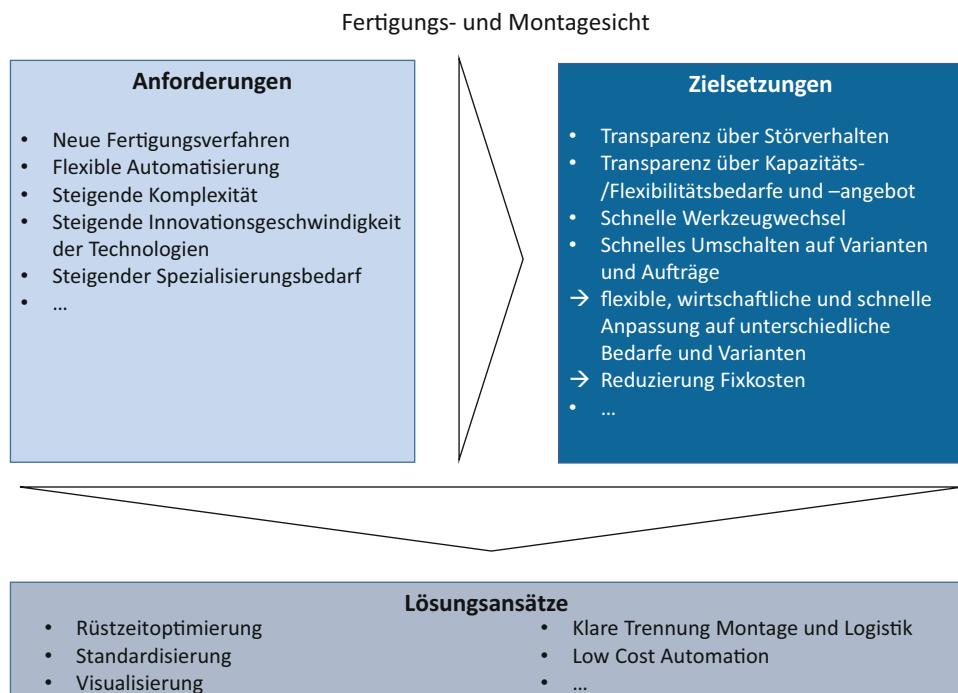


Abb. 1.8 Anforderungen und Zielsetzungen aus Fertigungs- und Montagesicht

Das **Controlling** muss im Gegenzug die Produktionsprozesse, Abläufe und deren Wirkzusammenhänge und dafür notwendige Maßnahmen verstehen, um ein Gesamtoptimum anstreben, Effizienzsteigerung unterstützen und bei Abweichungen korrigierend eingreifen zu können. Controlling darf dabei nicht dem deutschen Wort Kontrolle gleichgesetzt werden. Controlling beschäftigt sich vielmehr mit der ergebnisorientierten Steuerung, Planung und Umsetzung von Tätigkeiten und Maßnahmen durch die strukturierte Beschaffung von Daten, deren Aufbereitung, Analyse und deren Kommunikation. Der letzte Punkt stellt dabei eine besondere Herausforderung dar, da die richtige Information an die richtige Stelle im Unternehmen gelangen muss. Das Controlling hat die Aufgabe diese Maßnahmen hinsichtlich ihrer Zielerreichung zu beobachten und bei Bedarf steuernd einzutragen.

Aufgaben der Produktion

- Herstellung von Produkten
- Optimierung von Produktionsanlagen, Material- & Mitarbeitereinsatz, Organisation, Planung, Steuerung, etc.



Abb. 1.9 Anforderungen und Zielsetzungen aus Beschaffungssicht

Aufgaben des Controllings

- Beschaffung von Daten, Aufbereitung, Analyse und Kommunikation
- Ergebnisorientierte Steuerung, Planung und Umsetzung von Tätigkeiten und Maßnahmen

Ziel eines erfolgreichen **Produktionscontrollings** muss es also sein, den effizienten und erfolgreichen Betrieb sicher zu stellen, relevante Investitionsentscheidungen im Sinne einer ganzheitlichen Optimierung zu treffen und Kompromisse zwischen produktionsrelevanten und kaufmännischen Zielsetzungen zu finden, die nicht immer konform sind. Die optimale Zusammenstellung von Input zu Output ist wesentliche Aufgabe des Produktionscontrollings. Dafür werden Investitionsrechenverfahren eingesetzt, Technologieportfolioanalysen durchgeführt, sowie Nutzwertanalysen aufgestellt. Kennzahlen und Kosteninformationen werden gezielt eingesetzt und zu Steuerungs- und Koordinationszwecken genutzt. Wichtig ist, dass nur diejenigen Größen zur Steuerung herangezogen werden, die von der Produktion auch tatsächlich direkt beeinflusst werden. Werden Steu-

ergrößen nur teilweise oder indirekt von der Produktion beeinflusst, hat das Controlling die Aufgabe, die tatsächlichen Wirkzusammenhänge aufzuzeigen.

Die beschriebenen Zusammenhänge sind eine Art Übersetzung der Unternehmensziele in Steuerungsgrößen für die Produktion. Die einfachste Übersetzung ist diejenige in Kosten. Wichtig ist dabei die Unterscheidung in fixe und variable Kostenanteile, um Veränderungen der Kosten durch veränderte Produktionsmengen von Veränderungen durch tatsächliche Effektivitätssteigerungen unterscheiden zu können. Allerdings ist das nicht für alle Ziele möglich – es existieren auch zahlreiche weiche Faktoren, die für den Erfolg eines Betriebes ausschlaggebend sind. Auch für diese Faktoren gilt es, Ziele und Maßnahmen zu definieren und diese zu überwachen und zu steuern. Das Produktionscontrolling ist also verantwortlich für Ermittlung, Auswertung und Interpretation der richtigen Kennzahlen im Produktionsumfeld und wesentlich als Schnittstelle zum Unternehmenscontrolling.

Aufgaben des Produktionscontrollings

- Verbindung von Produktions- und Controllingzielen
- Optimierung von Input und Output
- Auswahl richtiger Kennzahlen für Steuerung und Koordinierung der Produktion
- Ermittlung, Auswertung und Interpretation

Die Frage nach dem Wert einer Sache ergibt sich in der Regel nach der Verfügbarkeit des jeweiligen Gutes. Produkte die rar sind, werden typischerweise als **wertvoller** erachtet als Produkte die unbegrenzt zur Verfügung stehen. In der Produktion stehen beispielsweise meist lediglich sogenannte C-Artikel beinahe unbegrenzt zur Verfügung. Das sind Teile, die einen geringen (Einkaufs-)Wert im Vergleich zu den restlichen Teilen des Endproduktes haben – oftmals handelt es sich dabei um Norm- oder sonstige Kleinteile. Als rar werden hingegen Teile bezeichnet, die eine höhere Wertigkeit haben (sogenannte A- und B-Artikel). Zudem gibt es Teile, die von Natur aus nur begrenzt zur Verfügung stehen – unabhängig von deren Wert.

2.1 Der Wert aus Kundensicht

Der Wert einer Sache beschreibt die Eigenschaften, die den Kunden dazu bewegen soll, es zu kaufen. Das führt zu folgenden Fragestellungen:

- Was macht das Produkt aus Sicht der Kunden begehrenswert?
- Wofür ist der Kunde bereit zu zahlen?

Rarität, aber auch Life-Style, Statussymbol, Funktionalität, Individualisierung oder eine frühere zeitliche Bereitstellung als von Wettbewerbern angeboten, sind ausschlaggebende Merkmale für Kunden und können somit auch die Wertigkeit eines Produktes steigern. Hierfür sind Kunden oftmals bereit mehr zu zahlen, d. h. es können dafür höhere Aufwände in der Produktion anfallen. Die möglichen Anforderungen der beschriebenen Merkmale an Produktion und Logistik sind vielfältig (Abb. 2.1).

Begehrtheit durch...	Mögliche Anforderungen an Produktion und Logistik...
Rare Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> - schwierige Beschaffung - lange Wiederbeschaffungszeiten - Kauf mit hohem Risiko - Bestandsaufbau
Life-Style	<ul style="list-style-type: none"> - wechselnde Produktreihen - häufig wechselnde Bauteile - aufwendige Bereitstellung - hohe Anforderungen insbesondere an das Design des Produktes - hohe Ansprüche an die Produktion und Qualitätssicherungsmaßnahmen
Statussymbol	<ul style="list-style-type: none"> - teure Produkte mit geringen Stückzahlen - hohe Varianz - Einzelfertigung mit hohen Anspruch an Logistik, Produktion und Qualitätssicherung
Funktionalität	<ul style="list-style-type: none"> - Komplexe Produkte und hohe Variantenzahlen - wechselnde Fertigungsabläufe - aufwendige Logistik - hoher Aufwand in der Prüfung und Qualitätssicherung bei unterschiedlicher Funktionalität
Individualisierung	<ul style="list-style-type: none"> - hohe Varianz (auch in Serienfertigung) - kleinere Mengen pro Variante - steigende Umrüstprozesse - aufwendige Logistik in Beschaffung bis zur Bereitstellung - schwankende Arbeitsinhalte - hoher Flexibilitätsbedarf in Produktion und Logistik
Frühere zeitliche Bereitstellung & Flexibilität	<ul style="list-style-type: none"> - kurze Bearbeitungs- und Durchlaufzeiten - optimierte Abläufe in Produktion und Logistik - hoher Reaktionsfähigkeits- und Flexibilitätsbedarf

Abb. 2.1 Anforderungen an Produktion und Logistik

Wird der Begriff „Wert“ auf die Produktion übertragen, stellen sich folgende Fragen:

- Was definiert den tatsächlichen Wert des herzustellenden Artikels im Sinne der Produktion?
 - Wofür in Produktion und Logistik ist der Kunde bereit zu zahlen?
- **Wert-Begriff** Alle Leistungen und Güter, die für die Herstellung notwendig sind und für die der Kunde bereit ist zu zahlen.

Nach dieser Definition fließen nicht nur Artikel in die Wertdefinition mit ein, sondern auch die Leistungen bzw. Dienstleistungen, die notwendig sind, um ein Produkt herzustellen und es letztendlich bis zum Kunden zu bringen. Diese Wertdefinition darf nicht mit den Herstellkosten gleichgesetzt werden. Beispielsweise erwirbt ein Kunde ein bestimmtes Produkt zu einem bestimmten Endpreis. Eine weitere Aufschlüsselung der Bestandteile, aus denen sich der Endpreis zusammensetzt bekommt er dabei in der Regel nicht. Falls die Kosten doch aufgeschlüsselt werden, sieht er neben den Materialkosten, die Fertigungskosten, sowie diverse Gemeinkosten und weitere Zuschläge. Eine Auflistung der tatsächlichen Kostenverursacher wiederum findet er meistens nicht. Dementsprechend kann der Kunde schwer einschätzen, welche Kosten durch eine tatsächliche Wertsteigerung an seinem Produkt entstanden sind. Dabei gibt es Kosten, die der Kunde voraussichtlich bereit ist zu tragen, wie Materialkosten, direkte Fertigungskosten, sowie bestimmte indirekte Kosten durch Organisation und Steuerung. Warten auf das Produkt, Fehler am Erzeugnis, unsachgemäße Behandlung oder falsche Informationen bringen keinen Mehrwert für den Kunden. Sie sind somit nicht wertschöpfend und verursachen Kosten, die der Kunde nicht bereit wäre zu zahlen, wenn er deren Anteil an den Kosten kennen würde. Ist der Kunde nicht mehr bereit für diese Kosten aufzukommen, arbeitet das Unternehmen nicht mehr wirtschaftlich. Wert kann deshalb nur vom Endverbraucher bzw. vom Abnehmer definiert werden. Er entscheidet, welche Leistung für ihn einen Wert hat. Diese Wertdefinition aus Sicht des Kunden ist nicht zwangsläufig identisch mit der Kostensicht des innerbetrieblichen Rechnungswesens. Mehrwert aus Kundensicht sollte alle betrieblichen Leistungen umfassen, für die der Kunde bereit ist zu zahlen, sogar wenn diese explizit auf seiner Rechnung stehen würden.

2.2 Lean Production und Wertstromorientierung

Unter **Lean Production** oder übersetzt „schlanke Produktion“ versteht man die konsequente Anwendung zahlreicher Methoden, Maßnahmen und Prinzipien zur Optimierung, Planung und Gestaltung der gesamten Produktion. Lean Production stellt den Mitarbeiter in den Mittelpunkt und bietet Leitlinien, Arbeitsprinzipien, Ansätze zur Organisationsentwicklung und pragmatische Werkzeuge für Mitarbeiter. Eine schlanke Produktion ist geprägt von einer konsequenten Vermeidung von Verschwendungen und der Konzentration auf wertschöpfende Tätigkeiten.

Der Begriff Lean-Production wurde bekannt, als das Massachusetts Institute of Technology (MIT) erstmals die Ursachen und Hintergründe des Erfolgs des japanischen Automobilherstellers Toyota im Jahre 1990 veröffentlichte. Diese Studie basierte auf dem von Taiichi Ohno entwickelten Toyota Produktion System (TPS). Der Grundgedanke von Lean Production basiert auf dem Toyota Produktionssystem (TPS) und beschreibt die Generierung von Unternehmenspotenzialen durch geringeren Einsatz von Ressourcen, Fertigung nach Bedarf, Stabilisierung der Produktion, Konzentration auf die Wertschöpfung (siehe

auch Abschn. 2.3.1), Flexibilisierung, die Förderung von Innovation und die Vermeidung von Verschwendungen.

Lean Production ermöglicht es, Produkte nach Kundenwunsch in hoher Qualität und in kleinen Stückzahlen schnell und effizient herzustellen. Die Methoden und Ansätze sind auch auf Dienstleistungen und Verwaltungsaufgaben übertragbar. Dabei ist der ganzheitliche Ansatz wichtig – Ziele und Gesamtsystem müssen bei Detaillösungen immer berücksichtigt werden. Der Mitarbeiter wird dabei zum integralen Bestandteil des Produktions- und Denkprozesses, seine Motivation und Befriedigung durch seine Arbeit stehen im Mittelpunkt. Punkte, wie eine hohe Prozessorientierung, die Ausrichtung am Kunden und die Vermeidung von Verschwendungen jeglicher Art sind dabei elementar.

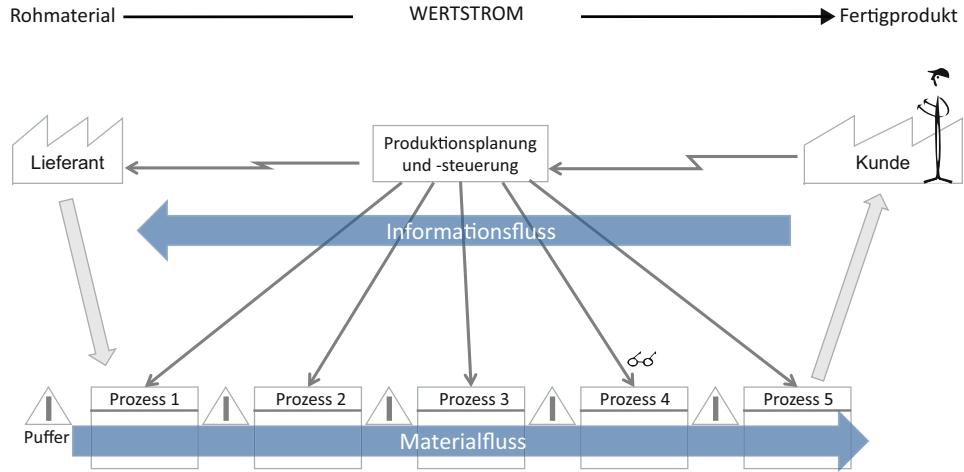
Ansätze des Lean Production

- Geringer Einsatz von Ressourcen
- Fertigung nach Bedarf
- Stabilisierung der Produktion
- Konzentration auf die Wertschöpfung
- Flexibilisierung
- Die Förderung von Innovation
- Die Vermeidung von Verschwendungen

Wesentlicher Bestandteil des Lean Production ist die Wertstromorientierung. Der Wertstrom umfasst alle wertschöpfenden und nicht-wertschöpfenden Tätigkeiten, die bis zur Übergabe des Produktes an den Kunden durchgeführt werden (Abb. 2.2). Dabei werden die durchlaufenden Prozesse gemäß ihres zeitlichen Ablaufs und mit zunehmendem Bearbeitungsfortschritt abgebildet. Der Wertstrom beinhaltet dabei sowohl den Material- als auch den Informationsfluss.

Die Beschreibungen wichtiger Prinzipien der Wertstromorientierung können dabei helfen, die Maximalausprägungen dieser Prinzipien zu verstehen und das eigene Unternehmen dahingehend einzuordnen, inwieweit schlanke Ansätze im Unternehmen bereits etabliert sind (Abb. 2.3).

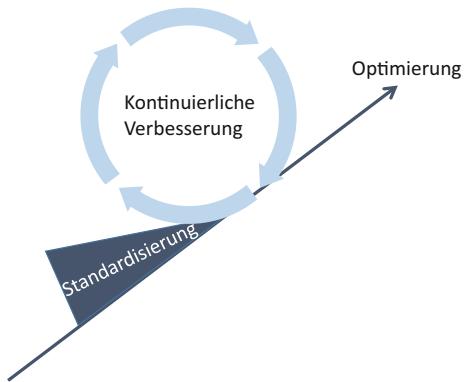
Einen hohen Stellenwert innerhalb des Lean Production und der Wertstromorientierung nehmen Standards zur Vermeidung von Fehlern und Vereinfachung von Tätigkeiten ein. Standards sind Vorgehensweisen, Zustände oder Anforderungen, die objektiv, einfach, eindeutig und verständlich sein müssen. Sie stellen sicher, dass Vorgaben hinsichtlich erwarteter Zeit, Kosten und Qualität eingehalten und alle Mitarbeiter gleichartig auf diesen Vorgaben qualifiziert werden können. Dadurch können Mängel und Verluste frühzeitig vermieden werden und eine kontinuierliche Verbesserung im Unternehmen verankert werden (Abb. 2.4).

**Abb. 2.2** Wertstromsicht auf die Produktion

Prinzipieller Wertstromorientierung	Beschreibung (Maximalausprägung)
Kundenorientierung steht im Vordergrund	Alle Aktivitäten sind streng auf den Kunden ausgerichtet. Die Wünsche des Kunden haben oberste Priorität im Unternehmen. Die Prozesse sind am Kunden orientiert. Sie akzeptieren auch schlechtere Produktionsbedingungen (z.B. mehr Rüstprozesse) um die Kundewünsche zu befriedigen.
Wertschöpfung hat Priorität	Die wertschöpfenden Tätigkeiten haben oberste Priorität im Unternehmen. Das gilt für alle verfügbaren Ressourcen. Sie konzentrieren sich auf Wertschöpfungsprozesse und vermeiden Verschwendungen. Verschwendungen sind im Unternehmen bekannt.
Standardisierung	Formalisierung und Standardisierung der Arbeitsgänge durch einfache schriftliche und bildliche Darstellungen sind vorhanden. Arbeitsplätze, Flächen und Maschinen sind möglichst vereinheitlicht im Unternehmen.
Gruppen-/ Teamarbeit	Die Aufgaben werden in der Gruppe oder im Team erledigt. Der Konsensgedanke ist bei der Lösung der Aufgabe dominant, interner Wettbewerb wird vermieden. Dies gilt auch über die Bereichsgrenzen (und Kostenstellengrenzen) hinweg.
Eigenverantwortung für die Durchführung	Jede Tätigkeit wird in Eigenverantwortung durchgeführt. Den Rahmen dazu bilden die Standards, die für jede Tätigkeit erstellt werden. Kann die geforderte Qualität nicht eingehalten werden, wird der Arbeitsfluss unterbrochen und Hilfe angefordert.
Feedback als Steuerungsinstrument	Alle Aktivitäten, vom einzelnen Arbeitsplatz bis zum kompletten Funktionsbereich, werden von einem intensiven Feedback begleitet. Die Reaktionen von Außenwelt, System oder Anlagen dienen zur Steuerung des eigenen Handelns. Es sind sowohl Kennzahlen, als auch entsprechende regelmäßige Feedbackrunden etabliert.
Ständige Verbesserung	Die ständige Verbesserung aller Leistungsprozesse bestimmt das tägliche Denken. Es gibt keine endgültigen Ziele, sondern nur Schritte in die richtige Richtung. Mitarbeiter initiieren eigenverantwortlich Verbesserungsprozesse.
Sofortige Fehlerabstetzung an der Ursache	Jeder Fehler wird als Störung des Prozesses angesehen, dem bis auf die eigentliche Ursache nachzugehen ist. Es gibt fest installierte Qualitätszirkel, jeder Fehler wird offenbart.
Vorausdenken, Vorausplanen	Nicht die erfolgreiche Reaktion, sondern die Vermeidung künftiger Probleme gilt als ideal. Langfristiger Erfolg durch zielgerichtete Maßnahmen stehen vor dem kurzfristigen (täglichen) Eingreifen und adhoc-Maßnahmen.
Kleine, beherrschte Schritte	Die Entwicklung erfolgt in kleinen beherrschten Schritten. Das Feedback auf jeden Schritt steuert den nächsten. Die Geschwindigkeit wird durch die schnelle Folge der Schritte erhöht. Trotzdem gibt es einen übergeordneten Rahmen, der die Zielrichtung vorgibt.

Abb. 2.3 Prinzipien der Wertstromorientierung

Abb. 2.4 Standardisierung
sichert die Nachhaltigkeit
kontinuierlicher Verbesserungsmaßnahmen



Beispiele für Standards

- Richtlinien und Leitfäden
- Handbücher
- Arbeitsmethoden und -anweisungen
- Verfahrensanweisungen
- Einheitliche Einheiten
- Qualitätsanforderungen
- Vorschriften und Regelungen
- Spezifikationen und Normen
- Formulare und Schriftverkehr
- Anwesenheits- und Abwesenheitstafeln
- Ablagestandards in Ordnern und PC
- Wartungspläne für Maschinen, Anlagen, Bürogeräte, etc.
- Informations- und Kommunikationsstandards
- Corporate Identity

Erfolgreiche Lean-Vorhaben sind durch die konsequente Einhaltung einfacher Prinzipien gekennzeichnet. Dabei steht der Kunde im Vordergrund – von ihm ausgehend wird der Wertstrom der betrachteten Produktfamilie identifiziert und deren Produkte bestmöglich zum Fließen gebracht. Ist eine durchgehende Fließproduktion nicht möglich oder nicht ausreichend effizient, müssen Prozesse entkoppelt und gesteuert werden. Dabei wird ein ziehendes Prinzip bevorzugt, um Verschwendungen in Form von Beständen und Überproduktion zu vermeiden. Durch kontinuierliche Verbesserung wird letztendlich immer ein noch höherer Optimierungsgrad angestrebt. Oberste Maßgröße stellt dabei die Durchlaufzeit dar. Durch ihre Verkürzung, verringern sich mit Beständen verbundene Tätigkeiten, Verschwendungen und Kapitalbindung, während sich Flexibilität und Liefertreue erhöhen (siehe auch Abschn. 8.2.1).

Erfolgreiche Umsetzung von Lean Production

1. Fokussierung auf den Kunden
2. Identifikation des Wertstroms
3. Realisierung des Fließprinzips
4. Umsetzung des Ziehprinzips
5. Streben nach Perfektion
→ Reduzierung der Durchlaufzeit!

2.3 Identifikation von Wertschöpfung und Verschwendungen

2.3.1 Wertschöpfung

Der Begriff Wert geht einher mit dem Begriff der „Wertschöpfung“ im Betrieb. Für den Produktionsbetrieb setzen sich Fertigungssysteme aus Bearbeitungs-, Werkstück- und Werkzeughandhabungssystem, Mess- und Überwachungssystem, Ver- und Entsorgungssystem, sowie Lagerungs- und Steuerungssystem zusammen. Vor, nach und auch zwischen den Arbeitsgängen können diese Fertigungssysteme Lager oder Materialpuffer haben. In der Produktion finden reine Bearbeitungsprozesse, Lager- und Transportprozesse, als auch unterstützende Nebentätigkeiten zu Planung, Steuerung und Überwachung statt. Somit bildet die Gesamtheit aller Fertigungseinheiten das Bearbeitungssystem, in dem die tatsächliche Wertschöpfung stattfindet. Wertschöpfung ist dabei ein Transformationsprozess, welcher Inputs (Vorleistungen, Vorprodukte, Rohstoffe) veredelt. Die Wertschöpfung im Sinne der Produktion ist somit der Beitrag, den ein Unternehmen dem Wert der bezogenen Güter hinzufügt.

Als unterstützende Nebentätigkeiten sind die Arbeiten gemeint, die innerhalb einer Produktion durchgeführt werden müssen, aber nicht unmittelbar zur Wertsteigerung beitragen. Wie viel dieser unterstützenden Tätigkeiten dabei in den reinen Wertschöpfungs- bzw. Transformationsprozess einfließen sollten, ist nicht definiert. Grundsätzlich gilt: Je weniger, desto besser!

Fragen zur Wertschöpfung

- Was macht das Produkt aus Sicht der Kunden begehrenswert?
- Wofür ist der Kunde bereit zu zahlen?
- Was generiert in Produktion und Logistik einen Mehrwert im Sinne des Kunden bzw. im Sinne des Produktes?

2.3.2 Verschwendungen

Der Begriff Verschwendungen – japanisch Muda – bildet die Grundlage sämtlicher Beschreibungen des Lean Production – der schlanken Produktion. Im Rahmen des Lean Productions wird jede Aktivität, die Ressourcen verbraucht, aber keinen Wert erzeugt, als Verschwendungen angesehen. Ressourcen sind in diesem Zusammenhang Produktionshilfsmittel, Waren, Mitarbeiter und insbesondere die Komponente Zeit. Verschwendungen kostet in erster Linie Zeit und Geld für unnötige Tätigkeiten und hindert das Unternehmen in dieser Zeit daran, einen Wert und damit einen Nutzen für den Kunden zu generieren. Verschwendungen betrifft damit nicht nur die wirtschaftliche Seite des Unternehmens, sondern auch die direkte Schnittstelle zum Kunden.

- ▶ Als Verschwendungen werden alle Tätigkeiten in Rahmen der Produktion (und Logistik) betrachtet, die aus der Sicht des Kunden nicht wertschöpfend sind und damit keinen direkten „Mehrwert“ für den Kunden erbringen.

Der Übergang zwischen Wertschöpfung und Verschwendungen ist im Unternehmen fließend und nicht vollständig abgrenzbar. Selbst den Mitarbeiter ist häufig nicht bewusst, wenn sie nicht wertschöpfend tätig sind. Es wird zwischen drei Wertschöpfungsarten unterschieden: rein wertschöpfend, unterstützend und nicht wertschöpfend (Abb. 2.5).

Rein wertschöpfende Aktivitäten sind diejenigen, die einen direkten Kundennutzen erzeugen. Diese Nutzleistung (z. B. Zusammenschweißen von Rohren) wird auch Wert-

Abb. 2.5 Wertschöpfungstypen



schöpfungstyp I genannt. Wertschöpfungstyp II ist eine Tätigkeit, die notwendig ist, um die reine Wertschöpfung zu vollbringen, die im engeren Sinne jedoch nicht selbst wert-erzeugend ist. Eine solche Tätigkeit ist beispielsweise das Ausrichten der Rohre für das Schweißen, die auch als Scheinleistung oder Nebentätigkeit bezeichnet wird. Da sie kei-nen Wert für den Verbraucher bringt, gilt sie auch als Verschwendungsartyp I. Typ III der Wertschöpfung sind nicht werterzeugende Tätigkeiten und sollten wenn möglich vollstän-dig vermieden werden. Dazu zählt beispielsweise das unnötige Bewegen von Waren. Diese Tätigkeiten werden auch als Blindleistung oder Verschwendungsartyp II bezeichnet. Ver-schwendungen ist keine Ursache, sondern lediglich das Symptom eines Problems. Daher ist es unbedingt notwendig, die Ursachen für Verschwendungen ausfindig zu machen, um die nicht wertschöpfenden Anteile eliminieren zu können.

Die Verschwendungsarten beschreiben Potenziale innerhalb der Produktion. Ver-schwendungen tritt allerdings nicht nur in der Produktion auf, sondern kann auch in produktionsunterstützenden Bereichen entstehen.

7 Grund-Verschwendungsarten

1. Überproduktion von nicht benötigten Gütern
2. Fehler bei Produkten, Nacharbeit, Ausschuss
3. Lagerbestände von Gütern, die auf Weiterverarbeitung oder Konsumtion warten
4. Unnötige Verarbeitungsschritte und ineffiziente Herstellungsarten
5. Unnötige Bewegung von Menschen
6. Unnötiger Transport von Gütern
7. Wartezeit von jeglichen Ressourcen

Die unterschiedlichen Verschwendungsarten verteilen sich auf sämtliche direkten und indirekten Bereiche der Produktion. Verschwendungen in Produktion und Logistik (Abb. 2.6) bezieht sich dabei in erster Linie auf Ressourcen wie Maschinen, Flächen und direkte Mitarbeiter und lässt sich anhand der genannten Grundverschwendungsarten identifizieren. Verschwendungen in Steuerung und Organisation (Abb. 2.7) betrifft dagegen eher Ressourcen wie Mitarbeiter in indirekten Bereichen und vor allem zugehörige Sys-teme. Die Grundverschwendungsarten geben dabei bereits einen umfassenden Hinweis auf Ineffizienzen, müssen allerdings durch Verschwendungen ergänzt werden, die durch Informationsflüsse und zugehörige Systeme entstehen können. Verschwendungen in Pla-nung und Entwicklung (Abb. 2.8) beziehen sich ebenfalls hauptsächlich auf indirekte Mitarbeiter und Systeme, allerdings müssen auch Methoden der Zusammenarbeit und menschliche Eigenschaften mit in die Verschwendungsbeobachtung einfließen.

Die Schwierigkeit der Verschwendungsvermeidung besteht darin, nicht wertschöpfen-de Prozesse und Tätigkeiten zu identifizieren, da Verschwendungsaktivitäten oftmals nicht als solche offensichtlich sind. Für jeden Prozess muss vorab definiert werden, was tatsäch-

Verschwendungsarten in Produktion und Logistik		Verschwendungen von Ressourcen in den direkten Bereichen (Maschinen, Mitarbeiter, Fläche, etc.) durch
Überproduktion		<ul style="list-style-type: none"> • Produktion nicht benötigter Teile
Fläche		<ul style="list-style-type: none"> • nicht benötigte Freiflächen • Ineffizient genutzte Flächen
Transport		<ul style="list-style-type: none"> • unnötige Transporte • Schäden durch Transporte
Wartezeit		<ul style="list-style-type: none"> • Warten von Mitarbeitern • Warten von Maschinen • Warten von Material auf Weiterverarbeitung
Wegezeit		<ul style="list-style-type: none"> • lange Wege für Mitarbeiter • lange Wege für Material
Bestände		<ul style="list-style-type: none"> • hohe Kapitalbindung • Schäden durch Lagervorgänge oder Lagerung • Verschrottung • Ein- und Auslagerungsvorgänge zur Umsortierung
Fehler		<ul style="list-style-type: none"> • Produktion fehlerhafter Teile • Nacharbeit

Abb. 2.6 Verschwendungen in Produktion und Logistik

Verschwendungsarten in Steuerung und Organisation		Verschwendungen von Ressourcen in den indirekten Bereichen (Mitarbeiter, Systeme, etc.) durch
Wartezeit		<ul style="list-style-type: none"> • Warten auf Information • Warten auf Entscheidungen • Warten auf Systeme • Warten auf Rückmeldungen
Liegezeit		<ul style="list-style-type: none"> • Warten von Information auf Weiterverarbeitung
Wegezeit		<ul style="list-style-type: none"> • lange Wege für Information • lange Wege für Mitarbeiter
Blindleistung		<ul style="list-style-type: none"> • Daten und Kennzahlen, die nicht weiterverwendet werden • Analysen und Konzepte, die nicht weiterverfolgt werden

Abb. 2.7 Verschwendungen in Steuerung und Organisation

Verschwendungsarten in Planung und Entwicklung	Verschwendungen von Ressourcen in den indirekten Bereichen (Mitarbeiter, Systeme, etc.) durch
Wartezeit	<ul style="list-style-type: none"> • Warten auf Information • Warten auf Ergebnisse/ Studien
Wege	<ul style="list-style-type: none"> • lange Wege für Informationen
Bestände	<ul style="list-style-type: none"> • hoher Suchaufwand • unnötiges Equipment
Fehler	<ul style="list-style-type: none"> • fehlerhafte Prozesse • Wiederholung fehlerhafter Prozesse
Ignoranz	<ul style="list-style-type: none"> • mangelnde Kooperationsbereitschaft • mangelndes Interesse • mangelndes Fachwissen • schlechte Vorbereitung
Know-How	<ul style="list-style-type: none"> • unnötige Erfindungen • Neuerfindungen • falschen Einsatz von Kompetenzen
Überinformation	<ul style="list-style-type: none"> • unnötige Information • falsche Information • Überfrachtung
Überfrachtung	<ul style="list-style-type: none"> • Doppelbearbeitung • unnötige Prozesse

Abb. 2.8 Verschwendungen in Planung und Entwicklung

lich als Wertschöpfung definiert werden kann – also alle Tätigkeiten, die getan werden müssen um den eigentlichen Wert des Produktes zu erhöhen. Hierbei helfen sogenannte Wertschöpfungskurven. Eine Wertschöpfungskurve zeigt den Wertzuwachs gegenüber der Zeit (Abb. 2.9). Nicht wertschöpfende Tätigkeiten haben dabei eine Steigung von Null und erzeugen keinen Wertzuwachs. Ein Beispiel sei hier der Bestand in der Produktion, der längere Zeit gelagert oder innerhalb der Produktion transportiert wird und in dieser Zeit nur dann an Wert gewinnt, wenn es sich beispielsweise um Reife-, Härte-, oder Trocknungsprozesse handelt. Ansonsten kann es sogar dazu kommen, dass der Wertzuwachs und somit die Steigung der Kurve negativ ist, wenn zum Beispiel nicht wertschöpfende Tätigkeiten den Wert des Produktes durch zu lange Lagerprozesse und dadurch mögliche Verfallsprozesse reduzieren. Danach kann der Wert eines Produktes bis auf 0 absinken und es muss viel Energie und Aufwand zur Aufbereitung (z. B. Reinigen, Entölen) investiert werden, um den vorherigen Wert wieder zu erreichen.

Der Wertzuwachs darf dabei allerdings nicht mit den Kosten die für dieses Produkt entstehen gleich gesetzt werden. Der Wertzuwachs beschreibt lediglich, was tatsächlich einen Mehrwert für den Kunden darstellt und was der Kunde bereit wäre zu zahlen, würde er die genaue Kostenentstehung kennen. Neben den Kosten die für den tatsächlichen

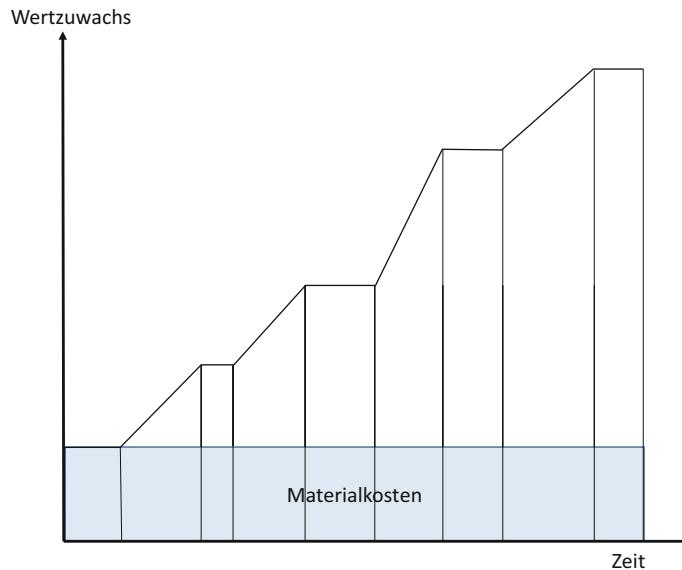


Abb. 2.9 Wertzuwachskurve

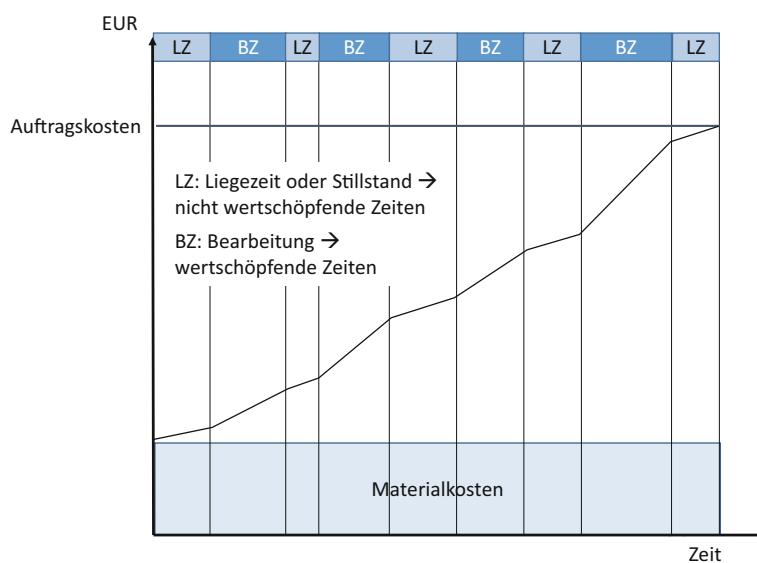


Abb. 2.10 Kostenzuwachskurve

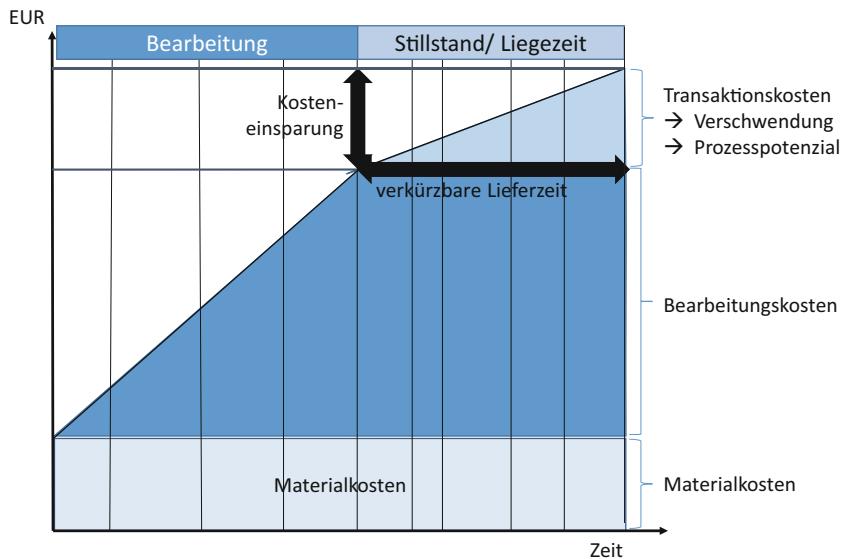


Abb. 2.11 Einsparpotenzial durch Verschwendungsvermeidung

Wertzuwachs, müssen die Kosten für die nicht wertschöpfenden Tätigkeiten ebenfalls auf das Produkt umgelegt werden (Abb. 2.10). In der Regel erfolgt das über Gemeinkosten, eine verursachungsgerechte Zurechnung erfolgt dann nicht.

Zählt man alle Kosten für nicht wertschöpfende Zeiten in Form von Stillständen oder Lagerprozessen zusammen und stellt sie den Kosten für die tatsächlich wertschöpfenden Tätigkeiten gegenüber, werden mögliche Kosten- und Zeitersparnisse sichtbar. Die Differenz zwischen dem gesamten Kostenzuwachs und den Kosten für Wertschöpfung stellt das Potenzial dar, das der betrachtete Prozess zur Optimierung beinhaltet (Abb. 2.11).

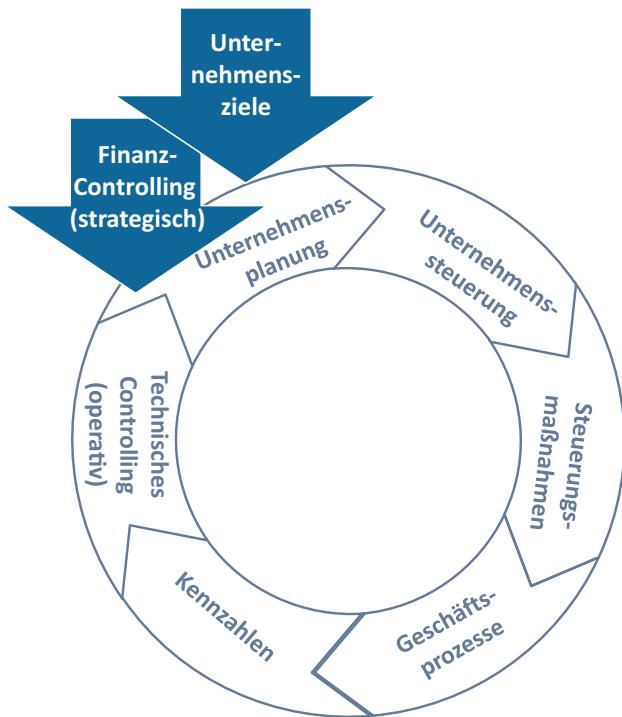
Kennzahlen in der Produktion

3

Die Führung von Unternehmen ist von Entscheidungen geprägt, die täglich getroffen werden. Angefangen bei operativen Aufgaben, wie die Gestaltung des Produktionsprogramms, der notwendige Ressourceneinsatz oder die benötigten Materialbedarfe, bis hin zu taktischen und strategischen Entscheidungen, wie notwendige Investitionen, die Belegung von Werken, Entscheidungen über das angebotene Sortiment, Standorte oder Vertriebsstrategien. Werden diese Entscheidungen ohne die Kenntnis des tatsächlichen Ist-Zustandes und den Ursachen möglicher positiver oder negativer Effekte getroffen, haben die beteiligten Manager lediglich ihre subjektiven Einschätzungen zur Verfügung. Durch langjährige Erfahrungen einzelner Beteiligter können sie häufig die richtigen Schlussfolgerungen ziehen und richtige Entscheidungen treffen. Treten allerdings bisher unbekannte Situationen ein, steigt das Risiko für Fehlentscheidungen. Subjektive Einschätzungen und gefühlte Zustände sollten dann abgesichert und somit objektiviert werden. Kennzahlen stellen dabei sicher, dass der momentane Zustand sämtlicher Bereiche und Prozesse transparent gemacht wird und ermöglichen die gezielte Suche nach Ursachen und Wirkzusammenhängen. Dadurch können die richtigen Maßnahmen zur Zielerreichung adressiert und unabgestimmte Verbesserungsmaßnahmen verhindert werden. Dafür müssen die Unternehmensziele auf Kennzahlenebene heruntergebrochen und Zielwerte für die Kennzahlen vorgegeben werden. Darüber hinaus können anhand von Kennzahlen zukünftige Szenarien simuliert werden und möglichen Auswirkungen vorgegriffen werden. Dadurch entsteht ein Zusammenhang zwischen Planung, Steuerung durch geeignete Maßnahmen, Kennzahlen und Controlling (Abb. 3.1).

Ohne geeignete Mess- und Steuergrößen werden die tatsächlichen Potenziale im Unternehmen häufig verschleiert und Prozesse können nicht ausreichend überwacht werden. Auch das Monitoring von Auftragsfortschritten wird erschwert und die Sensibilisierung der Mitarbeiter hinsichtlich notwendiger Maßnahmen zur Zielerreichung gelingt dann häufig nicht. Die Bewertung von Lieferanten und die Kommunikation mit dem Kunden können nicht systematisiert werden. Das Gleiche gilt innerhalb der Produktion; erst wenn bekannt ist, wie gut oder wie schlecht ein Prozess ist, können Potenziale aufgedeckt wer-

Abb. 3.1 Zusammenhang zwischen Planung, Steuerung, Kennzahlen und Controlling



den. Hierfür werden geeignete Kennzahlen benötigt. Aussagen wie „Wir müssen besser werden!“ oder „Die Anlage läuft schlecht!“ führen zu keiner gezielten Verbesserung, deshalb ist es wichtig, dass „besser“ oder „schlechter“ quantifizierbar und mit konkreten Werten hinterlegt werden können.

Kennzahlen ...

- objektivieren subjektive Einschätzungen und gefühlte Zustände,
- machen Ist-Zustände transparent und ermöglichen die Abbildung von Zukunftsszenarien,
- benötigen Vergleichswerte, um aussagekräftig zu sein,
- benötigen einen Kontext und müssen interpretiert werden,
- sind hilfreich, wenn Fremdkapital benötigt wird,
- unterstützen bei gewünschten Verbesserungen.

Nur was gemessen wird, kann auch zielgerichtet verbessert werden.

Leider ist es sehr schwer anhand nur einer Kennzahl die gesamte Produktion zu beschreiben. Vielmehr wird eine Vielzahl von Werten benötigt, um einzelne Zustände innerhalb der Produktion abbilden zu können. Selbst dann kann noch keine Aussage über die gesamte Produktion getroffen werden. Die einzelnen Zustände müssen erst in einen gemeinsamen Kontext gebracht, auf gegenseitige Abhängigkeiten untersucht und dann zu einem Gesamtbild zusammengesetzt werden. Für die jeweiligen Kennzahlen werden Ist-Werte ermittelt und mit Soll-, Vergangenheitswerten oder Kennzahlen anderer Bereiche verglichen. Um die ermittelten Abweichungen überprüfen und nachvollziehen zu können, muss die betrachtete Kennzahl in alle Einzelteile zerlegt werden, auch um mögliche Effekte, die sich gegenseitig kompensieren können, und sämtliche Auswirkungen erkennbar zu machen. Anschließend können zielführende Maßnahmen abgeleitet und angestoßen werden.

3.1 Nutzen von Kennzahlen

Kennzahlen haben unterschiedliche Funktionen – sie fungieren als Führungsinstrumente, unterstützen die Produktionsstrategie, oder messen Werte und Zustände (Abb. 3.2).

Mit **Kennzahlen als Führungsinstrument** kann die Produktion koordiniert und gesteuert werden. Zur Koordination werden Zielvereinbarungen zu den jeweiligen Kennzahlen abgeleitet und der Erreichungsgrad dieser Ziele verfolgt, visualisiert und Ursachen analysiert. Zur Steuerung werden Kennzahlen herangezogen, um die Leistung der gesamten Produktion, aber auch einzelner Prozesse, zu planen und diese Leistung zu kontrollieren. Kennzahlen unterstützen somit die Unternehmensführung und versorgen

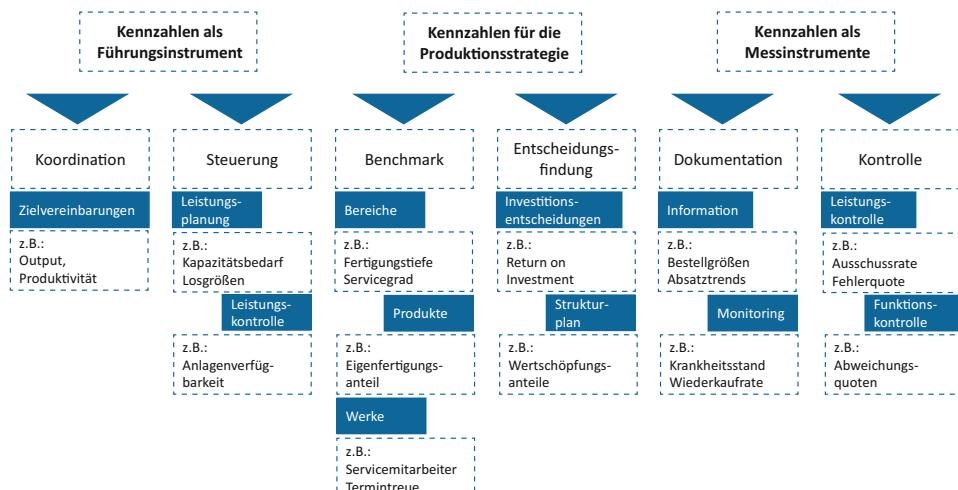


Abb. 3.2 Kennzahlen unterstützen das Management auf verschiedene Arten

das Management mit relevanten Informationen für die Planung, Steuerung und Kontrolle innerhalb des entscheidungsorientierten Rechnungswesens. Sie ermöglichen außerdem die Abstimmung des Managements hinsichtlich übergeordneter Strategien und Unternehmensziele.

Kennzahlen zur Unterstützung der Produktionsstrategie dienen in erster Linie der Entscheidungsfindung und der Analyse von erreichbaren Zielsetzungen, auch durch interne oder auch externe Benchmarks. Einzelne Produktionsbereiche, Prozesse und Anlagen oder ganze Werke und Standorte können anhand von Kennzahlen gegenüber gestellt werden und Aussagen über die relative Leistung der betrachteten Objekte treffen. Entscheidungen, beispielsweise über Investitionen, werden durch diese Kennzahlen unterstützt, aber auch strategische Planungen zur Produktionsstruktur und -organisation werden anhand geeigneter Kennzahlen validiert und bei Bedarf angepasst.

Kennzahlen als Messinstrument sind meist absolute Werte, die sowohl zur reinen Dokumentation herangezogen, als auch zur Kontrolle von Prozessen, Anlagen, Mitarbeitern, etc. genutzt werden können. Die Dokumentation von Kennzahlen dient einerseits der Information von Produktionsleitung und Mitarbeitern über Fakten, die nicht direkt von der Produktion beeinflusst werden können, allerdings für die Ausrichtung der Produktion wesentlich sind. Andererseits hilft ein Monitoring der Abbildung von Verläufen und Trends, um kritische Veränderungen als Früherkennungssystem sichtbar zu machen und daraus mögliche Maßnahmen ableiten zu können. Kennzahlen als Kontrollmechanismus dienen der Leistungskontrolle, um mögliche Veränderungen zu erkennen und Analysen daraus abzuleiten. Außerdem können mögliche Funktionsverluste so früh wie möglich durch regelmäßige Funktionskontrollen aufgedeckt und analysiert werden.

„Echte“ Kennzahlen, die von den Mitarbeitern aktiv beeinflusst werden können, werden dabei zur aktiven Steuerung genutzt, während andere nur als Information genutzt werden und dementsprechend auch anders gehandhabt und dargestellt werden sollten. Einfluss nehmen bedeutet in diesem Zusammenhang Maßnahmen abzuleiten, die zur Verbesserung der Kennzahl beitragen können. Können diese Maßnahmen nicht aus einer Kennzahl abgeleitet werden, kann sie entweder nur als Informationszahl dienen, oder der Sinn ihrer Erhebung muss hinterfragt werden.

Der Nutzen von Kennzahlen ist vielfältig

- Sie schaffen **Transparenz** hinsichtlich der Effizienz von Prozessen, Mitarbeitern und Ressourcen, können die zugehörigen Kosten ins Verhältnis setzen oder sonstige Relationen aufzeigen.
- Sie helfen ihrem Anwender durch **Objektivität** die Entscheidungsfindung zu unterstützen und das Risiko für Fehlentscheidungen zu minimieren.
- Durch Kennzahlen können **komplexe Sachverhalte** einfach und verständlich dargestellt werden und auf eine klare Aussage abstrahiert werden.

- Sie unterstützen dabei das **Formulieren von Zielen und Prognosen**, die für die Kennzahlenverantwortlichen als Richtwerte dienen können.
- Die entstehenden **Leistungen und Verbesserungspotenziale** können so messbar gemacht werden.
- Durch die kontinuierliche Aufnahme und Visualisierung von Kennzahlen können **Trends** beobachtet und interpretiert werden.
- Um **Kontinuierliche Verbesserungsprozesse** (KVP) zu unterstützen, können Kennzahlen als Mess- und Monitoringsystem eingesetzt werden.
- Sie schaffen **Orientierungs- und Vergleichsmöglichkeiten**, sowohl für Soll-Ist Vergleiche, als auch für die Entscheidung zwischen zukünftigen Alternativen.
- Sie dokumentieren **Zustände**, welche beobachtet, verbessert oder abgeschwächt werden können.

Ziele müssen klar formuliert werden können. Kennzahlen unterstützen diesen Prozess. Wichtig ist dabei eine klare Zielvorgabe. Dementsprechend muss eine eindeutige Optimierungsrichtung, also die Erhöhung der Kennzahl oder deren Reduzierung, und darüber hinaus ein Zielwert vorgegeben werden. Das bedeutet es muss definiert werden, welchen Wert die Kennzahl annehmen sollte, um als optimal oder als ausreichend für den Prozess oder das Merkmal gelten zu können.

Dabei ergeben sich wesentliche Anforderungen an Kennzahlen:

- **Exakte Definition:** Nur wenn klar ist, wie die Kennzahl definiert oder berechnet wird, kann diese Kennzahl auch richtig erfasst und interpretiert werden. Nur durch eine exakte Definition kann die Reproduzierbarkeit der Kennzahlenmessung sichergestellt werden.
- **Ausreichende Aktualität:** Besitzt eine Kennzahl nicht ausreichende Aktualität, können darauf basierende Entscheidungen im schlechtesten Fall zu negativen Auswirkungen führen.
- **Verständlichkeit und Eindeutigkeit:** Die Kennzahlen müssen für alle Anwender und Verantwortlichen verständlich und eindeutig formuliert werden. Es dürfen keine Missverständnisse über die Erhebung, Berechnung oder Interpretation von Kennzahlen entstehen.
- **Wirtschaftliche Ermittlung:** Wenn durch die Ermittlung von Kennzahlen unverhältnismäßige Aufwände an Personal, Zeit und Kosten entstehen, sollte über andere Möglichkeiten nachgedacht werden, Informationen und Steuerungsmöglichkeiten zu generieren. Der größte Aufwand sollte in die erhebliche Verbesserung der Kennzahlen und die dadurch erhöhte Effizienz der Produktion gesteckt werden – die Kennzahlenermittlung ist dafür nur ein Hilfsmittel.
- **Glaubwürdige Datengrundlage und geringer Interpretationsaufwand:** Daten, die von den Kennzahlenverantwortlichen oder -anwendern nicht als glaubwürdig eingestuft werden, sollten vermieden werden.

schätzt werden, führen zu einer unglaublich würdigen Kennzahl und sind als Informations- und Steuerungselement ungeeignet.

- **Verdeutlichung von Sachverhalten:** Manche Kennzahlen können durch Fehlinterpretationen Sachverhalte vortäuschen, welche nicht der Realität entsprechen. Sachverhalte sollten durch Kennzahlen verdeutlicht werden.
- **Eindeutige Verantwortung von Datenquellen:** Jede Kennzahl benötigt einen eindeutigen Verantwortlichen, der sowohl für die Aktualität der Kennzahl, als auch für die zugehörigen Datenquellen zuständig ist.
- **Entscheidungsrelevanz:** Die Entscheidungsrelevanz ist sowohl für den Empfänger oder Anwender der Kennzahl wesentlich, um die Kennzahl beeinflussen zu können, als auch für den Verantwortlichen der Kennzahl. Dieser muss die Kennzahl steuern können und wird daran letztendlich auch selbst gemessen.
- **Angemessene Menge:** Für die angemessene Anzahl an Kennzahlen gilt: so wenig wie möglich – so viel wie nötig! Werden zu viele Kennzahlen eingesetzt, erhöht sich der Aufnahme- und Interpretationsaufwand derart, dass eine Ermittlung mit wirtschaftlichen Aufwand nicht mehr möglich ist. Außerdem wird die hinter den Kennzahlen stehende Zielsetzung bei vielen Kennzahlen zunehmend undurchsichtig.

Kennzahlen müssen ...

- exakt definiert werden,
- eine ausreichende Aktualität besitzen,
- für den Empfänger verständlich und eindeutig sein,
- wirtschaftlich ermittelt werden können,
- eine glaubwürdige Datengrundlage besitzen und einen geringen Interpretationsaufwand erfordern,
- Sachverhalte verdeutlichen und nicht vortäuschen,
- eine eindeutige Verantwortung von Datenquellen zugeordnet bekommen,
- für den Empfänger entscheidungsrelevant sein.

So wenig Kennzahlen wie möglich und so viel wie nötig!

Anstelle eines Kontrollelements sollten Kennzahlen vielmehr ein Motivationselement darstellen. Diese Motivation kann nur dann erreicht werden, wenn die richtige Information auch zum richtigen Mitarbeiter gelangt.

Wie bereits beschrieben, ist die exakte **Beschreibung** einer Kennzahl Grundvoraussetzung für eine korrekte Datenerhebung und eine eindeutige Interpretationsgrundlage. Dabei muss sowohl die geforderte Einheit der Kennzahl, als auch eine genaue mathematische Definition erfolgen, um die ständige Korrektheit der Kennzahl zu garantieren. Gerade bei höher aggregierten Kennzahlen, die mehrere Variablen beinhalten, kommt es häufig

zu Missverständnissen in der Auslegung der Kennzahl – werden diese Missverständnisse nicht von Beginn an vermieden, kann es zu Falschberechnungen der Kennzahlen kommen und das Ergebnis maßgeblich verfälscht werden.

Wie die Zuordnung von Zielgruppen und Empfängern ist die Definition von klaren **Verantwortlichkeiten** für die jeweilige Kennzahl wichtig. Hat eine Kennzahl keinen Verantwortlichen, fühlt sich keiner für deren Verbesserung zuständig und eine Steuerung über diese Kennzahl wird unmöglich. Gleichzeitig mit der Verantwortung muss dem Zuständigen allerdings auch die Möglichkeit gegeben werden, die Kennzahl durch gezielte Maßnahmen zu verbessern und die dafür möglichen Mittel zu beschaffen. Hat ein Verantwortlicher nur Pflichten hinsichtlich einer Kennzahl, kann die wesentlichen Maßnahmen zur Verbesserung allerdings nicht ergreifen oder beeinflussen, führt das lediglich zu Frustration und die Kennzahl als Steuerungselement verliert ihre Wirkung.

Die Kenntnis von **Start- und Zielwerten** einer Kennzahl ist wesentliche Grundvoraussetzung für den zielführenden Umgang mit Kennzahlen. Nur wenn ein klarer Zielwert vorgegeben ist, kann der Verantwortliche die entsprechenden Maßnahmen zur Verbesserung abschätzen und durchführbar machen.

Ziel und Nutzen der Kennzahl geben Empfängern und Verantwortlichen einen Hinweis darauf, welche Zielsetzung mit dieser Kennzahl verfolgt wird und in welche Richtung sich diese Kennzahl entwickeln sollte. Wenn möglich wird die gesamte Argumentationskette hinterlegt, die zur Zielerreichung führt.

Der **Erfolgsfaktor** gibt die übergeordnete Zielsetzung an, unter der die Kennzahl verankert ist. Die Angabe des Erfolgsfaktors ist deshalb so wichtig, da so die Zielsetzung der Kennzahlen und deren Optimierungsrichtung verdeutlicht werden können (siehe auch Abschn. 6.3).

Die **Priorität** ist aus mehreren Gründen wesentlich für Empfänger und Verantwortlichen der Kennzahl. Häufig wird in der Produktion eine Vielzahl von Kennzahlen erhoben, nicht alle sind für die Zielerreichung und die Steuerung gleich wichtig. Dafür ist es vor allem für den Verantwortlichen interessant, welchen Aufwand er zum einen in die Erfassung, zum anderen in die Optimierung dieser Kennzahl stecken sollte. Treten im Rahmen unterschiedlicher Kennzahlen Konkurrenzsituation zwischen Kennzahlen auf, da sie unterschiedliche Zielsetzungen verfolgen und sich möglicherweise gegenseitig negativ beeinflussen, kann die Priorität für den Verantwortlichen eine Richtlinie darstellen, an welcher Stelle er möglicherweise Verschlechterungen einer Kennzahl zugunsten einer anderen in Kauf nehmen darf.

Die **Datenquelle** vereinfacht es einerseits dem Verantwortlichen, die für die Kennzahl notwendigen Daten zu generieren, und vermeidet auf der anderen Seite, dass unterschiedliche Daten durch die Inkonsistenz zwischen den Datenquellen zu unterschiedlichen Ergebnissen führen und die Kennzahlverläufe dadurch nicht mehr richtig interpretiert werden können.

Der **Typ der Kennzahl** zeigt sowohl Empfängern, als auch Verantwortlichen, in welcher Art die Kennzahl genutzt werden soll. Ist diese Kennzahl direkt beeinflussbar und unmittelbare Folge aus einem konkreten Zustand, kann sie als unmittelbares Steuerungs-

element eingesetzt werden. Wird die Kennzahl über einen gewissen Zeitraum beobachtet, wird eine Reaktion möglicherweise erst bei Über- oder Unterschreiten eines bestimmten Grenzwertes eingeleitet.

Durch die Beschreibung der **Kennzahlenebene** wird diejenige Ebene angegeben, in der die Kennzahl erhoben wird und an wen sie kommuniziert werden soll. Werden nämlich den Mitarbeitern Kennzahlen kommuniziert und aufgezeigt, auf die sie weder Einfluss, noch Kenntnis über die einzelnen Variablen haben, kann dies zu Frustrationen führen; wenn beispielsweise der Kennzahlverlauf nicht den Erwartungen entspricht, und von den Mitarbeitern keine Maßnahme zur Verbesserung abgeleitet oder umgesetzt werden kann.

Die eindeutige Kenntnis von **Zielgruppen** oder Empfängern dient der zielgerichteten Kommunikation und Verteilung von Kennzahlen. Nur dann, wenn die richtige Information an die richtige Stelle kommt, kann sinnvoll auf die Kennzahl reagiert werden und bei Bedarf Eskalationswege abgeleitet werden. Nicht jede Information ist für jede Hierarchieebene sinnvoll bzw. sollte auf gleiche Art und Weise dargestellt werden. Dementsprechend wird die Geschäftsführung kein ausgeprägtes Interesse an den einzelnen Variablen der unterschiedlichen Kennzahlen aufbringen. Für diese Hierarchieebene ist es notwendig, die Kennzahlen auf Aussagen zu aggregieren, die dem Management eine sinnvolle Stoßrichtung vermitteln können. Die Mitarbeiter in der Produktion brauchen allerdings neben einem Überblick über die Gesamtsituation auch den Einblick auf einzelne Variablen der Kennzahl, an denen sie gezielt arbeiten können, um den Kennzahlenverlauf zu verändern. Für diese operative Ebene ist es demnach notwendig, die Kennzahlen einzelner Maschinen und Anlagen separat aufzuzeigen, um die Ursachen für mögliche Schwachstellen erkennbar zu machen.

Das **Intervall** gibt an, in welcher Frequenz die Kennzahl erhoben wird. Möglich ist auch die zusätzliche Angabe desjenigen Intervalls, in dem diese Kennzahl interpretiert oder kommuniziert werden soll.

Im Gegensatz dazu gibt der **Realisierungshorizont** an, in welchem Zeitraum der Zielwert der Kennzahl erreicht werden muss.

Der Termin für eine mögliche **Neuverhandlung** der Kennzahl gibt an, wann über die weiteren Aufnahmezyklen, Zielwerte und Verantwortlichen der Kennzahl diskutiert werden soll. Diese Neuverhandlungen sind vor allem deshalb wichtig, da im Laufe der Zeit tendenziell immer mehr Kennzahlen erhoben werden. Nicht mehr benötigte Kennzahlen werden allerdings selten wieder aus der Liste gestrichen. Wie schon angedeutet sollten Kennzahlen in erster Linie problemorientiert erhoben werden, also dann, wenn etwas verbessert werden soll. Es kann und sollte bei angemessenen Maßnahmen aber durchaus vorkommen, dass die Empfänger mit dem Verlauf einer Kennzahl zufrieden sind oder diese Kennzahl nicht mehr unmittelbar zur weiteren Zielerreichung beitragen kann. Beispielsweise werden durch die Umstellung der Fertigung auf ein ziehendes Prinzip die Losgrößen an den Verbrauch angepasst – entsprechen die Losgrößen letztendlich dem Kundenbedarf, ist deren Verlaufserfassung nicht mehr zwingend notwendig. Verschiebt sich innerhalb der Produktion der Engpass, kann es zu Verschiebung von Prioritäten kommen. War an der früheren Engpassanlage der Wartungsaufwand enorm, wurden ent-

sprechende Kennzahlen hoch priorisiert. An der neuen Engpassanlage stellt allerdings die Materialverfügbarkeit eine viel wesentlichere Rolle, dann werden die entsprechenden Kennzahlen jetzt höher priorisiert.

Die geforderte **Visualisierungsart** zeigt dem Verantwortlichen in welcher Art und Weise er das Datenmaterial aufzubereiten hat und in welcher Form er es an den unterschiedlichen Stellen visualisieren sollte. An dieser Stelle kann es durchaus sinnvoll sein, unterschiedliche Visualisierungsarten für unterschiedliche Zielgruppen aufzuführen.

Sonstige **Bemerkungen** helfen den Beteiligten, Ungewissheiten oder vermutete Inkonsistenzen im Auge zu behalten, ohne dass diese direkte Auswirkungen auf die Kennzahl haben.

Für die Darstellung von Kennzahlen sind die genannten Aspekte Ansatzpunkte, um sie sowohl für den Empfänger der Kennzahl, als auch für dessen Verantwortlichen klar zu beschreiben. Dabei gibt es Felder, die auf einem so genannten Datenblatt (Abb. 3.3) auf jeden Fall auftreten sollten. Andere sind abhängig vom Empfänger und wieder andere können optional aufgeführt werden. Kennzahlen müssen dabei immer vom einsetzenden Unternehmen neu definiert und die relevanten Aspekte festgelegt werden, da unterschiedliche Einheiten, Maße oder Zielrichtungen für Kennzahlen angesetzt werden können. Das unterscheidet sich von Unternehmen zu Unternehmen und ist abhängig vom Einsatzfall.

Kennzahl [Einheit]	Ausschuss = Anzahl Schlechtteile/ Anzahl Gesamt [%]
Beschreibung	Ausschuss verschwendet Material und die in das Produkt bereits eingeflossene Wertschöpfung. fehlerhaft: keine Nacharbeit mehr möglich
Verantwortlich	Leiter QM
Start- + Zielwert (inkl. Toleranzen)	Ist: 10% ; Soll: 5%
Ziel/ Nutzen	Erhöhung der verfügbaren Kapazitäten durch Vermeidung unnötiger Bearbeitung
Erfolgsfaktor	Stabilität
Priorität	hoch
Datenquelle, Messpunkte	BDE
Kennzahlentyp	Monitoring/ operativ
Kennahlenebene	Erhebung pro Prozess
Zielgruppen/ Eskalation	Qualitätsgremien
Intervall	täglich
Realisierung	12 Monate
Neuverhandlung	Jährlich
Visualisierungsart	Wochenberichte, Monatsberichte, Quartalsberichte
Bemerkung	Die Erfassung der Schlechtteile muss auf die Toleranzen hinsichtlich möglicher Nacharbeit überprüft werden.

Abb. 3.3 Mögliche Datenblattinhalte

3.2 Motivation durch Kennzahlen

Damit Führungskräfte richtige Entscheidungen treffen können, müssen sie die momentanen Zustände und mögliche zukünftige Situationen kennen und verstehen, um angemessen reagieren zu können. Dabei ist es häufig schwierig, den Mitarbeitern die Notwendigkeit von Maßnahmen näher zu bringen. Das liegt einerseits an zeitlichen Einschränkungen der Führungskräfte, andererseits in der Komplexität der Zusammenhänge in einem Unternehmen, die über Bereichs- und Arbeitsplatzgrenzen hinausgehen und dementsprechend übergreifende Entscheidungen verlangen. Durch Kennzahlen wird es den Führungskräften erleichtert, die Kommunikation zu ihren Mitarbeitern zu suchen und zu objektivieren.

Wird ein Mitarbeiter oder Arbeitsbereich anhand von Kennzahlen gemessen, ist es wesentlich für die erfolgreiche Steuerung der Kennzahl, dass ein **einheitliches Verständnis** von Führungskraft und Mitarbeitern über die Kennzahl herrscht. Dieses Verständnis kann durch gezielte Maßnahmen unterstützt werden, wie beispielsweise den Austausch von Mitarbeitern in voneinander abhängigen Bereichen. Kennen die Mitarbeiter die Anforderungen und Problemstellung der jeweiligen anderen Bereiche, können sie die Gesamtkomplexität des Unternehmens und der Produktion sowie ihren Beitrag zum Gesamtoptimum besser einschätzen. Dabei ist es von Vorteil ein internes Kunden- und Lieferantenverhältnis zu etablieren. Die Erfüllung des Kundenwunsches hat dabei oberste Priorität und lässt sich vom Endkunden her ableiten. Die Kommunikation mit dem Kunden und die Ermittlung der Kundenzufriedenheit steigert die Motivation zur Prozessverbesserung und zur Erhöhung der Qualität.

Die Kommunikation und Visualisierung der **Kennzahlveränderung** ist außerdem wesentlich für die Motivation der Mitarbeiter, wenn Verbesserungen sichtbar werden und getroffene Maßnahmen greifen. Verschlechtert sich eine Kennzahl, muss nach den Ursachen gesucht werden und entsprechende Maßnahmen zusammen mit den Mitarbeitern entwickelt werden. Eine längerfristige Stagnation einer Kennzahl hat zur Folge, dass die Mitarbeiter die Relevanz der Kennzahl herunterstufen und eine gewisse Resignation einsetzt. Kann die Kennzahl durch gezielte Maßnahmen nicht verbessert werden, liegt sie möglicherweise nicht im Einflussbereich des Bereichs und sollte nicht mehr zur Steuerung des Bereichs herangezogen werden. Dieser Schritt muss mit den Mitarbeitern diskutiert werden, um ein Gefühl des Scheiterns zu vermeiden. Hat eine Kennzahl einen Zielwert erreicht und ist stabil, können die Zyklen der Erhebung verringert werden oder die Kennzahl aus der aktiven Messung und Steuerung herausgenommen werden. Dabei ist es wichtig, diese Entwicklung mit den Mitarbeitern zu besprechen und neue Zielsetzungen zu ermitteln.

Die **Vergleichbarkeit von Kennzahlen** ermöglicht es den Mitarbeitern, ihre Arbeitsweise und ihre Produktivität zu hinterfragen und motiviert dazu, bessere Ergebnisse erzielen zu wollen. Dabei ist es wichtig, dass eine tatsächliche Vergleichbarkeit vorliegt. Bei Vergleichen von Kennzahlen mit Kennzahlen aus der Vergangenheit, ist es wichtig sicherzustellen, dass außergewöhnliche Situationen oder Situationen die von den Mitar-

beitern nicht beeinflusst werden können, wie beispielsweise Absatzschwankungen oder Lieferengpässe, in der Vergleichsbetrachtung bereinigt werden. Bei Vergleichen zwischen Werken, Linien, Gruppen oder Arbeitsplätzen ist sicherzustellen, dass dieselben Voraussetzungen und Datengrundlagen für die Vergleiche herangezogen werden. Außerdem sollte ein konstruktiver Umgang mit den Vergleichswerten gefördert werden, um Konkurrenzkämpfe zu vermeiden. Konzentriert sich ein Mitarbeiter oder ein Team zu sehr auf eine bestimmte Kennzahl, kann das dazu führen, dass andere wesentliche Werte des Arbeitsbereichs vernachlässigt werden und so das Gesamtsystem verschlechtert wird (beispielsweise Auslastungserhöhung auf Kosten der Bestände im Bereich). Aufgabe der Führungskraft ist es, die Interpretationen, die sie selbst aus den Vergleichswerten zieht, konstruktiv mit den Mitarbeitern zu besprechen und Reaktionen und Maßnahmen abzustimmen.

Die **Visualisierung** von Kennzahlen liefert einen wichtigen Beitrag zur Mitarbeitermotivation. Dabei sollten sowohl Kennzahlen, die aktiv gemessen und gesteuert werden, abgebildet sein, als auch Kennzahlen, die zum Monitoring genutzt werden um mögliche Trends externer Einflussfaktoren zu vergegenwärtigen. Kennzahlen die innerhalb eines Korridors gemessen werden und erst aktiv werden, wenn sie eine bestimmte Grenze über- oder unterschreiten, werden mit diesem Korridor dargestellt. Die Visualisierung erfolgt wenn möglich immer am betrachteten Einsatzort. Die Aufbereitung ist so zu gestalten, dass sowohl die Verantwortlichen der Kennzahl, als auch sämtliche Mitarbeiter des Bereichs die Kennzahl, deren Entwicklung und die daraus abzuleitende Interpretation verstehen und wiedergeben können. Die Visualisierung wird dementsprechend möglichst zusammen mit den Mitarbeitern erarbeitet und kritische Werte und Szenarien bereits im Vorfeld besprochen und markiert.

3.3 Arten von Kennzahlen

- Miss nur, was du verbessern willst.

Kennzahlen sollten möglichst immer an einem Problem oder einer konkreten Zielsetzung ausgerichtet sein, um den Nutzen von Kennzahlen und Kennzahlensystemen generieren zu können. Ausnahmen stellen vor allem Kennzahlen für Monitoring und damit verbundene mögliche Früherkennungssysteme dar. Es können mehrere Arten von Kennzahlen unterschieden werden.

Absolute Kennzahlen bestehen aus Einzelwerten, Summen oder Mittelwerten und stehen für sich alleine, ohne auf andere Größen zu referenzieren. Die Interpretation absoluter Kennzahlen ist schwierig, deshalb dienen sie häufig der Information und der Abbildung von Trends und Entwicklungen. Außerdem schaffen sie den Rahmen für die Einordnung relativer Kennzahlen und ermöglichen dadurch die Schaffung von Vergleichsszenarien und Benchmarks. Beispiele für absolute Kennzahlen sind Kostenangaben, Anzahl von Produkten, Stückzahlen, etc.

Relative Kennzahlen stellen mehrere Werte zueinander in Beziehung. Relative Kennzahlen haben eine erhöhte Aussagekraft, da sie Zustände beschreiben und dadurch bedingt auch eigenständig interpretiert werden können. Relative Kennzahlen können zu Koordinations- und Steuerungszwecken eingesetzt werden, wenn klare Zielrichtungen und Zielwerte existieren. Sie werden häufig als Prozentwerte oder Faktoren angegeben, wie beispielsweise Fehlerquoten oder Rüstzeitanteile.

Absolute und relative Kennzahlen können in eine objektive, **kardinale Skala** mit festem Nullpunkt zugeordnet sein oder in eine subjektive, **ordinale Skala**. Bei einer ordinalen Skala werden für so genannte weiche Faktoren Reifegrade definiert, wie beispielsweise für Kundenzufriedenheit, Ordnung- und Sauberkeit, etc.

Es wird zwischen einstufigen und mehrstufigen Kennzahlen unterschieden. **Einstufige Kennzahlen** setzen bestehen dabei nur aus originären, direkt messbaren und aufnehmbaren Komponenten, wie Zeiten und Kosten, und benötigen keine zusätzlichen Zwischenrechnungen. Diese Kennzahlen dienen der Abbildung einer absoluten oder relativen Größe und können alleinstehend nur bedingt interpretiert werden, wie beispielsweise die Lieferzeit. Im Wertstrom dienen sie vor allem der Beschreibung einzelner Objekte und können in einem Kennzahlensystem zusammengeführt und zur Produktionssteuerung überwacht und koordiniert werden.

Mehrstufige Kennzahlen bestehen aus mehreren einstufigen Kennzahlen und beschreiben Zustände eines Objekts oder Systems, die durch Berechnung, Aggregation oder Schätzung abgeleitet werden. Sie dienen als tatsächliche Entscheidungsgrundlage und können für sich interpretiert werden und haben meist eine eindeutige Zielrichtung, wie beispielsweise die Gesamtanlageneffektivität. Sie werden häufig als **Key Performance Indicators (KPIs)** oder auch **Leistungskennzahlen** genutzt und messen den Fortschritt oder den Erfüllungsgrad maßgeblicher Zielsetzungen und den Verlauf kritischer Erfolgsfaktoren. Im Wertstrom bilden Leistungskennzahlen diejenigen Kennzahlen, die den Gesamtablauf beschreiben und die festgelegten Zielsetzungen unterstützen, wie beispielsweise die Durchlaufzeit. Sie stellen Leistungskennzahlen im Rahmen des Wertstromes dar und lassen Interpretationen über den gesamten Ablauf und die Leistungsfähigkeit des Wertstromes zu.

Wesentlich ist die Orientierung der Kennzahlen; tatsächlich messbare, originäre Kennzahlen können durch **vergangenheitsorientierte Daten** oder **Ist-Daten der Gegenwart** ermittelt werden. Das setzt voraus, dass Daten aus der Vergangenheit tatsächlich in entsprechender Güte vorliegen, bzw. Messverfahren etabliert wurden, die die Ist-Datenermittlung unterstützen. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit die Ist-Daten durch manuelles Messen oder Zählen zu ermitteln. **Zukunftsorientierte Daten** werden durch Hochrechnungen, Schätzungen oder Vorgaben, wie beispielweise Budgetvorgaben, erstellt. Sie dienen der Abbildung möglicher Szenarien und der Berechnung verschiedener Geschäftsfälle.

Für sämtliche Kennzahlen gilt, dass sie nicht ohne weiteres für jedes Unternehmen und jeden Einsatzzweck übernommen werden sollten. Eine Überlastung der Mitarbeiter mit Kennzahlen führt in Kürze zu Demotivation und fehlender Orientierung. Auch für die Er-

mittlung der notwendigen Daten stellt ein Überfluss an Kennzahlen eine Herausforderung dar. Um eine wirtschaftliche Ermittlung zu gewährleisten, sollte die Kennzahlenmenge dem Bedarf genau angepasst werden. Die Auswahl geeigneter Kennzahlen erfolgt im besten Fall im Rahmen eines Kennzahlensystemaufbaus.

- So wenig wie möglich – nur so viel wie nötig!

3.4 Einsatzbereiche und Zielgrößen

Innerhalb eines Unternehmens gibt es unterschiedliche Bereiche, in denen Kennzahlen zur Koordination, Steuerung, Durchführung von Benchmarks, Entscheidungsfindung, Dokumentation oder Kontrolle zum Einsatz kommen können (Abb. 3.4). Als Klassifizierung dienen dafür die verschiedenen Funktionsbereiche eines Unternehmens und können beliebig erweitert werden. Hier liegt der Fokus auf Einsatzbereichen rund um Produktion und Logistik sowie der zugehörigen Auftragsabwicklung.

Innerhalb der Einsatzbereiche herrschen unterschiedliche Zielgrößen vor, die durch unterschiedliche Parameter und Faktoren beeinflusst werden.

3.4.1 Beschaffung/Lieferanten

Die Auswahl der richtigen Lieferanten und die Pflege der Lieferantenbeziehungen ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für eine effiziente und synchronisierte Produktion. Dabei spielen unterschiedliche Zielgrößen eine Rolle, die hauptsächlich in der Beeinflussbarkeit des Lieferanten liegen, allerdings vom Kundenunternehmen überwacht werden können und auch die Möglichkeit bieten, Anforderungen an die jeweiligen Zielgrößen zu stellen und

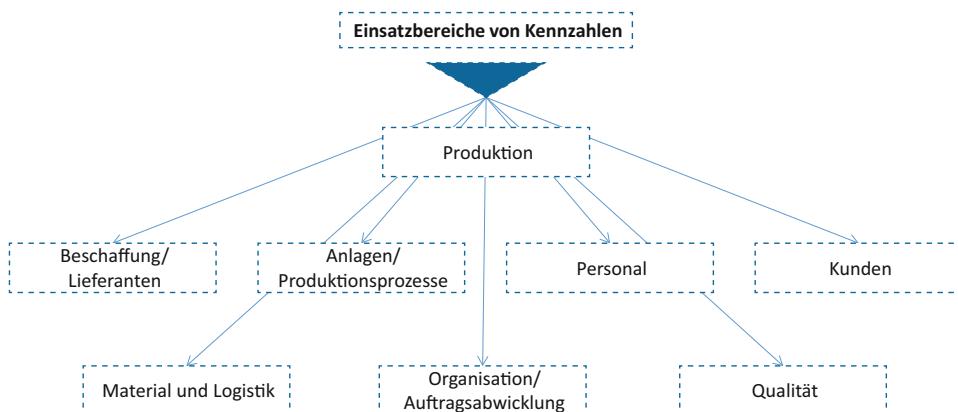


Abb. 3.4 Einsatzbereiche von Kennzahlen

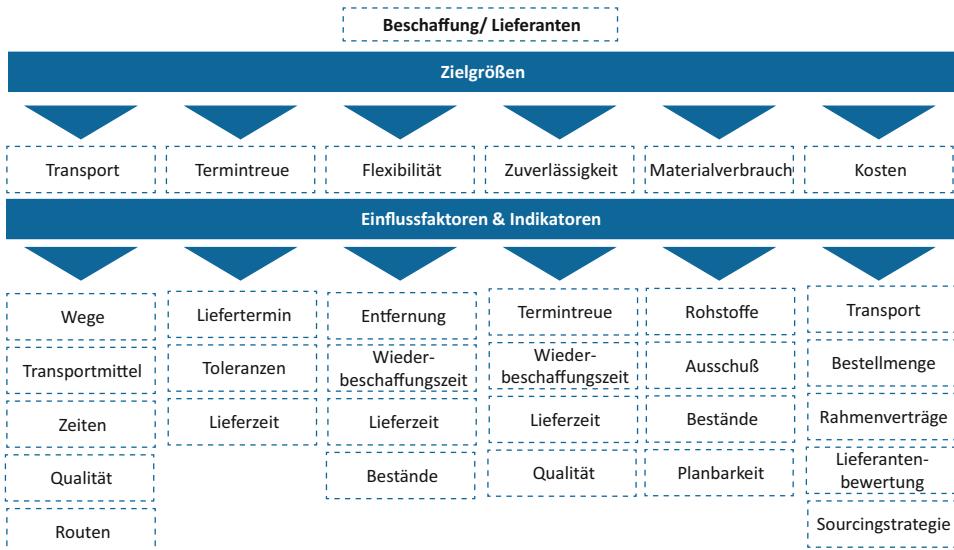


Abb. 3.5 Zielgrößen, Einflussfaktoren und Indikatoren in der Beschaffung

den Lieferanten dahingehend zu bewerten. Die Beschaffungsseite eines Unternehmens unterliegt dabei einem hohen Risiko. Ereignisse wie Naturkatastrophen oder politische Krisen können Liefer- und Wertschöpfungsketten negativ beeinflussen und mehrere Ereignisse in der Logistik nach sich ziehen, die die Zielerreichung des eigenen Unternehmens wesentlich erschweren. Dementsprechend sollte neben der Erhebung von Kennzahlen dem Risikomanagement ein hohes Gewicht gegeben werden.

Innerhalb von Beschaffung und Lieferantenbeziehungen werden unterschiedliche Zielgrößen angestrebt, die sich in Einflussfaktoren und Indikatoren aufgliedern lassen (Abb. 3.5). Zielgrößen stellen dabei Eigenschaften oder Ressourcen dar, die durch Zielwerte und Ausprägungen konkretisiert und durch verschiedene Stellhebel beeinflusst werden können. Bei Einflussgrößen handelt es sich dabei um direkte Stellhebel, während Indikatoren lediglich einen Zusammenhang unterstellen und als mögliche indirekte Stellhebel fungieren können.

Zielgröße Transport

Ebenso wie bei innerbetrieblichen Transporten spielen Zeiten und Wege eine wesentliche Rolle. Die Wahl der richtigen Transportmittel entscheidet über Kosten und Qualität des Transports, aber auch mögliche Routen, die der Lieferant zusammenstellen kann, um eine möglichst gleichmäßige Auslastung seiner Transportmittel zu erreichen. Bei Transporten für mehrere Kunden verringern sich die Transportkosten, allerdings kann es dadurch zu möglichen Verzögerungen im Transport kommen.

Zielgröße Termintreue

Eine hohe Termintreue des Lieferanten ermöglicht es dem Kunden, mit den genauen Anlieferzeiten zu planen und auf Sicherheitsbestände größtenteils zu verzichten. Je nach Produktionsmodell des belieferten Unternehmens kann die Anlieferung innerhalb eines bestimmten Zeitraumes erfolgen, oder auch zu festgelegten Zeitpunkten auf Stunden- oder Minutenebene. Um eine Aussage über die Termintreue des Lieferanten machen zu können, muss der vereinbarte Liefertermin ausschlaggebend sein und die Toleranzen innerhalb derer der Termin als eingehalten gilt festgelegt werden. Die Entfernung und Lieferzeit des Lieferanten ist häufig maßgebend für die Vereinbarung der Toleranzgrenzen.

Zielgröße Flexibilität

Genau wie die Flexibilität der Produktion auf Schwankungen zu reagieren, ist auch die Flexibilität des Lieferanten diese Schwankungen mitzutragen entscheidend. Ansonsten müssen Sicherheitsbestände diese Schwankungen abfangen. Die Wiederbeschaffungszeiten und Lieferzeiten des Lieferanten sagen aus, wie viel Zeit der Lieferant benötigt, um eine Bestellung zu realisieren inklusive möglicher Transportzeiten. Je nachdem wie diese Zeit von der benötigten Flexibilität abweicht, müssen Bestände diese zeitliche Differenz abfangen. Entscheidend für die Liefer- und Wiederbeschaffungszeiten bei den Lieferanten ist häufig die Entfernung des Lieferanten vom Kundenunternehmen.

Zielgröße Zuverlässigkeit

Die Zuverlässigkeit der Lieferanten ergibt sich aus den Faktoren, die sich aus den Vereinbarungen mit dem Kunden ergeben und die der Lieferant entsprechend über einen definierten Zeitraum einhält. Diese Faktoren beinhalten Termintreue, Flexibilität, Qualität und Wiederbeschaffungszeiten.

Zielgröße Materialverbrauch

Ein weiterer Aspekt bei der Bewertung von Lieferanten ist das verwendete Material. Die eingesetzten Rohstoffe sind zum einen ausschlaggebend für mögliche Umwelt- und Nachhaltigkeitsziele des eigenen Unternehmens. Zum anderen können mögliche, hohe Ausschussraten zu einem gesteigerten Materialverbrauch entlang des Wertschöpfungsprozesses führen und durch materialinduzierte, instabile Prozesse ein hohes Bestandsniveau erfordern, um eine geringere Planbarkeit zu kompensieren.

Zielgröße Kosten

Die Kosten für das eingesetzte Material setzen sich aus den Transportkosten zusammen, benötigten Mengen, möglichen Rahmenverträge und der unternehmensinternen Sourcing-Strategie. Rahmenverträge führen häufig zu geringeren Einkaufskosten, dafür müssen größere Mengen abgenommen werden. Diese führen dann eventuell zu steigenden Beständen, was sich wieder in der Kapitalbindung im eigenen Unternehmen äußern kann.

Gestaltungsprinzipien

Transport

Transport minimieren – je länger der Transport, umso anfälliger ist er für Ereignisse, die den Transport verzögern können.

Terminstreue

Terminstreue der Lieferanten einfordern – je geringer die benötigte Lieferzeit des Lieferanten, desto schneller kann er auf Verzögerungen oder Probleme reagieren.

Flexibilität

Flexibilität strategisch planen – der Anspruch an die Flexibilität des Lieferanten muss sich mit dem Flexibilitätsanspruch der Endkunden vereinbaren lassen – dafür müssen die Auswirkungen auf die Lieferkette berücksichtigt werden.

Zuverlässigkeit

Wiederbeschaffungszeiten überprüfen – Zuverlässigkeit ist bei kürzeren Entfernungen und schnelleren Lieferzeiten einfacher.

Materialverbrauch

Materialverbrauch überwachen – der Materialverbrauch während des Beschaffungsprozesses ist nicht nur aus Kostengesichtspunkten wesentlich, sondern auch hinsichtlich ökologischer und nachhaltiger Aspekte.

3.4.2 Anlagen und Produktionsprozesse

Anlagen und Produktionsprozesse sind häufig mit hohen Investitionen und damit gebundenem Kapital verbunden und stehen deshalb häufig im Fokus von Optimierungen und Effizienzverbesserungen. Dabei entsteht ein Spannungsfeld aus einer hohen Auslastung zur Reduzierung der Stückkosten einerseits und dem Vorhalten von ausreichenden Kapazitäten andererseits, um wirtschaftliche Flexibilität und Wachstum zu gewährleisten. Dementsprechend lassen sich unterschiedliche Zielgrößen für Anlagen und Produktionsprozesse ableiten (Abb. 3.6).

Zielgröße Kapazität

Wesentliche Zielgröße im Bereich der Anlagen und Produktionsprozesse ist die Kapazität der einzelnen Produktionsprozesse. Kapazitäten stehen für die unterschiedlichen Ressourcen, die zur Verfügung stehen um den Betrieb der Produktion sicherzustellen. Sie werden vom Produkt durchlaufen und müssen dafür operativ beplant werden. Kapazitäten sind im Rahmen von Anlagen und Produktionsprozessen meist mit der Investition in Anlagenvermögen und damit einhergehender Kapitalbindung verbunden. Je nach Größe und Finanzierung der Anlagen erhöhen sie die Fixkosten der Produktion. Durch Schichtmodel-

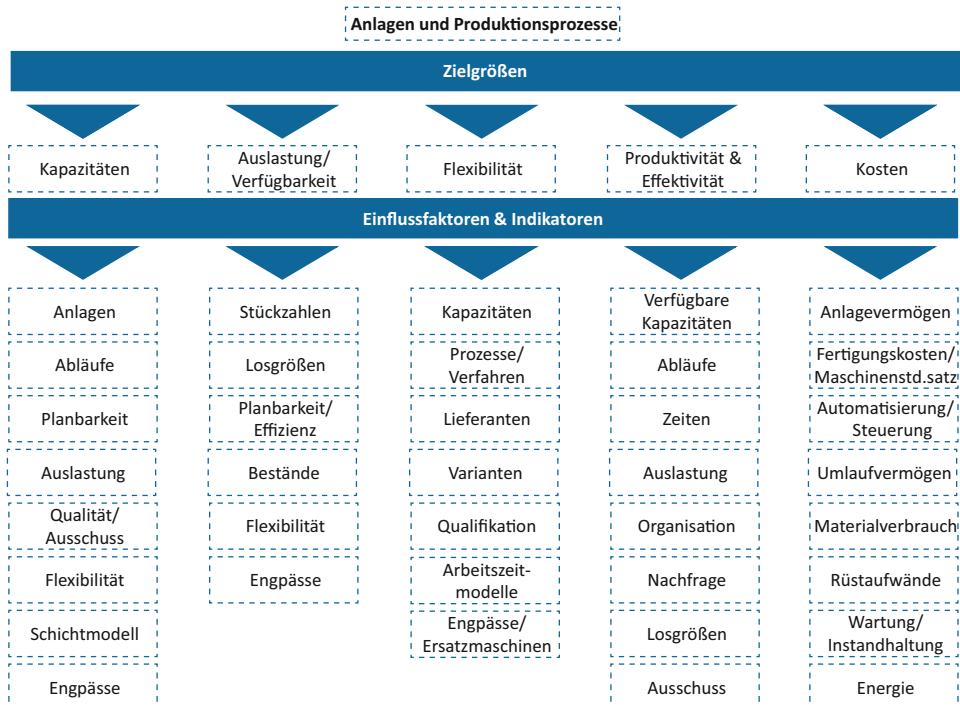


Abb. 3.6 Zielgrößen, Einflussfaktoren und Indikatoren für Anlagen und Produktionsprozesse

le, Planung, Auslastungs- und Qualitätsanpassungen können die verfügbaren Kapazitäten der Produktion beeinflusst werden. Die Kapazitätswerte stehen meistens in Bezug zu einer zeitlichen Größe oder stellen prozentuale Anteile dar. Bei der Abbildung von Kapazitäten ist es notwendig, sich über die Engpässe im Betrieb bewusst zu sein (siehe auch Abschn. 8.2.2). Vom Wareneingang bis zur Auslieferung an den Kunden können verschiedene Arten von Engpässen auftreten. Neben Engpassanlagen können Engpässe auch durch Material, Flächen, Logistikprozesse, etc. entstehen.

Die Engpasstheorie besagt, dass Optimierungen von Auslastung und Verfügbarkeit in erster Linie am Engpass sinnvoll sind, weil sie tatsächlich den Output und damit bei vorhandener Nachfrage den Absatz steigern können. Optimierungen an Nicht-Engpässen führen zu keinem gesteigerten Output, demnach sollte der erste Ansatzpunkt in der Produktion immer dem Engpass gelten. Das bedeutet nicht, dass man Nicht-Engpässe vernachlässigen sollte; die Messung von Nicht-Engpass-Prozessen kann dabei unterstützen, Veränderungen frühzeitig zu erkennen und möglichen neuen Engpässen vorzubeugen. Darüber hinaus stellen Ausschuss und Nacharbeit auch an Nicht-Engpässen Verschwendungen dar und sollten minimiert werden.

Die Kapazität nimmt also einen wichtigen Stellenwert ein – ist die verfügbare Kapazität eines Prozesses höher, als die für die Herstellung aller Teile benötigte Kapazität,

ermöglicht das eine gewisse Flexibilität an der Anlage; die nicht benötigte Kapazität zur Fertigung von Teilen kann beispielsweise für zusätzliche Rüstvorgänge genutzt werden, was eine Verringerung der Losgrößen ermöglicht und dadurch die Umschaltgeschwindigkeit der Produktion erhöht.

Zielgröße Auslastung/Verfügbarkeit

Eine geringe Auslastung an Anlagen hat vergleichsweise hohe Stückkosten zur Folge – die wenigen Teile, die auf einer Anlage produziert werden, müssen dabei die gesamten Kosten der Anlage tragen. Die Auslastung der Anlagen steht in Unternehmen folglich dann an oberster Stelle, wenn es sich um sehr kapitalintensive Anlagen handelt und die Stückkosten ein bestimmtes Niveau nicht überschreiten dürfen. Der Absatz der gefertigten Teile muss dann allerdings gesichert werden, sonst führt eine Erhöhung der Auslastung nicht zu einem höheren Umsatz und die Kosten der Anlage können wiederum nicht von allen produzierten Teilen finanziert werden. Eine hohe Auslastung geht dementsprechend mit einer hohen Planbarkeit der Nachfrage einher – ansonsten entstehen Fertigbestände, die nicht abgesetzt werden können. Bestände entstehen auch im Verlauf der Produktion, wenn die Auslastung einzelner Anlagen höher ist, als der nachfolgende Prozess verarbeiten kann. Das ist vor allem rund um den Engpass häufig der Fall.

Schwankt die Nachfrage stark, ist ein beliebig höherer Absatz an Produkten nicht gesichert oder verschlechtern hohe Materialwerte und Lagerkosten die Kapitalbindung im Unternehmen unverhältnismäßig, kann es durchaus sinnvoll sein, eine geringere Auslastung der Anlagen in Kauf zu nehmen. Die Grundsätze von Lean Production und der Wertstrommethode besagen, dass sich die Produktion immer an der Nachfrage des Kunden auszurichten hat. Dementsprechend ist die Auslastung immer von der tatsächlich nachgefragten Menge abhängig. Eine Losgrößenbildung wird dabei soweit wie möglich vermieden – solange es die Maschinenkapazität zulässt.

Zielgröße Flexibilität

Die Flexibilität von Produktionsprozessen äußert sich einerseits in den verschiedenen Bearbeitungsmöglichkeiten innerhalb des Prozesses, also beispielsweise die Bearbeitung unterschiedlicher Geometrien, andererseits in den dafür benötigten Umrüstvorgängen und der Flexibilität, verschiedene Produkte und Stückzahlen wirtschaftlich herzustellen. Flexibilität verfolgt dabei keinen Selbstzweck, sondern ist vom Bedarf an Kundenwünschen, Änderungen und Varianten abhängig. Die Beherrschung unterschiedlicher Produktvarianten ist dabei eine eher kontinuierliche Anforderung, während Änderungen eine Reaktionsgeschwindigkeit sowohl in Produktion als auch in der Organisation erfordern. Wesentliche Einflussfaktoren auf die Flexibilität von Anlagen und Produktionsprozessen sind die frei zur Verfügung stehenden Kapazitäten, die für Umrüstvorgänge genutzt werden können. Die Verknüpfung von Prozessen und deren einfache und schlanke Steuerung unterstützt die Produktion bei der kurzfristigen Umstellung der Produktion und Einstreuierung von Aufträgen, ohne zu hohe Bestandsmengen vorrätig halten zu müssen. Bestände ermöglichen einerseits die flexible Reaktion auf unterschiedliche Kundenwünsche und Nachfra-

gen, andererseits machen sie die Produktion zunehmend schwerfälliger. Je mehr Bestand in der Produktion vorgehalten wird, umso schwerer wird es Änderungen am Produkt selbst vorzunehmen und umso höher die Gefahr, die Produktion durch Teile und Produkte zu verstopfen, die in diesem Moment nicht nachgefragt werden.

Flexibilität in Produktionsprozessen zeigt sich auch darin, inwiefern die Prozesse von Personen abhängig und damit an Schicht-, Arbeitszeitmodelle und Qualifizierung gebunden sind. Durch die Standardisierung von Produktionsprozessen können möglicherweise unterschiedliche Varianten ähnlich bearbeitet und geplant werden, so dass sie keinen wesentlichen Mehraufwand zu Standardprozessen verursachen. Das erhöht die Flexibilität von Anlagen und Produktionsprozessen.

Zielgröße Produktivität & Effektivität

Die Produktivität von Anlagen hängt davon ab, wie viel der verfügbaren Arbeitszeit tatsächlich zur Produktion genutzt werden kann und welcher Output dadurch generiert werden kann. Die tatsächliche Nutzung verfügbarer Kapazität wird durch die Anlageneffizienz beschrieben. Um über eine hohe Anlageneffizienz hinaus die Produktivität steigern zu können, sind Maßnahmen zur Optimierung von Bearbeitungsprozessen wie Taktzeitverkürzungen oder Optimierung der Bearbeitungszeiten notwendig. Bei Taktzeitverkürzungen muss darauf geachtet werden, die Qualität der Produkte nicht zu gefährden. Betrachtet man nur die Störungen selbst, kann es nicht nur interessant sein, welchen Anteil der Laufzeit Störungen einnehmen, sondern auch in welcher Häufigkeit die Störungen auftreten. Dadurch können Rückschlüsse auf mögliche Instandhaltungs- oder Wartungsintervalle gezogen werden. Schäden sollen so weit wie möglich vermieden werden und die Zeit zwischen zwei Störungen sollte sich demnach so weit wie möglich erhöhen.

Effektivität bedeutet, die verfügbaren Ressourcen richtig zu nutzen. Reparaturen stellen Verschwendungen dar, sowohl an Personal, der blockierten Kapazität und natürlich auch an Kosten. Können die Reparaturzeiten nicht durch Optimierung der Reparatur oder durch Verminderung der Störungen reduziert werden, kann es sinnvoll sein, die Reparaturzeiten durch Parallelisierung der Reparaturtätigkeiten zu reduzieren. Da dies mit zusätzlichen Kosten verbunden ist, sollten derartige Maßnahmen nur dann ergriffen werden, wenn sie zur Auflösung eines Engpasses dienen. Effektive Abläufe sind durch synchronisierte und schlanke Prozesse gekennzeichnet, die sich an den Kundenwünschen orientieren und möglichst verschwendungsfrei durchgeführt werden. Verschwendungen findet dann in Produktionsprozessen statt, wenn diese sich nicht ausschließlich auf die Wertschöpfung konzentrieren. Das ist beispielsweise dann der Fall, wenn zusätzlich noch Tätigkeiten zur Bereitstellung, Suchen von Teilen oder Hilfsmitteln oder Transporttätigkeiten durchgeführt werden müssen. Auch Ausschuss stellt Verschwendungen an Personal, Kapazität, Material und Kosten dar.

Zielgröße Kosten

Alle genannten Zielgrößen haben eine Gemeinsamkeit; die Wirtschaftlichkeit der Produktion und der zugehörigen Prozesse muss dabei gewährleistet sein. Viele Kosten wer-

den durch die Fertigung verursacht. Eine hohe Automatisierung erhöht den Druck diese Kosten zu decken, verringert meist allerdings die zugehörigen direkten Personalkosten. Darüber hinaus entstehen Energie- und Betriebskosten, die von der tatsächlichen Produktion verursacht werden. Die Kosten für Maschinenbediener und Rüstaufwände kommen hinzu und werden von benötigten Hilfsmitteln und Werkzeugen ergänzt, ebenso wie die durch Aufwände in Wartung, Instandhaltung und vor allem in der Produktionssteuerung verursachten Kosten. Die Wirtschaftlichkeit der eingesetzten Mittel darf sich unter dem Anspruch der Flexibilität nicht wesentlich verändern, wenn sich der Output der Produktion hinsichtlich Varianten oder Produktionsvolumen verändert. Häufige Rüstvorgänge dürfen darüber hinaus nicht die Produktqualität und den Ausschuss negativ beeinflussen. Dann würden auch die Materialkosten in den Verantwortungsbereich der Produktionsprozesse fallen. Das gilt auch für das Umlaufvermögen der Produktion in Form von Beständen, die durch Losgrößen an den Anlagen verursacht werden können. Bestände binden Kapital im Unternehmen und verzögern den Rückfluss des eingesetzten Kapitals ins Unternehmen. Darüber hinaus kann die Verweildauer im Unternehmen zu einer Abwertung des Materials führen, was wiederum zu Ausschuss führt.

Wesentliche Gestaltungsprinzipien

Kapazität

Ausrichtung am Engpass – die Kapazität am Engpass stellt den besten Ausgangspunkt für Prozessverbesserungen dar.

Auslastung, Flexibilität

Auslastungssteigerung vs. Flexibilitätsvorhalt – eine Optimierung der Auslastung sollte nicht zu Überproduktion oder zur Blockierung von Kapazitäten führen. Häufigeres Rüsten senkt die Auslastung, erhöht dafür die Flexibilität.

Produktivität & Effektivität

Fehler vermeiden – fehlerhafte Produktionsprozesse oder komplexe Abläufe vermindern Produktivität und Effektivität. Um Ausfälle zu vermeiden muss eventuell der Wartungs- und Instandhaltungsaufwand erhöht werden.

Trennung von Montage und Logistik – Konzentration auf die Kernkompetenzen hilft dabei, Transparenz zu schaffen und Verschwendungen zu vermeiden.

3.4.3 Personal

Mitarbeiter stellen ein sehr großes Potenzial im Unternehmen dar. Dabei ist nicht nur die Qualifizierung der Mitarbeiter ausschlaggebend, sondern auch deren Einsatzbereitschaft und Motivation. Die Zusammenarbeit verschiedener Personengruppen und -hierarchien

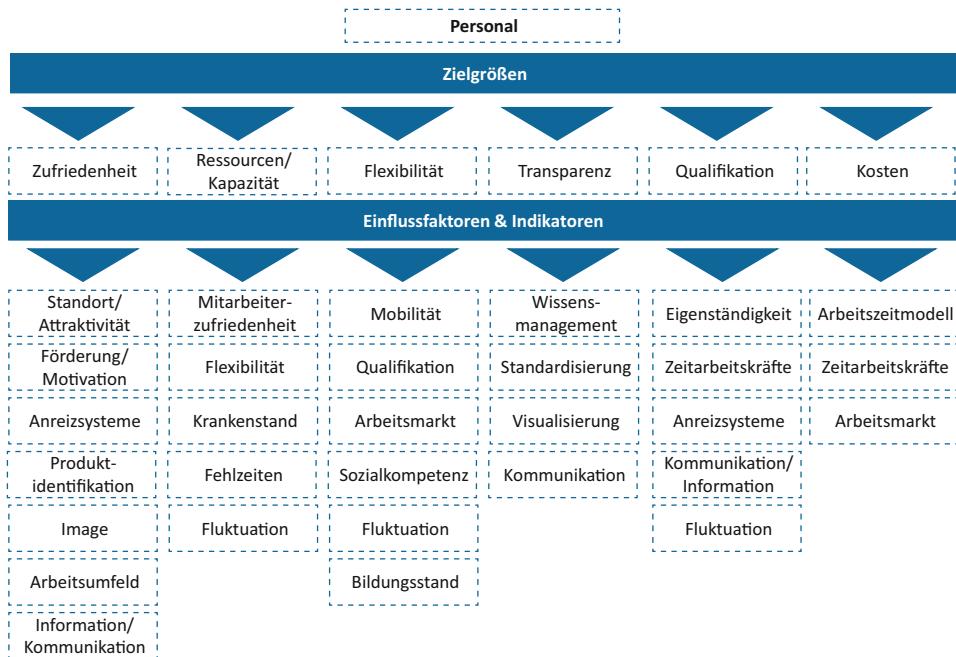


Abb. 3.7 Zielgrößen, Einflussfaktoren und Indikatoren für Personal

funktioniert nur dann, wenn eine hohe gegenseitige Loyalität besteht und die Mitarbeiter ihren Beitrag am Unternehmenserfolg kennen und ausfüllen. Die Zufriedenheit der Mitarbeiter stellt demnach eine wesentliche Zielgröße dar, neben den Kapazitäten der Mitarbeiter, Flexibilität, Transparenz, Qualifikation und Kosten (Abb. 3.7).

Zielgröße Mitarbeiterzufriedenheit

Die Zufriedenheit der Mitarbeiter ist Grundvoraussetzung für die Loyalität zum Arbeitgeber. Dabei spielen unterschiedliche, mehr oder weniger beeinflussbare Faktoren eine Rolle. Der Standort des Einsatzortes ist häufig nicht direkt beeinflussbar, jedoch können die Rahmenbedingungen auch bei einem weniger attraktiven Standort verbessert werden, wie beispielsweise durch Kinderbetreuungsmaßnahmen, Möglichkeiten zur Freizeitgestaltung oder auch Unterstützung bei Wege- und Fahrtzeiten und -möglichkeiten. Innerhalb des Unternehmens können Anreizsysteme für Mitarbeiter hinsichtlich Entlohnung zu einer erhöhten Zufriedenheit führen, aber auch Motivation durch regelmäßiges Feedback und Wertschätzung entstehen. Die Identifikation mit den produzierten Gütern ist ein weiterer Anreiz für viele Mitarbeiter, genauso wie das Image und die Wertevermittlung des Unternehmens.

Das Arbeitsumfeld, in dem die Mitarbeiter arbeiten wird nicht nur von den Kollegen aufgewertet, sondern auch von neuwertigen Ausstattungen, ergonomischen Arbeitsmitteln

und geeigneter, anwenderfreundlicher Systemunterstützung. Die Information und Kommunikation mit den Mitarbeitern vermittelt hohes Vertrauen seitens der Unternehmensführung und stärkt das Gemeinschaftsgefühl.

Zielgröße Ressourcen/Kapazität

Von der Zufriedenheit der Mitarbeiter hängt auch die verfügbare und stabile Kapazität der Mitarbeiterressourcen ab. Wesentliche Indikatoren für die Zufriedenheit der Mitarbeiter stellen der Krankenstand, Fehlzeiten und die Fluktuationsrate im Unternehmen dar. Diese steigen, wenn die Mitarbeiter sich in ihrer Arbeit nicht wohl fühlen und wirken sich auf die Verfügbarkeit von Kapazitäten aus. Darüber hinaus sind Mitarbeiter in einem motivierenden Umfeld eher bereit, ihre Arbeitszeiten an die benötigten Kapazitätsbedarfe anzupassen und ermöglichen dadurch die Optimierung des Ressourceneinsatzes.

Zielgröße Flexibilität

Neben einer hohen Verfügbarkeit der Mitarbeiterkapazitäten sind die flexiblen Einsatzmöglichkeiten von Mitarbeitern ausschlaggebend. Schwankungen der Auftragslage und der damit verbundenen Kapazitätsbedarfe müssen flexible abdeckbar sein, wenn das Unternehmen kundenorientiert und dabei effizient produzieren möchte. Zeitarbeitskräfte bieten die Möglichkeit, mittelfristig auf Bedarfsschwankungen zu reagieren, ohne langfristig den Personalbestand zu erhöhen. Flexibilität betrifft sowohl die Arbeitszeiten, die Arbeitsdauer, als auch möglicherweise den Einsatzort und die Arbeitsinhalte. Voraussetzung für eine hohe Flexibilität der Arbeitsinhalte ist dabei wiederum die Qualifikation der Mitarbeiter. Sind diese Qualifikationen beim bestehenden Personal nicht vorhanden, stellt sich die Frage ob der Bildungsstand und die Sozialkompetenz der bestehenden Mitarbeiter dafür ausreichen, um die benötigten Entwicklungen zu vollziehen, oder ob neue Mitarbeiter aus einem entsprechenden Arbeitsmarkt angeworben werden können. Eine hohe Fluktuation erhöht den Bedarf an der Anwerbung neuer Mitarbeiter und kann für die Flexibilität hinderlich sein.

Neben flexiblen Einsatzmöglichkeiten von Mitarbeitern ist auch die geistige Flexibilität wesentlich, um Mitarbeiter qualifizieren, Veränderungen im Unternehmen implementieren und neue Prozesse umsetzen zu können.

Zielgröße Transparenz

Das Einbeziehen der Mitarbeiter in wesentliche Entwicklungen des Unternehmens und die Information und Kommunikation über entscheidende Veränderungen und Anpassungsbedarfe ist entscheidend für Motivation, Loyalität und Eigenständigkeit der Mitarbeiter. Durch ein geeignetes Wissensmanagement wird außerdem verhindert, dass bestimmte Kompetenzen im Unternehmen personenabhängig sind und bei Krankheit oder Ausscheiden aus dem Unternehmen verloren gehen. Die Standardisierung und Visualisierung von Prozessen ermöglicht eine schnelle Einarbeitungszeit und den Austausch von Personal zwischen unterschiedlichen Unternehmenseinheiten.

Zielgröße Qualifikation

Die Qualifikation der Mitarbeiter ist nicht nur von inhaltlichen Kenntnissen über Arbeitsinhalte geprägt, sondern beinhaltet auch die eigenständige Einschätzung von Situationen und die Übernahme von Verantwortung und Führungsaufgaben. Damit die Mitarbeiter eine Motivation in ihrer eigenen Weiterentwicklung sehen, können Anreizsysteme geschaffen werden. Werden aufgrund eines hohen Flexibilitätsbedarfs Zeitarbeitskräfte eingesetzt, muss auch hier auf einen hohen Qualifikationsgrad geachtet werden um die Produktqualität nicht zu gefährden.

Bei der Qualifizierung der Mitarbeiter ist auf die Stärken und Schwächen der jeweiligen Mitarbeiter zu achten. Nicht jeder ist für jede Qualifizierungsmaßnahmen geeignet und häufig können die wahrgenommenen Schulungen nicht direkt in der Praxis umgesetzt werden und somit nicht den gewünschten Lerneffekt erzielen. Offene Kommunikation fördert den Informationstransfer und damit auch die Qualifikation der Mitarbeiter. Wiederum steht eine hohe Fluktuation der Qualifikation der Mitarbeiter erschwerend entgegen.

Zielgröße Kosten

Lohnkosten stellen einen hohen Anteil an Kosten in Produktion, unterstützenden und Verwaltungsbereichen dar. Das zugrunde gelegte Arbeitszeitmodell und die benötigte Flexibilität der Mitarbeiter wirken sich auf mittel- und langfristige Entwicklung der Lohnkosten aus. Der Einsatz von Zeitarbeitskräften ist dabei eine Möglichkeit Schwankungen kurz- und mittelfristig abzufangen, ohne die Mitarbeiter langfristig im Unternehmen zu binden.

Gestaltungsprinzipien

Mitarbeiterzufriedenheit, Ressourcen/Kapazität, Flexibilität

Motivation erhöhen – loyale Mitarbeiter sind leistungsfähiger und ermöglichen einen ressourcenoptimalen und flexiblen Einsatz.

Indikatoren berücksichtigen – Indikatoren für sinkende Mitarbeiterzufriedenheit und die damit verbundene verfügbare Kapazität sind steigende Krankheitsquoten, Fehlzeiten oder Fluktuation. Die Anwerbung und der Aufbau neuer Mitarbeiter sind in der Regel mit höherem Aufwand verbunden, als Mitarbeiter zu motivieren und im Unternehmen zu halten.

Transparenz

Transparenz schaffen und offen kommunizieren – können die Mitarbeiter die Entscheidungen der Geschäftsführung nachvollziehen und erkennen die Zusammenhänge und Folgen ihrer Aktivitäten, können sie diese im Sinne des Unternehmens selbstständig ausrichten.

Qualifikation

Geeignet qualifizieren – qualifizierte Mitarbeiter sind flexibler im Unternehmen einsetzbar und können eigenständig Prozesse verbessern.

3.4.4 Qualität

Die Qualität spielt eine sehr wichtige Rolle in produzierenden Unternehmen. Dabei gibt es sehr unterschiedliche Fehlerquellen innerhalb und außerhalb des Unternehmens. Das richtige Maß an Qualität ist dabei von Sicherheitsvorschriften und den Kundenanforderungen beschrieben. Ist der Qualitätsanspruch einmal festgelegt, stellt die Abweichung von diesem Anspruch immer Verschwendungen dar. Schlechte Teile sind Verschwendungen an Material, Kapazitäten und Arbeitszeit der Mitarbeiter und natürlich auch an Kosten. Die Zielgrößen der Qualität verteilen sich dementsprechend über die gesamte Wertschöpfungskette (Abb. 3.8).

Zielgröße Termintreue

Die Zeit ist im Zusammenhang mit Qualität ein wichtiger Indikator für Probleme im Wertschöpfungsprozess. Das Ersetzen oder Nacharbeiten von Teilen und Produkten führt zu einer zeitlichen Verzögerung im Auftragsabwicklungsprozess, was mit zusätzlichen Aufwänden verbunden ist. Je nachdem wie schwerwiegend der Fehler ist und wo er entstanden ist, umso länger kann diese Verzögerung dauern. Entsteht ein Fehler zu Beginn des Prozesses ist noch keine oder wenig Wertschöpfung am Produkt vorgenommen worden und

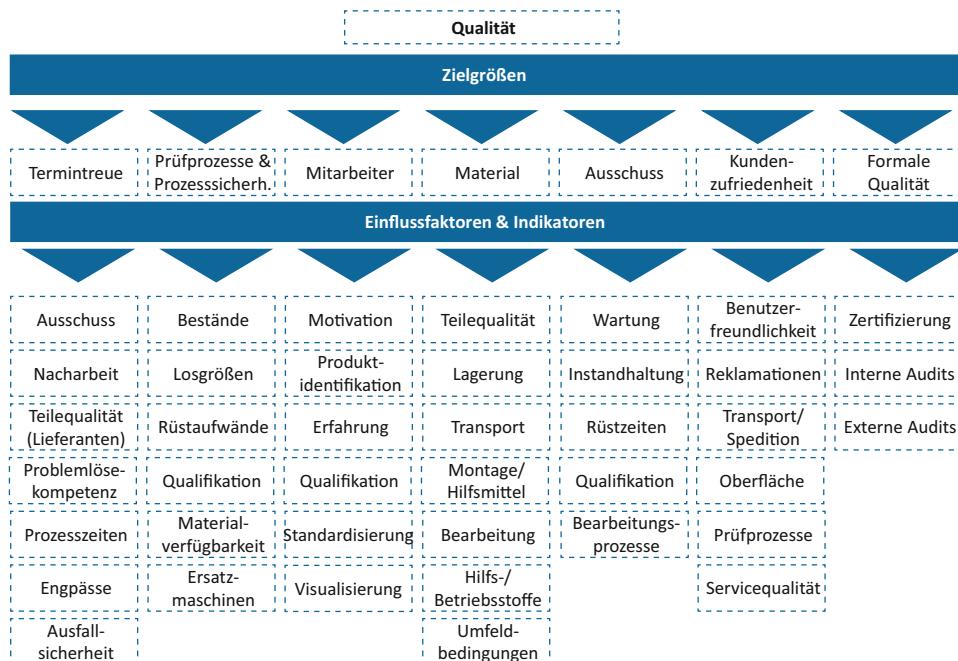


Abb. 3.8 Zielgrößen, Einflussfaktoren und Indikatoren in der Qualität

ein möglicher Austausch führt zu einer kürzeren Zeitverzögerung als wenn das Produkt schon einen großen Teil der Prozesse und damit der Wertschöpfung durchlaufen hat.

Erhält der Kunde ein beschädigtes Produkt, weil mögliche Mängel erst beim Transport zum Kunden entstanden sind, entstehen zusätzliche Prozesse und Aufwände in Form von Gewährleistungsprüfungen, Rücksendungen und Überarbeitung. Das stellt insofern den schlecht möglichsten Fall dar, als dass der Kunde sowohl durch Sicherheitsmängel gefährdet sein könnte, als auch dass er durch den Erhalt eines schlechten Produktes unzufrieden ist und möglicherweise als zukünftiger Kunde verloren geht. Besonders weitreichend sind Störungen und Fehler an Engpässen, da sie direkt zu einer Reduzierung des möglichen Outputs führen. Sind Fehler aufgetreten, ist die Problemlösekompetenz des Unternehmens ausschlaggebend, die entstandenen Fehlerursachen schnellstmöglich zu identifizieren und zu eliminieren.

Zielgröße Prüfprozesse und Prozesssicherheit

Prüfprozesse dienen zur Überprüfung von kritischen Prozessen und kritischen Teilen. Prüfprozesse ermöglichen eine frühzeitige Erkennung von Fehlern, so dass eine zusätzliche Wertschöpfung am fehlerhaften Produkt vermieden werden kann. Dennoch stellen Prüfprozesse keine direkte Wertschöpfung dar und sollten langfristig so weit wie möglich reduziert werden und der Fokus auf eine fehlerfreie Produktion gelegt werden, anstelle einer umfassenden Prüfung. Werden Fehler entdeckt ist es dementsprechend wichtig, die tatsächlichen Ursachen des Fehlers zu finden, um diese zu beseitigen und nicht lediglich die entstehenden Symptome zu behandeln.

Die Stabilität und Sicherheit von Prozessen ist eine Grundvoraussetzung für eine planbare und gleichbleibend hohe Qualität. Durch die Vermeidung oder Verringerung von Störungen werden die Anlaufphasen und damit die Ausschussquoten reduziert. Die dadurch erhöhte Planbarkeit führt dazu, dass Bestände als Sicherheit für mögliche Ausfälle reduziert werden und die Materialverfügbarkeit dennoch sicherstellen können. Werden allerdings auch die Losgrößen im Rahmen einer schlanken Produktion verringert und die Rüstaufwände erhöht, stellen diese ebenfalls eine potenzielle Gefahrenquelle für instabile Prozesse dar. Dementsprechend ist es zwingend notwendig, die Rüstprozesse in die Optimierung der Prozesssicherheit mit einzubeziehen. Durch die Vereinfachung von manuellen Prozessen und Bedienschritten und die Vermeidung von Fehlern durch Standards, klare Anweisungen und die Vermeidung von Verwechslungsmöglichkeiten bei Werkzeugen und Teilen kann die Prozessstabilität maßgeblich und ohne große Aufwände erhöht werden. Zusätzlich können durch Qualifizierungsmaßnahmen Fehler reduziert und durch das Bereithalten von Ersatzmaschinen mögliche Ausfälle kurzfristig kompensiert werden.

Zielgröße Personal

Eine steigende Automatisierung in Unternehmen führt dazu, dass menschliche Unzulänglichkeiten weniger Auswirkungen auf die Qualität in der Produktion haben können. Trotzdem sind für viele Tätigkeiten Menschen unerlässlich und stellen dadurch ein erhöhtes Fehlerpotenzial dar. Qualifikation ist der wichtigste Schritt, aber auch die Motivation

der Mitarbeiter ist dabei wesentlich. Damit verbunden ist häufig eine starke Identifikation der Menschen mit dem von ihnen bearbeiteten Produkt. Dadurch werden mögliche Schäden häufig realistischer eingeschätzt und die Produktqualität vom Mitarbeiter höher bewertet. Erfahrene Mitarbeiter kennen häufig die Auswirkungen von Fehlern und Schäden am Produkt auf die weiteren Bearbeitungsschritte, Nacharbeit oder Gewährleistungsansprüche. Dadurch wird der Qualität beim ersten Anlauf ein höheres Gewicht beigemessen.

Bei einem hohen Anteil an Zeitarbeitskräften in der Produktion muss besonders auf die Einbindung und das Qualitätsempfinden der Arbeitskräfte geachtet werden, um das Qualitätsniveau im Unternehmen halten zu können. Dabei unterstützt ein hoher Standardisierungsgrad in der Produktion, nach dem die Mitarbeiter bei allen Produkten und in allen Prozessen ähnliche Vorgehensweisen und Vorgaben heranziehen können. Eine durchgängige Visualisierung von Qualitätsmängeln, aber auch Qualitätsvorbildern kann dabei helfen.

Zielgröße Material

Das Eingangsmaterial und die Teilequalität sind der erste Schritt in Richtung einer hohen Produktqualität. Darüber hinaus spielt vor allem der Umgang mit Teilen und Produkten eine maßgebliche Rolle. Transporte stellen immer ein hohes Gefährdungspotenzial dar und führen vor allem am Ende der Wertschöpfungskette zu teuren, aber unnötigen Fehlern. Die unnötige und lange Lagerung von Teilen und Produkten stellt ein ebenfalls hohes Risiko dar. Während der Lagerung können durch unachtsames Verhalten oder Ein- und Auslagervorgänge Schäden entstehen, die Nacharbeiten oder gar Ausschuss zur Folge haben. Schäden entstehen außerdem durch ungeeignete Hilfsmittel und -stoffe, sowie durch Bedingungen des Umfeldes wie Temperatur, Feuchtigkeit und Schmutz, aber auch durch unachtsame Vorgänge oder Verschmutzungen in Montage- und Fertigungsvorgängen.

Zielgröße Ausschuss

Sind Teile oder Produkte kaputt oder beschädigt müssen sie entweder ersetzt werden oder nachgearbeitet. Auch wenn nachgearbeitet werden kann, stellt das Verschwendungen dar und sollte deshalb minimiert werden. Dadurch müssen die Ursachen für die Nacharbeit ermittelt werden und diese bestmöglich beseitigt werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Nacharbeit generell in Frage zu stellen und zu prüfen, ob die Neuproduktion von beschädigten Produkten möglicherweise sinnvoller ist. Das ist dann der Fall, wenn durch die zusätzlich notwendigen Schleifen in Organisation und Produktion für Nacharbeit so hohe Aufwände und Kosten entstehen, dass diese die Aufwände und Kosten für eine Neuproduktion übersteigen.

Ausschuss sollte immer vermieden werden, da in jedem Fall Verschwendungen in Form von Kapazitäten, Fläche, Material, Zeit oder Kosten entsteht. Durch vorausschauende Wartung und Instandhaltung können Fehlerquellen möglichst vorzeitig eliminiert werden. Eine solche Fehlerquelle stellen auch die beispielsweise durch Rüstvorgänge verursachten Anläufe dar. Durch verringerte Taktzeiten an Fertigungsanlagen wird möglicherweise

die Ausschussrate erhöht. Dann muss eine Abwägung zwischen längerer Laufzeiten und höherem Ausschuss erfolgen.

Zielgröße Kundenzufriedenheit

Das Empfinden des Kunden über die Produktqualität hat mehrere Aspekte. Zum einen geht es natürlich um die Funktionsfähigkeit des Produktes und die äußerlich sichtbaren Merkmale und Unversehrtheit. Zum anderen wertet der Kunde auch subjektive Empfindungen als Qualität wie beispielsweise Benutzerfreundlichkeit, wie mit seinen Reklamationen und Beanstandungen umgegangen und wie ernst er dabei genommen wird. Auch die Transportmöglichkeiten, die ihm vom Hersteller angeboten und welche Prüfumfänge ihm gewährt werden. Die Servicequalität ist für den Kunden häufig genauso wichtig wie die eigentliche Produktqualität.

Zielgröße formale Qualität

Als formale Qualität werden diejenigen Aspekte gesehen, die nicht unbedingt vom Kunden erwünscht werden, die aber dennoch von außen vorgegeben werden. Beispielsweise bieten Zertifizierungen die Möglichkeit für Unternehmen die Einhaltung gewisser Anforderungen und Standards nachzuweisen. Auch im Rahmen von Lieferanten- und internen Audits können und müssen Qualitätsziele überprüft und langfristig verfolgt werden.

Gestaltungsprinzipien

Termintreue

Zeit als Indikator implementieren – zeitliche Verzögerungen können auf Probleme in Prozessen und damit verbundene Qualitätsthemen hinweisen.

Prozesssicherheit

Ursachenforschung betreiben – mit Beständen kann die Versorgung bei Problemen sichergestellt werden, wichtiger ist allerdings die Ursachen zu beheben. Prüfprozesse helfen dabei, Fehlerquellen rechtzeitig zu lokalisieren, stellen selbst aber keine Wertschöpfung dar.

Werkselbstkontrolle einführen – die kontinuierliche Prüfung während des Prozesses hilft Fehlerquellen und aufwändige Prüfprozesse zu vermeiden.

Prozesse und Vorgaben standardisieren – ein hoher Standardisierungsgrad hilft den Mitarbeitern Fehler zu vermeiden oder bei Bedarf frühzeitig zu erkennen.

Mitarbeiter

Mitarbeiter sensibilisieren – die Sensibilisierung der Mitarbeiter hinsichtlich des Qualitätsverständnisses des Unternehmens und der Qualitätsansprüche des Kunden wächst mit der Qualifikation, Motivation und Identifikation der Mitarbeiter.

Material, Ausschuss

Fehlerquellen vermeiden – Schäden am Material und Produkt entstehen häufig bei Transporten, Bearbeitungs-, Handlings- oder Lagervorgängen, die durch geeignete Vorkehrungen wie geeignete Hilfsmittel oder vereinfachte Prozesse verhindert werden können.

Kundenzufriedenheit

Dienstleistungsqualität erhöhen – die Servicequalität und der Umgang mit Reklamationen und Beanstandungen wirken sich maßgeblich auf das Qualitätsempfinden des Kunden aus.

Kundenwunsch berücksichtigen – ist die Qualität des Produktes höher, als vom Kunden gefordert, erhöhen sich möglicherweise die Kosten des Produktes, die der Kunde nicht bereit ist zu zahlen.

3.4.5 Material und Logistik

Unter Material- und Logistikkennzahlen sind all diejenigen Kennzahlen zu verstehen, die den Transport, die Lagerung und Bereitstellung sowohl von Einzelteilen, als auch von Baugruppen, Halb- und Fertigprodukten beschreiben. Dabei geht es sowohl um Lieferantenteile, als auch um selbst produzierte Teile, die einen innerbetrieblichen Transport benötigen. Sowohl das Material selbst, als auch die Logistikprozesse können in der Produktion einen Engpass darstellen. Stehen nicht ausreichend Material, Personal, Transportmittel, etc. zur Verfügung, kann die Produktion möglicherweise nicht optimal produzieren, fertige Teile können nicht abtransportiert oder dem Kunden nicht zugestellt werden.

Logistik beschreibt das Zwischenglied zwischen einzelnen Produktionsprozessen und dient der Unterstützung dieser, stellt selbst aber keine direkte Wertschöpfung dar und verursacht Aufwände, die vom Kunden getragen werden müssen und erst dann beglichen werden, wenn das Produkt an den Kunden geliefert und bezahlt wurde. Alle Logistikprozesse, die ohne Verluste reduziert, oder durch vereinfachte Prozesse ersetzt werden können, erhöhen den Wertschöpfungsanteil der Produktion.

Nichtsdestotrotz ist Logistik ein wesentlicher Unterstützungsprozess innerhalb der Produktion und ist dafür verantwortlich, das richtige Material, zur richtigen Zeit, in der richtigen Menge, an den richtigen Ort und in der richtigen Qualität innerhalb oder außerhalb der Produktion zu bringen. Die Trennung von tatsächlich wertschöpfenden Tätigkeiten wie Montage oder Fertigung von der Logistik ermöglicht die Optimierung sowohl der wertschöpfenden, als auch der unterstützenden Tätigkeiten. Konzentriert sich der Mitarbeiter lediglich auf seine wertschöpfenden Tätigkeiten, kann der Produktionsfluss verbessert werden. Voraussetzung dafür ist, dass die Logistik einen reibungsfreien Ablauf ermöglicht. Dazu gehört sowohl eine ständige Versorgung der Prozesse mit Material ohne dass

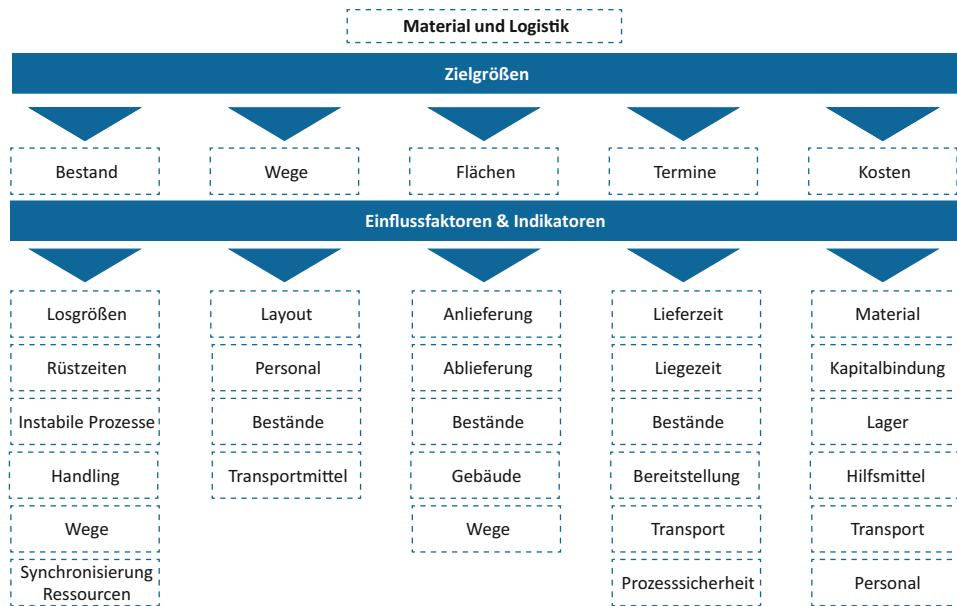


Abb. 3.9 Zielgrößen, Einflussfaktoren und Indikatoren in der Logistik

es zu Unterbrechungen in der Produktion führt, als auch ein kontinuierlicher Abtransport aller bearbeiteten Teile zum nächsten Prozess oder zum Kunden. Darüber hinaus ist die Logistik dafür zuständig die Materialbestände vor, in und nach der Produktion so gering wie möglich zu halten, um das im Unternehmen gebundene Kapital zu reduzieren. Dieses Spannungsfeld zwischen ständiger Materialverfügbarkeit und dennoch geringen Beständen ist die Herausforderung der Logistik.

Darüber hinaus muss ein Kompromiss zwischen der Konzentration auf die Wertschöpfung in den Bearbeitungsprozessen und der Vermeidung von Verschwendungen in der Logistik gefunden werden. Eine einseitige Optimierung der wertschöpfenden Prozesse führt in der Regel zu zunehmenden Aufwänden in der Organisation und Logistik, wodurch sich der Anteil nicht unmittelbar wertschöpfender Tätigkeiten wieder erhöht. Die Zielgrößen in der Logistik verteilen sich auf die gesamte Wertschöpfungskette (Abb. 3.9).

Zielgröße Bestand

Material hat einen Wert, der im Unternehmen gebunden wird. Die Bearbeitung des Materials führt in der Regel zu einer Wertsteigerung und somit zu einer Wertschöpfung im Betrieb. Dieser Wert kann allerdings erst dann freigesetzt werden, wenn das Produkt verkauft und an den Kunden übergeben wurde. Solange bleiben sowohl der Materialwert, als auch die hinzugefügte Wertschöpfung und alle Aufwände, die an dem Produkt getätigten wurden, im Unternehmen gebunden. Wartet das Material auf Weiterverarbeitung, muss nachgearbeitet werden, wird transportiert oder anderweitig gehandhabt, entsteht kei-

ne Wertschöpfung aus Kundensicht. Das Produkt wird weder verändert noch veredelt und schafft dadurch keinen Mehrwert für den Kunden.

Bestände entstehen durch asynchrone oder instabile Prozesse und Ressourcen, wenn Schnittstellen gepuffert werden müssen, um eine Materialversorgung sicherzustellen und durch die Produktion von Losgrößen. Je höher die zugehörigen Rüstzeiten, umso größer sind typischerweise auch die Losgrößen und umso höhere Reichweiten werden an Beständen produziert. Losgrößen werden nicht nur durch Rüstaufwände erzeugt, sondern beispielsweise auch aufgrund von Transporten, die möglicherweise erst ab einer gewissen Stückzahl rentabel sind, oder deren Behälter und Transportmittel auf eine bestimmte Stückzahl ausgelegt sind. Darüber hinaus kann es auch zu prozessbedingten Losgrößen oder Reihenfolgen kommen, beispielsweise durch notwendige Bestückungen in Öfen oder Beschichtungsanlagen, was wiederum Bestände sowohl vor dem Prozess zur Folge hat, wenn die verschiedenen Varianten gesammelt werden, als auch nach dem Prozess, wenn die Teile wieder in unterschiedlichen Reihenfolgen oder Losgrößen weiterverarbeitet werden müssen. Hohe Bestände in der Produktion führen zu langen Durchlaufzeiten, die das Material benötigt, um vom Wareneingang bis zum Kunden als fertiges Produkt zu gelangen. Erst dann fließt das für das Material eingesetzte Kapital in das Unternehmen zurück.

Zielgröße Wege

Die Höhe des durch die Produktion verursachten Bestandes ist unter anderem von den Transportwegen abhängig. Je länger dieser Weg, umso höhere Mengen werden wenn möglich gemeinsam transportiert. Darüber hinaus bedeuten Transporte Zeiträume, in denen keine Wertschöpfung am Produkt vorgenommen wird. Gehen die Transportwege über die Werksgrenzen hinaus, müssen straßentaugliche Transportmittel eingesetzt werden und je weiter die Entfernung zum Werk ist, umso höher ist das Risiko von außerplannmäßigen Vorkommnissen und Verzögerungen.

Nicht nur Material und Produkte werden von Wegen beeinflusst, sondern auch Personal muss Wege zurücklegen und kann in dieser Zeit seinen eigentlichen Tätigkeiten nicht nachkommen. Für innerbetriebliche Transporte sind die Wege vom jeweiligen Layout abhängig. Kurze Wege und die Vermeidung von kreuzenden und gegenläufigen Wegen sind dabei ein Ziel der Layoutplanung.

Zielgröße Flächen

Für die Höhe des Bestandes ist es wichtig, wie oft sich der Bestand im Lager innerhalb des betrachteten Zeitraums dreht. Dadurch werden die benötigten Flächen für die Pufferung und Lagerung von Roh-, Halb- und Fertigteilen bestimmt.

Flächen spielen vor allem in der Logistik eine große Rolle, da sie nicht für die eigentliche Wertschöpfung genutzt werden können und für Lagerung, Bereitstellung, An- und Ablieferung, Ver- und Entsorgung bzw. Transportwege benötigt werden. Dementsprechend ist auch die Lage von Logistikflächen entscheidend. Das Material wird wenn möglich produktionsnah bereitgestellt, dadurch behindert es aber möglicherweise einen

optimalen Produktionsablauf. Je näher das Material also am Verbauort vorgehalten wird, desto geringer muss der dafür vorgesehene Bestand sein. Im besten Fall wird also genau das Material angeliefert und bereitgestellt, welches sofort verbaut werden kann und dadurch so wenig Fläche wie möglich beansprucht.

Die Transportwege sind maßgeblich von den Gebäuden, bestehenden Infrastrukturen und dem Produktionsablauf abhängig. Eine effiziente Nutzung von Transportwegen stellt beispielsweise die Belieferung beider Seiten des Weges dar, allerdings muss auf die Frequenz der Transporte geachtet werden, um Staus und Blockaden zu vermeiden.

Zielgröße Termine

Um die Materialverfügbarkeit sicherzustellen, ohne die Bestände übermäßig auszubauen, ist die interne Wiederbeschaffungszeit bzw. die Lieferzeit des Vorgängerprozesses von Bedeutung. Die interne Wiederbeschaffungszeit sagt aus, wie lange es dauert bis der Vorgängerprozess ab dem Zeitpunkt der Nachbestellung das bestellte Teil nachliefern kann. Darin enthalten sind auch die Zeiten für notwendige Bereitstellung, Transporte, Liegezeiten oder mögliche Prozessunsicherheiten, die in eine durchschnittliche Lieferzeit mit einberechnet werden müssen. Kennt man die interne Wiederbeschaffungszeit, lässt sich daraus ableiten, wie viel Bestand an einem Prozess vorrätig sein muss, bis der Vorgängerprozess nachliefern kann. Wird dieser Mindestbestand erreicht, muss spätestens nachbestellt werden, um rechtzeitig wieder Material bereitzustellen, wenn es der entsprechende Prozess benötigt.

Um verlässliche Aussagen über interne Wiederbeschaffungszeiten zu bekommen, spielt die interne Termintreue eine wesentliche Rolle. Sie sagt aus, wie gut Planung, Steuerung, Synchronisierung und Fließprinzip im Unternehmen funktionieren. Bei einer geringen Termintreue müssen zusätzliche Bestände vorgesehen werden, um mögliche Lieferverzüge abzufangen. Dabei gelten die gleichen Ansprüche, wie bei externen Lieferanten und sollten dementsprechend gleichermaßen gemessen und eingefordert werden.

Zielgröße Kosten

Kosten in der Logistik entstehen durch das Material selbst, das Kapital im Unternehmen bindet. Mit der Wertschöpfung am Produkt durch Produktionsprozesse nimmt der Wert der Produkte zu und somit die damit verbundene Kapitalbindung. Wird Material gelagert entsteht Bedarf an Flächen und Lagermitteln, dazu gehören auch die benötigten Hilfsmittel wie Lagersysteme oder Transportgeräte. Die Transporte sind sowohl in Form von Zeit, als auch in Aufwänden zu bewerten.

Wesentlich bei der Bewertung von Transport- und Handling-Aufwänden sind die Lose, die dabei gehandhabt werden. Je geringer die Losgrößen, desto höher ist die Anzahl der Lose und desto höher die damit verbundenen Aufwände, die entweder mit Personal- oder Anlagenbedarf gedeckt werden müssen.

Gestaltungsprinzipien

Bestand

Durchlaufzeit reduzieren – Bestand steht für lange Durchlaufzeiten, gebundenes Kapital, Verfallsrisiko, Verstopfung der Produktion und Einschränkung der Flexibilität. Andererseits wird Bestand zur Sicherstellung der Materialversorgung benötigt, um unterschiedliche Taktzeiten, Störungen oder Kapazitätsunterschiede auszugleichen.

Wege, Flächen

Verschwendungen vermeiden – die Optimierung von Logistikprozessen hilft, Verschwendungen in Form von Flächen und Wegen zu vermeiden. Mögliche Nachteile in direkt wertschöpfenden Tätigkeiten, die durch eine Optimierung der Logistikprozesse entstehen können, müssen dahingehend überprüft werden, ob sie die Vorteile in den Logistikprozessen überwiegen. Zu berücksichtigen ist auch, dass in der Regel Mitarbeiter in den wertschöpfenden Bereichen mit einem höheren Kostensatz verbunden sind, als Mitarbeiter in der Logistik.

Flächen effektiv nutzen – Flächen stellen einen hohen Kapitalbedarf dar und sollten dementsprechend möglichst für wertschöpfende Tätigkeiten genutzt werden.

Termine

Optimierung Versorgungssicherheit – Verspätungen oder Fehler in der Bereitstellung sind häufig auf interne Schwierigkeiten beispielsweise in Planung und Steuerung zurückzuführen.

Optimierung der internen Wiederbeschaffungszeit – die Wiederbeschaffungszeit von Vorprodukten oder Teilen innerhalb der eigenen Fertigung kann durch geringere Losgrößen verringert werden und dadurch die Materialverfügbarkeit bei möglichen Engpässen verbessern.

3.4.6 Organisation/Auftragsabwicklung

Neben den Produktions- und Logistikprozessen tragen viele administrative Prozesse zu einem möglichst reibungslosen Ablauf bei. Eine schlanke Auftragsabwicklung orientiert sich dabei konsequent an den Kundenbedürfnissen. Neben einer starken Kundenorientierung sind auch die eingesetzten Ressourcen, die Standardisierung von Prozessen, Planung des Produktionsprogramms und Steuerung sowie Kosten wesentliche Zielgrößen (Abb. 3.10).

Zielgröße Ressourcenbedarf

Das benötigte Personal für den gesamten Auftragsabwicklungsprozess lässt sich schwer abschätzen. Vielmehr ist es so, dass die produktionsunterstützenden Bereiche sukzessive



Abb. 3.10 Zielgrößen, Einflussfaktoren und Indikatoren in der Organisation

mit der Produktion und vor allem mit zunehmender Komplexität im Unternehmen mitwachsen. Um zu erkennen, welchen Bedarf das Unternehmen tatsächlich an Ressourcen innerhalb dieser Bereiche hat, müssen, vergleichbar mit der Produktion, die unterschiedlichen Tätigkeiten analysiert und hinterfragt werden, um mögliche Potenziale zu identifizieren und Verschwendungen zu vermeiden.

Eine Maßgröße für die Aktivitäten in den unterstützenden Bereichen sind die Aufträge, die angenommen, in die Produktion eingelastet und schließlich zum Kunden ausgeliefert werden. Damit sind die Bestellvorgänge verbunden, um die Aufträge zu fertigen und die Reservierung und Planung von Kapazitäten vorzunehmen. Mit steigendem Volumen und steigender Anzahl an Produktvarianten steigt auch der damit verbundene Aufwand und es lassen sich – wie in der Produktion – durch Standards Mengeneffekte erzielen. Darüber hinaus können durch Automatisierung von Prozessen und Systemunterstützung Potenziale in Geschwindigkeit und Wirtschaftlichkeit der Bearbeitung verbessert werden.

Eine wesentliche Einflussgröße auf die Bearbeitung stellen Schnittstellen in der Organisation dar. Schnittstellen führen häufig zu Informationsverlusten und dadurch verursachte, redundante Tätigkeiten. Deswegen werden an Schnittstellen häufig Prüfprozesse installiert, die einen reibungslosen Ablauf sichern sollen, allerdings stellen diese dann selbst wieder einen Mehraufwand dar. Die Implementierung einer geeigneten, prozessorientierten Organisation, die die Rahmenbedingungen des Unternehmens und die eingehenden Aufträge und Anforderungen bestmöglich abdeckt, stellt einen Erfolgsfaktor für eine schlanken Produktion dar.

Zielgröße Standardisierung

Standardisierte Prozesse vermeiden notwendige Abstimmungsaufwände, stellen eine bestimmte Prozessqualität sicher und dienen einer grundsätzlicher Verlässlichkeit in die Vorgänge im Unternehmen. Dadurch können Synergien und kontinuierliche Verbesserungen entstehen, die sich bei Prozessverbesserungen auf alle Bereiche des Unternehmens gleichzeitig auswirken. Eine konsequente Standardisierung basiert dabei auf einer durchgängigen Dokumentation von Prozessen, Abläufen, Verantwortlichkeiten und Kompetenzen und setzt dementsprechend die Qualifizierung der Mitarbeiter voraus. Diese müssen dabei nicht nur ihren eigenen Prozess verstehen, sondern die mit den Standards verbundenen Effekte. Ansonsten kann es zu Einzeloptimierungen kommen, die einem unternehmensweiten Standard entgegenwirken.

Eine wesentliche Unterstützung für die Standardisierung stellt die Visualisierung dar. Eine einheitliche Visualisierung verbessert eine unternehmensweite, einheitliche Kommunikation und Dokumentation und optimiert somit den Qualifizierungsprozess der Mitarbeiter. Erst durch standardisierte Prozesse können diese auch miteinander verglichen und Potenziale in der Bearbeitung erschlossen werden.

Zielgröße Kundenorientierung

Die Orientierung am Kundenwunsch stellt die oberste Prämisse sowohl in der Produktion, als auch in der Auftragsbearbeitung dar. Aus den unterschiedlichen Aufträgen der Kunden hinsichtlich Menge, Variante, Qualität und Liefertermin ist es Aufgabe der Auftragsabwicklung ein Produktionsprogramm zu erstellen, dass es der Produktion ermöglicht, die Aufträge kundenwunschgemäß zu bearbeiten und dabei eine möglichst gleichmäßig Auslastung und Wirtschaftlichkeit der Produktion sicherzustellen. Eine durchgängige Auftragsorientierung ist dabei erstrebenswert, im besten Fall wird in dem Takt produziert, in dem der Kunde im Mittel das Produkt nachfragt (Kundentakt – siehe auch Abschn. 8.2.1). Aufgrund der Prämissen und Rahmenbedingungen, wie beispielsweise benötigter Losgrößen in der Fertigung, ist eine Produktion im Kundentakt häufig nur bedingt umsetzbar und muss zumindest stellenweise in Fertigungsaufträge aufgelöst werden. Dabei besteht die Herausforderung ausreichend Aufträge in die Produktion einzulasten, um ebendiese Effekte zu erzielen. Eine zu hohe Freigabe an Aufträgen in die Produktion führt allerdings möglicherweise zu einer Verstopfung des Gesamtprozesses. Die Mitarbeiter der Produktionsprozesse neigen dann dazu, sich selbst zu optimieren und möglichst viele Aufträge gleicher Art zusammen zu fassen, um noch größere Mengeneffekte zu erzielen und weitere Rüstvorgänge zu vermeiden. Dabei hat die Produktion nicht den Überblick über die dahinterliegenden Kundenaufträge und mögliche zeitliche Restriktionen. Das führt oft zu möglichen Verzögerungen einiger Aufträge, die zu spät zum Kunden gelangen oder sehr hohe Wartezeiten für bestimmte Varianten zur Folge haben. Die Durchlaufzeit erhöht sich und Verschwendungen in Form von Beständen und Wartezeiten nimmt zu.

Die Optimierung des Produktionsprogramms ist somit die zentrale Aufgabe der Auftragsabwicklung. Dabei muss auf eine geeignete Systemunterstützung zurückgegriffen werden, die weder zu komplexe Algorithmen mit einer hohen Fehleranfälligkeit enthält,

noch zu viele manuelle Parameter zulässt, um den Aufwand und Entscheidungsmöglichkeiten zu reduzieren. Damit sich die Produktionsmitarbeiter auf die wertschöpfenden Tätigkeiten konzentrieren können, ist es außerdem Aufgabe der Auftragsabwicklung und Produktionssteuerung sämtliche Aktivitäten in Produktion und Logistik so aufeinander abzustimmen, dass möglichst keine Leerläufe, Suchaufwände oder Umorganisationen entstehen. Dazu gehört auch die Organisation der richtigen Teile, die am richtigen Zeitpunkt und der richtigen Menge an der richtigen Stelle sein müssen, wenn die Produktion sie benötigt. Auch dafür kann wieder die Kundenorientierung gedanklich installiert werden. Dabei stellt die Produktion den Kunden dar, während die Bereitstellung von Teilleistungen, wie Material, Mensch, Maschinen, etc. als vorgelagerte Prozesse angesehen wird. Wie auch in der Produktion gilt in der Auftragsabwicklung, dass alle Tätigkeiten, die keinen Mehrwert für den unmittelbaren Kunden, also die Produktion selbst, haben, Verschwendungen darstellen und dementsprechend vermieden werden sollen.

Zielgröße Planung und Steuerung

Eine wesentliche Schwierigkeit in den produktionsunterstützenden Bereichen entsteht durch die zunehmende Variantenvielfalt im Unternehmen. Dadurch werden Steuerungsaufwände komplexer, sowie alle Tätigkeiten, die für die Bereitstellung der unterschiedlich benötigten Teile notwendig sind. Je mehr Abläufe über alle Produktvarianten hinweg standardisiert werden können, desto geringer ist die Komplexität im betrachteten System. Die Verwendung von Gleichteilen ist eine wesentliche Strategie, um die Komplexität weiter zu reduzieren. Viele Unternehmen setzen dabei auf eine sogenannte Baukastensystematik, die es erlaubt, lediglich kleine Anteile eines Produktes individuell zu gestalten und den Großteil auf Basis der gleichartigen Baukastenstruktur standardisiert einzusetzen. Können verschiedene Produktfamilien nicht standardisiert abgebildet werden, ist es sinnvoll, die Produktion dahingehend zu segmentieren, dass diese Produktfamilien getrennt voneinander geplant und gesteuert werden. Das ermöglicht die Entzerrung von Planung und Steuerung durch Vermeidung von Turbulenzen, die sich bei gemeinsamer Betrachtung von einer Produktfamilie auf eine andere übertragen würden.

Die schlanke und aufwandsarme Abwicklung von Varianten stellt sowohl für die Produktion, als auch für die Auftragsabwicklung eine wesentliche Zielgröße für ein erfolgreiches Unternehmen dar. Steigende Varianten führen bei nicht ausreichender Beachtung zu einem überproportionalen Anstieg an indirekten Aufwänden. Diese Komplexität muss durch die entsprechenden Systeme abgebildet werden, um Fehlsteuerungen und Planungsfehler zu vermeiden.

Zielgröße Kosten

Kosten in den organisatorischen Bereichen entstehen in erster Linie durch Personal- und Systemkosten. Diese sind in unterschiedliche Kostenstellen unterteilt, die meist eher funktional ausgerichtet sind, anstatt prozessorientiert. Das erschwert die Zuordnung von Kosten zu den unterschiedlichen Prozessen und Produkten. Dementsprechend werden die indirekten Bereiche, wie auch Logistikprozesse, häufig im Rahmen von Gemeinkosten

und Zuschlagssätzen auf sämtliche Produkte in der Produktion als Kostentreiber verteilt. Dadurch wird eine verursachungsgerechte Kostenzuordnung verhindert. Durch prozessorientierte Kostenrechnung können die funktionalen Kostenstellengrenzen aufgebrochen werden (siehe auch Abschn. 5.2).

Gestaltungsprinzipien

Ressourcenbedarf

Schnittstellen vermeiden – durch eine prozessorientierte Gestaltung der Organisation können Schnittstellen abgebaut, Mehraufwände reduziert und Fehler vermeiden werden.

Standardisierung

Standards einführen – die Vereinheitlichung von Abläufen, Dokumenten, Visualisierung, Vorgehensweisen, Methoden, Hilfsmitteln, Systemen, Eingaben, Einheiten, Kompetenzen und Aufgaben hilft diese systematisch und kontinuierlich zu optimieren.

Kundenorientierung

Organisation am Kunden ausrichten – eine konsequente Ausrichtung am Kunden ermöglicht die Erhöhung der Wertschöpfung und die Reduzierung von Durchlaufzeiten, sowie eine schlanke Gestaltung von Produktion und Organisation.

Planung und Steuerung

Produktion und Organisation segmentieren – durch die Unterteilung der Produktfamilien in verschiedene physische oder organisatorische Segmente kann die Komplexität des Unternehmens reduziert und die Planung und Steuerung vereinfacht werden.

3.4.7 Kunden

Die Anforderungen des Kunden stehen am Anfang einer jeden Betrachtung, auch wenn sie erst am Ende des Wertschöpfungsprozesses zum Tragen kommen. Die Kundenzufriedenheit ist dabei das oberste Ziel (Abb. 3.11).

Zielgröße Kundenzufriedenheit

Die Zufriedenheit des Kunden ist häufig von mehreren Aspekten abhängig und mit denen des eigenen Unternehmens in Bezug auf seine Lieferanten vergleichbar. Sowohl Lieferzeit, als auch Liefertreue spielen dabei eine große Rolle, die sichtbare und funktionale Qualität, als auch die Flexibilität unterschiedliche Änderungswünsche platzieren zu kön-

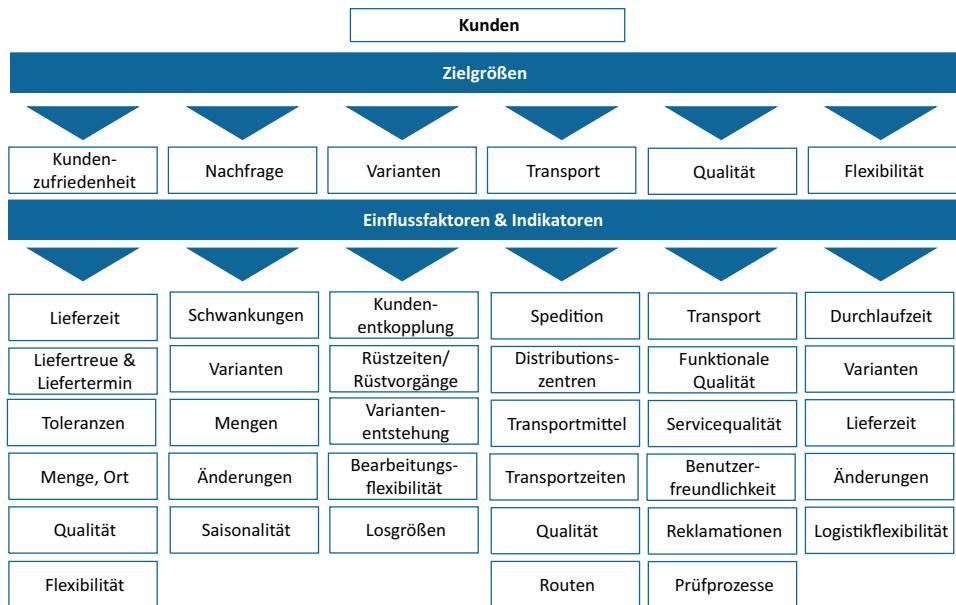


Abb. 3.11 Zielgrößen, Einflussfaktoren und Indikatoren in Richtung Kunde

nen. Die einzuhaltenden Grenzen werden dabei von vereinbarten Lieferterminen, Toleranzen, Mengen, Lieferorten, Qualitätsvorgaben und Flexibilitätskorridoren definiert.

Zielgröße Nachfrage

Die Nachfrage ist der Richtwert für die Produktion, nach dem sich Menge und Varianten der Produkte ausrichten. Dabei ist die Nachfrage häufigen Schwankungen ausgesetzt, die sich aus ökonomischen oder auch saisonalen Rahmenbedingungen ergeben können. Darüber hinaus unterliegt die Nachfrage auch langfristigen Veränderungen, beispielsweise hin zu einem Bestellverhalten von mehreren, dafür kleineren Mengen und unterschiedlichen Ausprägungen der Produkte. Kann das Unternehmen diesen Entwicklungen nicht folgen, riskiert es den Verlust seiner Wettbewerbsposition.

Zielgröße Varianten

Die unterschiedlichen nachgefragten Varianten führen im Unternehmen zur Notwendigkeit, die Produktionsprinzipien auf diese unterschiedlichen Varianten auszurichten. Dabei wird es entscheidend für die Effektivität des Unternehmens, an welcher Stelle die unterschiedlichen Varianten entstehen. Der so genannte Kundenentkopplungspunkt gibt Auskunft darüber, wie lange in der Wertschöpfungskette kunden- und somit variantenneutral produziert werden kann und wie hoch demnach die möglichen erwirtschafteten Skaleneffekte sind. Vor dem Entkopplungspunkt liegt der Fokus auf einer optimalen Auslastung der Prozesse und es werden in der Regel höhere Losgrößen gefahren als der tatsächliche Kun-

denbedarf und dadurch Rüstzeiten reduziert. Nach dem Entkopplungspunkt muss auf die unterschiedlich nachgefragten Varianten eingegangen werden und somit auch die Prognosen über Mengen und Ausprägungen detaillierter vorliegen, um Überproduktion und hohe Bestände zu vermeiden. Das bedeutet auch, dass eine höhere Flexibilität in der Bearbeitung benötigt wird und möglicherweise höhere Rüstaufwände in Kauf genommen werden müssen. Die Variantenentstehung sollte demnach so spät wie möglich im Produktionsprozess stattfinden und die Variantenvielfalt des Unternehmens sich dabei am tatsächlichen Kundenbedarf ausrichten. Varianten, die nicht wirtschaftlich produziert werden können und dem Kunden keinen maßgeblichen Mehrwert bieten, erhöhen lediglich die Komplexität in Produktion, Planung und Steuerung.

Zielgröße Transport

Der Transport zum Kunden ist häufig der letzte Schritt, bevor das Produkt an den Kunden übergeht. Fehler, die an dieser Stelle entstehen, verursachen einen hohen Schaden, da die gesamte Wertschöpfung am Produkt schon abgeschlossen ist. Dementsprechend ist der für den Transport ausgewählte Dienstleister ein wesentlicher Erfolgsfaktor für einen reibungslosen Ablauf. Mit den dafür eingesetzten Transportmitteln können unterschiedliche Flexibilitätsbedarfe abgedeckt werden, was mit unterschiedlichen Kosten und Aufwänden verbunden ist. Die Behandlung der Produkte beim Transport durch Hilfsmittel spielt ebenso eine große Rolle für die ausgelieferte Qualität. Zwischenschritte über Verteilzentren bedeuten zusätzlichen Aufwand für Handling und stellen ein zusätzliches Schadensrisiko dar. Transportkosten und -zeiten können durch mögliche Routenplanungen optimiert werden, erhöhen allerdings wiederum die Umlade- und Handling-Aufwände. Je länger die Transportzeit zum Kunden, desto geringer ist häufig die Zeit, die vom eigenen Unternehmen selbst direkt beeinflussbar ist. Treten in dieser Zeit Schwierigkeiten auf, hat das produzierende Unternehmen keine Möglichkeit mehr, die Termine mit dem Kunden einzuhalten.

Zielgröße Qualität

Die Qualität ist ein Erfolgsfaktor, der sich über alle Bereiche des Unternehmens und der Liefer- und Lieferantenbeziehungen zieht. Dabei spielen Transport und Logistik eine große Rolle, ebenso wie die Qualität des Services, Benutzerfreundlichkeit der Produkte, der Umgang mit Reklamationen und die Prüfprozesse. Prüfprozesse im Unternehmen stellen sicher, dass fehlerhafte Teile nicht weiterverarbeitet werden und keine zusätzliche Wertschöpfung erfolgt, bevor die Qualität des Produktes nicht wiederhergestellt wurde.

Zielgröße Flexibilität

Der angesprochene Flexibilitätsbedarf bezieht sich zum einen auf die Möglichkeiten zur Herstellung und Bearbeitung unterschiedlicher Varianten, als auch auf eine zeitliche und mengenmäßige Anpassungsfähigkeit an die geänderten Anforderungen des Kunden, die vor allem durch geringe Durchlauf- und Lieferzeiten sichergestellt werden kann. Dementsprechend ist auch die Logistik maßgeblich an der verfügbaren Flexibilität im Unternehmen beteiligt.

Gestaltungsprinzipien

Kundenzufriedenheit

Kundenzufriedenheit definieren – die einzuhaltenden Zeiten, Toleranzen, Qualitätsmerkmale und sonstige Grenzen werden vom Kunden vorgegeben. Eine Übererfüllung trägt nicht zu einer gesteigerten Kundenzufriedenheit bei.

Nachfrage

Nachfrage erfüllen – die Erfüllung der Nachfrage ist maßgeblich für eine schlanke Produktion. Danach richten sich Kapazitäts- und Flexibilitätsbedarfe des produzierenden Unternehmens.

Varianten

Varianten überprüfen – jede Variante erhöht die Komplexität in Produktion, Planung und Steuerung und sollte nur ein- oder weitergeführt werden, wenn sie vom Kunden aktiv gewünscht ist und dadurch den Nutzen für das Unternehmen tatsächlich erhöht.

Transport, Qualität

Anzahl der Gefahrenübergänge minimieren – Qualitätsmängel die durch Transport und Distribution des fertigen Produktes entstehen verursachen einen hohen Schaden, da die gesamte Wertschöpfung am Produkt bereits erfolgt ist. Übergaben und Umlagern des Produktes auf verschiedene Transportmittel oder Wartezeiten entlang des Transportweges stellen ein Risiko für die Produktqualität dar.

Flexibilität

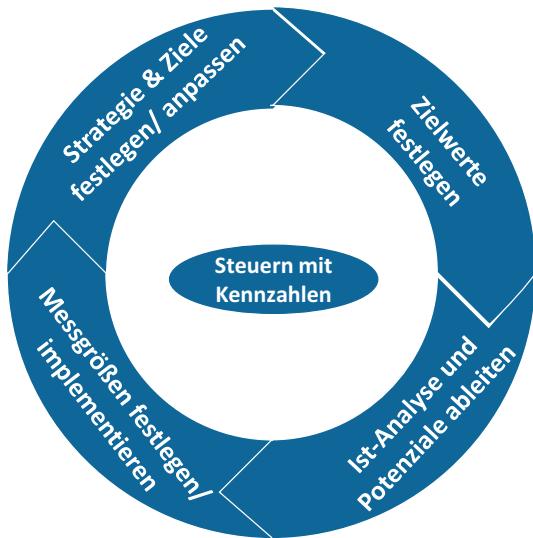
Losgrößen und Durchlaufzeit reduzieren – eine kurze Durchlaufzeit ermöglicht dem Unternehmen eine hohe Flexibilität hinsichtlich Änderungen des Kunden und der Umstellung auf verschiedene Varianten. Dafür müssen möglichst geringe Losgrößen produziert werden, die im Idealfall dem Kundenauftrag entsprechen.

3.5 Vorgehensweise zur Ermittlung von Kennzahlen

Kennzahlen können mehrere Zwecke verfolgen. Als Führungsinstrument dienen sie der Koordination und Steuerung von Planung und Betrieb. Als strategisches Instrument können sie für Benchmarks und zur Entscheidungsfindung dienen. Als reines Messinstrument dokumentieren sie Zustände und Trends und ermöglichen die Kontrolle von Umsetzungsmaßnahmen.

Um mit Hilfe von Kennzahlen steuern zu können, ist es wichtig, die Zielsetzung, auf die die Kennzahl abzielt, zu kennen und eingehend zu verstehen. Durch die Analyse der zugehörigen Prozesse und Aktivitäten können Potenziale abgeleitet, zusätzlich Messgrößen festgelegt, bzw. bestehende Messgrößen angepasst werden. Die Auswirkung auf die bestehenden Ziele wird dann überprüft und die Ziele bei Bedarf angepasst (Abb. 3.12).

Abb. 3.12 Steuern mit Kennzahlen



Um Kennzahlen sinnvoll und zielführend einzusetzen, muss definiert werden, welche Erkenntnisse aus den Kennzahlen gewonnen werden und welche Interpretationen und Ableitungen daraus folgen sollen. Erst wenn die Aussagekraft der gewünschten Kennzahlen geklärt ist, kann die richtige Datengrundlage für die jeweilige Kennzahl ermittelt und der dafür benötigte Aufwand gerechtfertigt werden. Um die Daten für die Kennzahlenermittlung verwenden zu können, müssen sie möglicherweise entsprechend aufbereitet oder bereinigt werden, um das vermittelte Bild der Kennzahl nicht durch Sonderfälle zu verschleien. Die Interpretation der Kennzahlen stellt einen wesentlichen Schritt dar, da dort Grenzwerte oder mögliche Korridore festgelegt werden, in der sich eine Kennzahl bewegen kann, ohne gesonderte Maßnahmen nach sich zu ziehen. Diese Interpretation ist auch entscheidend für die Kommunikation gegenüber den Mitarbeitern, die mit der jeweiligen Kennzahl arbeiten und diese beeinflussen können.

1. Kennzahl festlegen

Um die für die Produktion relevanten Kennzahlen zu ermitteln, muss das verfolgte Ziel, welches durch die Kennzahl gesteuert und unterstützt werden soll, erst hinsichtlich möglicher Messgrößen analysiert werden. Das definierte Ziel wird dafür über mögliche Erfolgsfaktoren und Unterziele in unterschiedliche Messgrößen und Kennzahlen zerlegt (siehe auch Abschn. 6.2 und 6.3). Dadurch entsteht in der Regel eine große Anzahl an Kennzahlen, die mehr oder weniger für die Zielerreichung geeignet sind. Nach einem ersten Brainstorming müssen die bestehenden Kennzahlen gegebenenfalls vervollständigt werden – dadurch steigt die Anzahl an Messgrößen noch weiter an. Dennoch ist diese erste Sammlung wichtig, um alle Möglichkeiten zur Zielerreichung in Betracht zu ziehen und mögliche innovative Ansätze zu generieren. Viele der gesammelten Messgrößen haben eventuell keinen direkten Zusammenhang zum definierten Ziel, sondern stellen lediglich

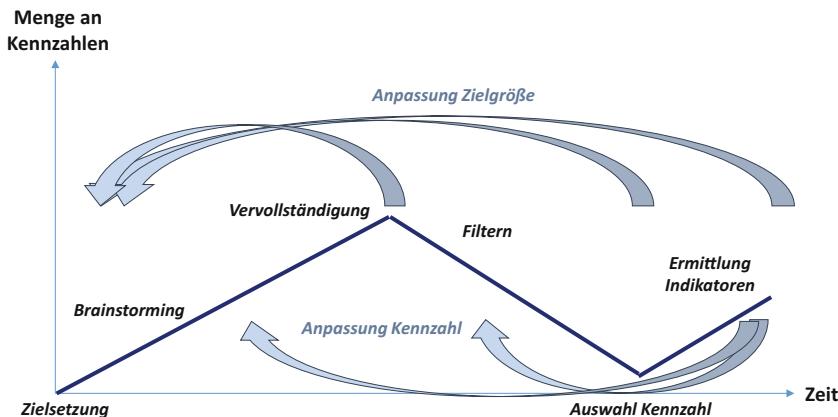


Abb. 3.13 Auswahl von Kennzahlen

einen Indikator für Veränderungen dar. Beispielsweise sind ein hoher Krankenstand oder steigende Fluktuation mögliche Indikatoren für die Zufriedenheit der Mitarbeiter – steigen sie, kann das mit einer gesunkenen Mitarbeiterzufriedenheit zusammenhängen.

Nach der Sammlung sämtlicher Kennzahlen und Indikatoren bezogen auf ein bestimmtes Ziel, ist es notwendig die Messgrößen zu filtern, um auf eine oder wenige wesentliche Kennzahlen reduzieren zu können. Das passiert durch die konsequente Hinterfragung der Kennzahl:

- Was sagt sie aus?
- Kann durch die Steuerung der Kennzahl das definierte Ziel verbessert werden?
- In welchem Umfang kann die Kennzahl das Ziel beeinflussen?

Dadurch können die wesentlichen Kennzahlen identifiziert werden (Abb. 3.13). Im Anschluss dazu können die zugehörigen Indikatoren ermittelt werden, die die Kennzahl unterstützen oder eine Entwicklung frühzeitig erkennbar machen können, um rechtzeitig gegensteuern zu können.

Kennzahlen vs. Indikatoren

Kennzahlen stellen einen direkten Zusammenhang zwischen verschiedenen Werten und einem Ziel dar.

Indikatoren geben lediglich einen Hinweis auf einen möglichen Zusammenhang.

Frühindikatoren ermöglichen es, bestimmte Situationen voraus zu sehen oder zu erahnen.

2. Kennzahl zerlegen

Um die Kennzahl effizient messen und interpretieren zu können, muss die Kennzahl in seine Einzelteile zerlegt werden. Dabei beginnt man bei den in der zugehörigen Formel enthaltenen Werten und Rechengrößen. Die Liefertreue beispielsweise setzt sich aus den innerhalb der vorgegebenen Toleranz angelieferten Aufträgen und der Gesamtanzahl aller Aufträge zusammen. Um die Anzahl der liefertreu angelieferten Aufträge bestimmten zu können, benötigt man den für jeden Auftrag vereinbarten Liefertermin und das tatsächliche Datum der erfolgten Auslieferung. Außerdem wird die Toleranz benötigt, innerhalb derer ein Auftrag als termintreu gilt. Der vereinbarte Liefertermin ist wiederum abhängig von den Rechengrößen, die zur Bestimmung des Liefertermins innerhalb des Unternehmens herangezogen werden. Der tatsächliche Auslieferetermin lässt sich dabei einfach durch Messung bestimmen.

3. Prozess zerlegen

Um allerdings herauszufinden, warum ein Auftrag zu früh oder zu spät ausgeliefert wurde, reicht es nicht den Zeitpunkt zu messen, sondern es muss auch klar werden, an welcher Stelle im Unternehmen die Verspätung eingetreten ist. Außerdem kann es sinnvoll sein, den zugesagten Liefertermin zu hinterfragen, ob er überhaupt einzuhalten ist, bzw. ob er nicht aus Sicherheitsgründen viel zu großzügig ausgelegt wurde und dadurch unnötige Puffer, Bestände und Liegezeiten verursacht.

Der hinter der Kennzahl liegende Prozess muss dementsprechend analysiert und alle beteiligten Aktivitäten, Bereiche und Personen identifiziert werden. Am Beispiel der Liefertreue muss der gesamte Prozesse vom Auftragseingang bis zu Auslieferung zerlegt und analysiert werden, um mögliche Schwachstellen oder Verzögerungsursachen erkennen zu können.

4. Messpunkte definieren

Wurde der Prozess in seine einzelnen Elemente zerlegt und strukturiert, können Messpunkte definiert werden, anhand derer mögliche Abweichungen von den geplanten Zeiten frühzeitig erkannt und mögliche Gegensteuermaßnahmen ergriffen werden können. Dabei muss nicht nach jeder Aktivität ein Messpunkt eingerichtet werden; wichtig ist, dass der Gesamtprozess in wenige Teilprozesse zerlegt wird, um bei einer durch grobe Abweichungen des Kennzahlzielwerts notwendigen Analyse die Ursachenforschung einzuschränken und zu erleichtern.

5. Messintervall bestimmen und Messinstrumente festlegen

Sind die Messpunkte definiert, können die jeweils passenden Messinstrumente und Datenermittlungsverfahren festgelegt werden. Dabei können sowohl manuelle Messverfahren, als auch automatisierte und systemgestützte Verfahren zum Einsatz kommen. Je nach dem gewünschten Messintervall sollte eine möglichst wirtschaftliche Ermittlung angestrebt werden. Werden nur sporadisch Werte aufgenommen, kann es durchaus sinnvoll sein auf teure Systemunterstützung zu verzichten und manuelle Aufnahmen durchzuführen.

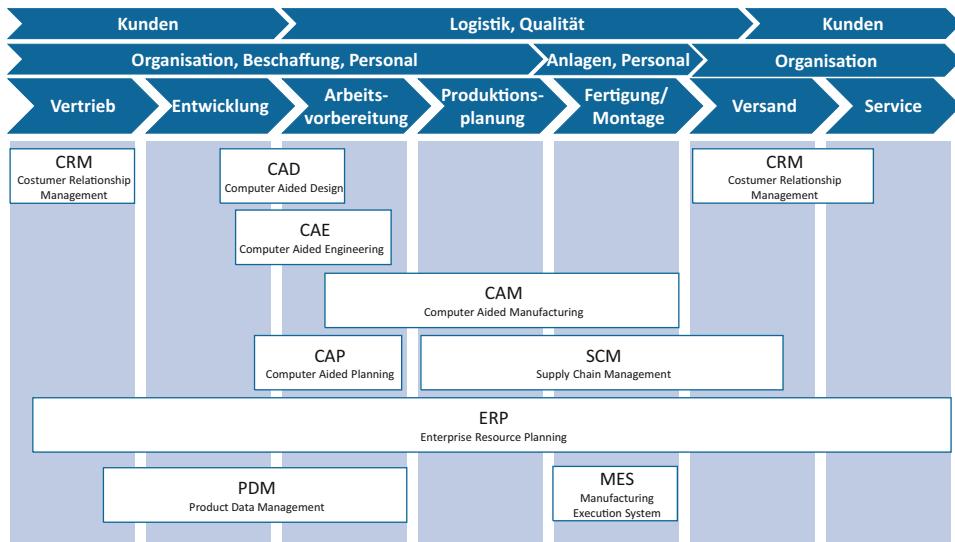


Abb. 3.14 Messinstrumente

ren. Bei regelmäßigen bzw. kontinuierlichen Messungen wird eine Systemunterstützung notwendig, da manuelle Messungen fehleranfällig sind und das Ergebnis bei kontinuierlicher manueller Aufnahme maßgeblich verfälschen können.

Viele Daten können dabei aus bestehenden Systemen gewonnen werden (Abb. 3.14). Manufacturing Execution Systems (MES) bilden bestehende Prozesse, Abläufe und die zugehörige Ressourcenbindung in einem EDV-System ab. Das entstandene Modell der bestehenden Produktion ermöglicht das Monitoring und die Visualisierung des aktuellen Produktionszustandes. Darin können sowohl Durchlaufzeiten, Wartezeiten und Puffer, Auslastung und Verfügbarkeit von Maschinen, sowie der produzierte Output abgebildet werden. Die Administration des Unternehmens und Aggregation der logistischen Optimierung wird durch Enterprise Resource Planning (ERP) Systeme übernommen – die Planung von Produktion und Ressourcen. Die Ausführung (Execution) anhand online gemessener Daten innerhalb der Produktion durch Steuerdaten und technische Parameter obliegt dem MES. Die Betriebsdatenerfassung (BDE) nimmt dabei sowohl organisatorische, als auch technische Ist-Daten über die aktuellen Zustände auf, ebenso wie die Maschinendatenerfassung (MDE).

6. Daten erfassen und auswerten

Die Erfassung von Produktionsdaten lässt sich grob in Prozessdaten und Betriebsdaten unterteilen (Abb. 3.15). Prozessdaten stehen dabei für Planwerte oder auch Durchschnittswerte, die für die Auslegung von Prozessen genutzt werden. Betriebsdaten stehen für Ist-Daten, die den aktuellen Zustand des Betriebes wiedergeben und zur Analyse eingesetzt werden können.

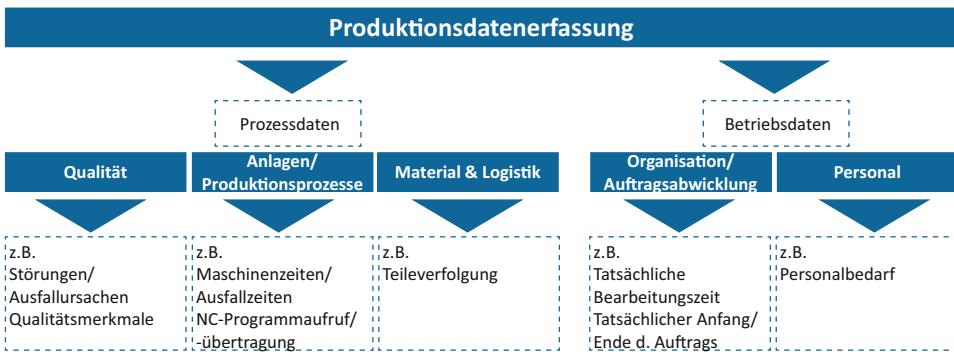


Abb. 3.15 Datenerfassung

7. Ergebnisse darstellen und visualisieren

Die Darstellung der Ergebnisse und eine einfache und schlüssige Visualisierung sind notwendig, um die notwendigen Erkenntnisse aus den ermittelten Kennzahlwerten ziehen zu können. Frühzeitige Überlegungen zu möglichen Darstellungs- und Visualisierungsformen können dabei unterstützen das Vorgehen zur Kennzahlenermittlung zu hinterfragen, ob die gewünschten Darstellungsformen erreicht werden können. Die Visualisierung richtet sich danach, welche Interpretationen aus den ermittelten Werten gezogen werden sollen.

Die Gegenüberstellung mit Vergangenheitswerten der Kennzahlen ermöglicht die Überwachung der Entwicklungen und kann Zusammenhänge zu möglichen Ereignissen in der Produktion bzw. zu veränderten Rahmenbedingungen erklären. Die Gegenüberstellung mit Planwerten zeigt die Zielabweichungen der gemessenen Kennzahlen und ermöglicht die Einteilung in kritische und weniger kritische Zustände. Die Gegenüberstellung mit Werten aus anderen Bereichen und Unternehmen dient der Orientierung an Möglichkeiten und Verbesserungspotenzialen, die sich aus den Vergleichen ergeben können.

8. Ergebnisse kommunizieren

Die Darstellung und Visualisierung der Ergebnisse dient einerseits der gewünschten Interpretation der Kennwerte, andererseits ist es eine wesentliche Grundlage für die Kommunikation der Ergebnisse. Zahlen und Grafiken vereinfachen die Erklärung von Zuständen und Auswirkungen. Dabei ist zu beachten, dass die richtigen Informationen an die richtige Mitarbeiterebene im Unternehmen kommuniziert werden, bzw. Informationen so aufbereitet werden, dass sie auf der adressierten Unternehmensebene verstanden und interpretiert werden können.

9. Analysen beauftragen

Wird eine Zielabweichung bei der betrachteten Kennzahl festgestellt ist es wichtig, den tatsächlichen Ursachen auf den Grund zu gehen und nicht lediglich sichtbare Sympto-

me zu bearbeiten. Um diese Ursachen zu erkennen, müssen Analysen durchgeführt werden. Diese können wenn möglich schon durch die unterschiedlichen Abweichungen der einzelnen, definierten Messpunkte eingegrenzt und der Analysebereich so konkretisiert werden. Die Analyse sollte dabei auch Schnittstellen zu internen und externen Zulieferer der Prozesse enthalten und den gesamten Wertschöpfungs- und Unterstützungsprozess im betrachteten Bereich umfassen.

10. Maßnahmen ableiten

Wurden die Ursachen identifiziert, müssen anschließend Maßnahmen abgeleitet werden, um den Wert der Kennzahl positiv zu beeinflussen. Nur dadurch wird die Kennzahl zu einer steuernden Kennzahl.

Vorgehen zur Kennzahlermittlung

1. Kennzahl festlegen
2. Kennzahl zerlegen
3. Prozess zerlegen
4. Messpunkte definieren
5. Messintervall bestimmen und Messinstrumente festlegen
6. Daten erfassen und auswerten
7. Ergebnisse darstellen und visualisieren
8. Ergebnisse kommunizieren
9. Analysen beauftragen
10. Maßnahmen ableiten

Bei der Ermittlung und Erfassung von Kennzahlen können Schwierigkeiten und Hindernisse auftreten, die das Steuern der Produktion durch Kennzahlen erschweren. Findet eine Kennzahl keine Unterstützung im Unternehmen oder können langfristig keine Veränderungen erzielt werden, kann das mehrere Ursachen haben. Der Umgang mit diesen Schwierigkeiten hilft, die generelle Einstellung gegenüber Kennzahlen zu fördern und zukünftige Prozesse nachhaltig zu gestalten.

Schwierigkeiten auf dem Weg zur kennzahlengesteuerten Produktion

- Unpassende Kennzahl/Inkonsistente Definition
- Fehlende/falsche Zielprioritäten/-verantwortung
- Fehlende/überschneidende Aufgabenverantwortung
- Divergierende Akteursinteressen

- Ungenügende Datenqualität und Aktualität
- Fehlende Kommunikation
- Unkenntnis der Wirkzusammenhänge
- Fehlende Visualisierung
- Hoher Analyseaufwand
- Geringe Transparenz
- Mangelnde Zielerreichung

3.6 Benchmarking

Gegenstand von Benchmarks können beispielsweise Produkte, Planungsprozesse, Dienstleistungsverfahren und der Produktionsbetrieb sein. Benchmarks dienen der Ableitung von Verbesserungspotenzialen. Da sich die Rahmenbedingungen eines Unternehmens und einer Branche andauernd verändern, müssen sie kontinuierlich durchgeführt werden, um die gewünschte Wirkung zu erzielen und den bestehenden Stand der Technik halten zu können. Um Benchmarks durchführen zu können, müssen Prozesse und Kennzahlen zumindest *einen* Vergleich zulassen und dafür Definitionen und Standards gegeben sein.

Der Nutzen von Benchmarks ist weitreichend. Benchmarking ist eine Möglichkeit die Werte von Kennzahlen zu vergleichen und Potenziale zur Effizienzsteigerung und Prozessverbesserung zu erkennen. Kennzahlen und Prozesse eigener Bereiche können mit denen anderer Benchmark-Partner verglichen werden. Benchmark-Partner können dabei sowohl andere Unternehmen sein, als auch eigene Werke, Bereiche oder Prozesse. Ziel ist es dabei immer, die Effizienz und Leistungsfähigkeit der betrachteten Prozesse zu überprüfen und Optimierungspotenziale zu erkennen. Durch den Benchmark-Partner lassen sich Zielwerte für Kennzahlen ableiten und mögliche Best-Practice Lösungen identifizieren. Durch die eingehende Analyse der Benchmark-Gegenstände werden die betrachteten Prozesse transparenter und Verbesserungsmöglichkeiten offensichtlich. Die Ableitung und Umsetzung geeigneter Maßnahmen wird durch mögliche Positivbeispiele des Benchmark-Partners vereinfacht und leichter zu argumentieren. So entsteht eine solide Grundlage für kontinuierliche Verbesserungsprozesse und ein lernendes Unternehmen. Innovative Ideen entstehen durch den regelmäßigen Blick über die eigenen Unternehmensgrenzen hinaus, andererseits können auch eigene Ideen oder Ansätze durch Benchmarks hinterfragt werden.

Nutzen von Benchmarks

- Vergleichsmöglichkeiten von Kennzahlen und Prozessen eigener Bereiche mit anderen Benchmark-Partnern

- Überprüfen der eigenen Effizienz, Leistungsfähigkeit und Prozesse
- Erkennen von Potenzialen zur Optimierung und Rationalisierung
- Ableitung von Best Practice-Lösungen und Zielwerten für Kennzahlen
- Ableitung konkreter Verbesserungsmaßnahmen
- Verstehen der eigenen Prozesse und Aufzeigen von Stärken und Schwächen
- Argumentation und Motivation zur Veränderung von Prozessen und Strukturen
- Grundlage für kontinuierliche Verbesserung und eine lernende Organisation
- Grundlage für eine fortwährende Produktion nach dem aktuellen Stand der Technik
- Grundlage für innovative Ideen zur Prozessverbesserung
- Überprüfung von neuen, innovativen Ideen und Ansätzen

Im Benchmarking gibt es unterschiedliche Formen, die Vor- und Nachteile mit sich bringen (Abb. 3.16). Wichtig ist dabei, dass Benchmarking keinen Selbstzweck verfolgt, sondern immer Erkenntnisse liefern sollte, die zur Verbesserung des Unternehmens führen. Dementsprechend ist eine *vollständige Vergleichbarkeit* von Benchmark-Partnern nicht zwingend notwendig – es zählen neue Erkenntnisse und Ansätze, die gewonnen werden können, unabhängig davon, ob die betrachteten Prozesse tatsächlich eine eindeutige Bewertung zulassen oder nicht.

Ein Benchmarkprojekt lässt sich in 4 Phasen unterteilen (Abb. 3.17).

Benchmarkformen	Internes Benchmarking	Wettbewerbs-Benchmarking	Funktionaler Benchmarking	Generisches Benchmarking
Beschreibung	Vergleiche innerhalb der Firma	Vergleiche von Firmen gleicher Branchen	Branchen-übergreifende Vergleiche bei gleichen Unternehmensfunktionen	Branchen-übergreifende und funktions-übergreifende Vergleiche
Merkmale	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr hohe unmittelbare Vergleichbarkeit • Niedriger Aufwand • Kein Vertraulichkeitsproblem • Geringes Lernpotenzial 	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr hohe unmittelbare Vergleichbarkeit • Mittlerer Aufwand • Sehr hohes Vertraulichkeitsproblem • Mittleres Lernpotenzial 	<ul style="list-style-type: none"> • Mittlere unmittelbare Vergleichbarkeit • Mittlerer Aufwand • Mittleres Vertraulichkeitsproblem • Hohes Lernpotenzial 	<ul style="list-style-type: none"> • Geringe Vergleichbarkeit • Sehr hoher Aufwand • Mittleres Vertraulichkeitsproblem • Sehr hohes Lernpotenzial
Beispiele	Zeitliche Vergleiche zwischen zwei Montagebereichen, etc.	Kennzahlenvergleich in der Automobilindustrie, etc.	Einkaufskennzahlen, pro Kopf Umsatz Fertigung, Logistikprozesse produzierender zu Handels-Unternehmen, etc.	„Boxenstopp“ in Formel 1 zu Instandhaltungs-/Rüstprozessen, etc.

Abb. 3.16 Benchmarkformen

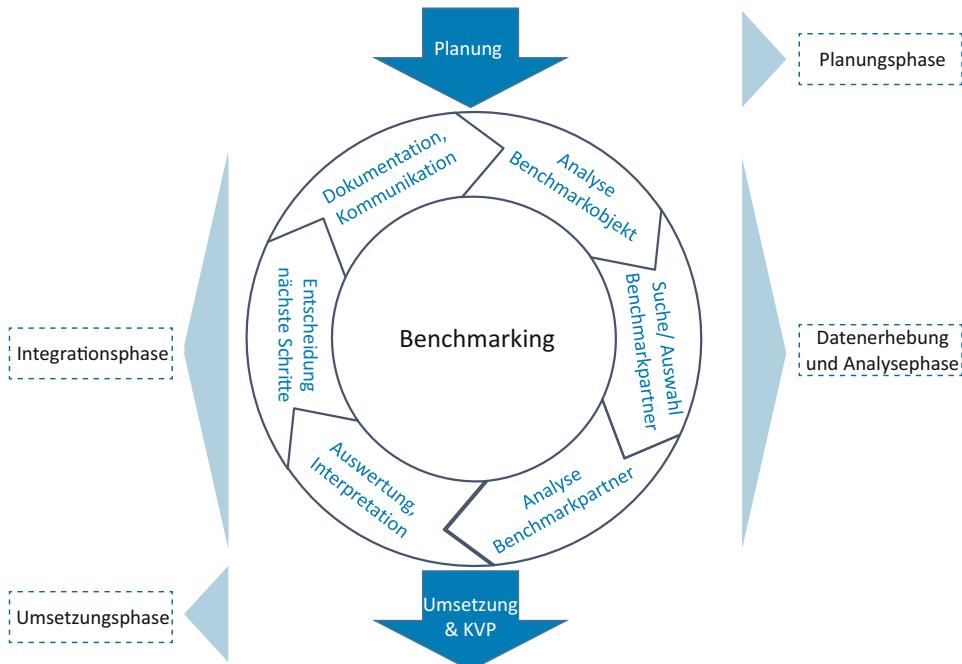


Abb. 3.17 4 Phasen im Benchmarkprojekt

Die Planungsphase

Der erste Schritt in der Planungsphase ist die Abgrenzung des Untersuchungsbereichs. Je konkretere Fragestellungen hinsichtlich des betrachteten Bereiches und des darin enthaltenen Verbesserungspotenzials vorliegen, desto zielführender und effektiver kann ein Benchmark durchgeführt werden. Konzentrieren sollte man sich dabei auf eine begrenzte Anzahl an zugehörigen Kennzahlen, um zu verhindern, dass zu viele Details das Gesamtbild verdecken und die wesentlichen Herausforderungen im betrachteten Bereich übersehen werden. Wichtig ist darüber hinaus die Feststellung, welche Interpretationen getroffen werden sollen und welche nicht; das hilft später dabei, wesentliche Merkmale auf Vergleichbarkeit zu prüfen und geeignete Benchmark-Partner zu identifizieren.

Datenerhebung und Analysephase

Vor der Auswahl eines geeigneten Benchmark-Partners muss der festgelegte Untersuchungsbereich eingehend analysiert und die Ziele des Benchmarks detailliert beschrieben werden. Wurde der Benchmark-Partner schon vorher bestimmt, kann es passieren, dass Kennzahlen und Merkmale verglichen werden, die möglicherweise nicht maßgeblich für die eigentlich angestrebten Ziele sind. Erst nachdem die eigenen Stärken und Schwächen identifiziert wurden kann nach einem tatsächlich geeigneten Partner Ausschau gehalten werden. Geeignet sind andere Unternehmen oder Bereiche dann, wenn sie weder offen-

sichtlich die gleichen oder gar größere Schwächen aufweisen, noch wenn sie in einer anderen Leistungsklasse liegen. Ist der Partner zu schwach, dient das zwar möglicherweise der Selbstbestätigung, allerdings werden Verbesserungspotenziale nur schwer sichtbar. Ist der Partner zu stark, setzt man sich möglicherweise zu hohe Ziele, die nicht in einer angemessenen Zeitspanne erreicht werden können und so eher demotivierend wirken.

Ein geeigneter Benchmark-Partner muss dabei nicht in allen Aspekten dieselben Voraussetzungen und Rahmenbedingungen aufweisen, wie der betrachtete Bereich. Wichtig ist, dass Rückschlüsse auf die Leistungsfähigkeit der Bereiche gezogen werden können und daraus Ansätze und Ideen abgeleitet werden können. Beispielsweise kann es durchaus sinnvoll sein, in ganz unterschiedlichen Branchen nach Benchmark-Partnern zu suchen, um einen völlig neuen Blickwinkel auf die eigene Produktion zu bekommen. Je mehr sich der Partner von dem eigenen betrachteten Bereich unterscheidet, umso wichtiger ist es, diese Unterschiede zu identifizieren und zu konkretisieren, um sich der möglichen und auch nicht möglichen Interpretationsmöglichkeiten bewusst zu werden.

Merkmale geeigneter Benchmark-Partner

- Interessante Aspekte in der Produktion oder Auftragsabwicklung
- Ähnliche Bearbeitungsschritte (z. B. mechanische Fertigung, Montage, Oberflächenbehandlung)
- Interessante Systeme zur Planung und Steuerung
- Interessante Produktionsstrukturen (z. B. Fließfertigung, Taktung, Baustellenmontage)
- Konkrete Projekte zur Prozessverbesserung
- Ähnliche Produkte mit ähnlichen Arbeitsinhalten
- Unterschiedliche Produkte mit ähnlichen Arbeitsinhalten
- Ähnliche Produkte mit unterschiedlichen Arbeitsinhalten
- Ähnliche Mengen- und Volumenausprägungen
- Ähnliche Kundenmerkmale

Für die Datenermittlung sollten beide Parteien die gleiche Art von Daten als Grundlage nutzen und vor allem die gleichen Berechnungsschritte und -verfahren zur Kennzahlenermittlung anwenden. Dadurch werden von vorneherein kritische Fragen zu unterschiedlichen Interpretationsmöglichkeiten verringert. Sollen mit einem Benchmark eigene neue Produktionsstrukturen oder -systeme auf Wirksamkeit getestet werden, sollte der Benchmark-Partner tatsächlich ähnliche Strukturen und Systeme aufweisen, um die Wirksamkeit der eigenen Umsetzung zu überprüfen und mögliche Anwendungsfehler aufzudecken.

Die Integrationsphase

Die Integrationsphase dient der Kommunikation der gesetzten Ziele und der zugehörigen Erkenntnisse des Benchmarks an die Mitarbeiter und Projektbeteiligten. Dabei ist es wichtig, Rechtfertigungen möglicher schwächerer Ergebnisse vorzubeugen. Mögliche Unterschiede in den Rahmenbedingungen der Benchmark-Partner sind dementsprechend vorweg zu nehmen und die Ergebnisse, Interpretationen und wesentlichen Handlungsbedarfe in den Vordergrund zu stellen. Erst wenn alle Beteiligten die Potenziale und Chancen erkennen, können die angestrebten Ziele definiert und ein Maßnahmenplan zur Zielerreichung entwickelt werden. Darin sollten sowohl weitreichende Veränderungen zu finden sein, als auch Maßnahmen zur kontinuierlichen Verbesserung um die Nachhaltigkeit der Veränderungen zu stützen.

Umsetzungsphase

In der Umsetzungsphase werden die im Maßnahmenplan festgelegten Schritte umgesetzt. Dabei ist auf eine ausgeglichene Projektverteilung zu achten, um das laufende Geschäft nicht zu gefährden. Es sollte immer eine Kombination von kleinen, aber schnell erfolgreichen Projekten und größeren, aber weitreichenderen Projekten angestrebt werden. Dadurch wird sichergestellt, dass die Mitarbeiter anhand kleiner Meilensteine die Wirkung der Maßnahmen überprüfen und dennoch durch große Veränderungen maßgebliche Fortschritte erzielt und große Potenziale gehoben werden können.

Die Umsetzungsphase stellt gleichzeitig den Beginn des kontinuierlichen Benchmarkings dar. Anhand der Meilensteine können Entwicklungen überprüft werden, diese sollten aber regelmäßig in weitere Benchmarks einfließen. Darüber hinaus sollten nach einer erfolgreichen Umsetzung erster Benchmark-Ergebnisse auch weitere Unternehmensbereiche mit in den Benchmark-Prozess einbezogen werden.

4 Phasen des Benchmark-Prozesses

Planungsphase

1. Bestimmung des Benchmark-Ziels
2. Abgrenzung Untersuchungsbereich
3. Definition konkreter Fragen und Interpretationsmöglichkeiten
4. Auswahl weniger (!) Kennzahlen

Phase der Datenerhebung und Analysephase

1. Analyse des Untersuchungsbereichs
2. Detaillierung Zielsetzung des Benchmarks
3. Auswahl Benchmark-Partner
4. Ermittlung vergleichbarer und nicht vergleichbarer Rahmenbedingungen

5. Datenermittlung und Benchmark

Integrationsphase

1. Zielkommunikation inklusive Zielwerte
2. Erstellung des Projektplans und zugehöriger Dokumentation

Umsetzungsphase

1. Umsetzung der geplanten Maßnahmen
2. Kontinuierliche Verbesserung
3. Regelmäßige Wiederholung von Benchmarks
4. Einbeziehen weiterer Bereiche in Benchmarks

Im folgenden Kapitel soll eine Sammlung an Kennzahlen aufgeführt werden, die beliebig um den jeweiligen Anwendungsfall erweitert werden kann. In der Regel sollten nur diejenigen Kennzahlen erhoben werden, die als maßgeblich für den Unternehmenserfolg angesehen werden und deren benötigten Daten und Werte auch ohne unverhältnismäßigen Aufwand erhoben werden können. Wichtig ist, dass bereits im Vorfeld Vorstellungen existieren, wie die Kennzahlen ermittelt und auch wie sie interpretiert werden sollen. Darüber

Kennzahl (Einheit)	
<i>= Formel</i>	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Aussage der Kennzahl	Ableitung von Maßnahmen zur Optimierung, Reduzierung, Vermeidung, Erhöhung, etc.
Eingangswerte	Funktion
Vergangenheitswerte, Planwerte, Manuelle Ist- Aufnahme	Kontrolle: Überprüfung von Zielsetzungen Messung: Ermittlung von Trends, Ermittlung von Ausreißern zur Ursachenanalyse Planung: Nutzung zur Planung von Kapazitäten, Flächen, Mengen, etc. Koordination: taktische Steuerung der Produktion durch gezielte Festlegung des Kennzahlenwertes Lenkung: strategische Ausrichtung des jeweiligen Bereiches Führung: Nutzung für unternehmensstrategische Entscheidungen

Abb. 4.1 Kennzahlenbeschreibung

hinaus muss die Zielrichtung der Kennzahl klar und die Wechselwirkungen mit anderen Unternehmenswerten bekannt sein. Diese Wechselwirkungen ergeben sich bestenfalls aus der formalen (mathematischen) Beschreibung der Kennzahlen. Die Messung von Kennzahlen ist nur dann eine wertvolle Vorgehensweise, wenn die Kennzahlen anschließend auch zur Steuerung genutzt und Verbesserungsmaßnahmen eingeleitet werden.

Die Darstellung der hier aufgeführten Kennzahlen enthält sowohl die Vorgehensweise zur Berechnung der Kennzahl, deren Aussage und notwendige Daten (Eingangswerte), als auch die mit möglichen Maßnahmen verfolgten Zielsetzungen und mögliche Funktionen der Kennzahl (Abb. 4.1).

4.1 Beschaffung/Lieferanten

Kennzahlen zur Bewertung von Lieferanten dienen in erster Linie der Messung von Qualität und Pünktlichkeit des jeweiligen Zulieferers. Sie liefern Orientierungs- und Vergleichsmöglichkeiten zwischen verschiedenen Lieferanten. Eine Steuerung aufgrund dieser Kennzahlen ist meist nur indirekt über Zielvereinbarungen mit dem Lieferanten möglich, da sie in dessen Einflussbereich liegen.

Die wichtigsten Kennzahlen im Bereich Beschaffung/Lieferanten

- Lieferfähigkeit
- Liefertermintreue und mittlere Verspätung
- Wiederbeschaffungszeit
- Reaktionszeit der Lieferanten
- Reklamationsquote
- Fehleranteil im Wareneingang
- Umsatzanteil pro Lieferant

Die **Lieferfähigkeit** beschränkt sich im Gegensatz zur Materialverfügbarkeit auf die Lieferfähigkeit außerhalb des Unternehmens von Seiten der Lieferanten (Abb. 4.2). Die Lieferfähigkeit beschreibt im Rahmen der Beschaffung, ob ein Lieferant überhaupt in der Lage ist, die an ihn gestellten Aufträge zu erfüllen.

Die **Liefertermintreue** (Abb. 4.3) und **mittlere Verspätung** (Abb. 4.4, 4.5) des Lieferanten gegenüber dem Unternehmen unterliegt derselben Herangehensweise wie die Liefertreue des Unternehmens gegenüber den Kunden. Möglicherweise werden allerdings gegenüber dem Lieferanten andere Maßstäbe angesetzt, als an die eigene Liefertreue. Das liegt vor allem an den unterschiedlichen Voraussetzungen, Bestellmengen, Lieferabrufen, Bestellzyklen, Losgrößen und Lieferzeitpunkten. Die Liefertreue gibt Aufschluss darüber, ob und in welchem Rahmen ein Lieferant die ihm vorgegebenen Termine einhält. Sie stellt

Lieferfähigkeit (%)	
$= \frac{\text{Anzahl zugesagter Aufträge}}{\text{Anzahl angefragter Aufträge}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Fähigkeit des Lieferanten, angefragte Aufträge hinsichtlich Menge, Qualität, Preis, Material und Lieferort und -zeit erfüllen zu können	Erhöhung der Flexibilität in der Beschaffung, Erhöhung der Prozessstabilität, Anpassung von Sicherheitsbeständen
Eingangswerte	Funktion
Anzahl angefragter & zugesagter Aufträge	Messung, Führung

Abb. 4.2 Lieferfähigkeit

Liefertermintreue (%)	
$= \frac{\text{Anzahl pünktlicher Lieferungen}}{\text{Gesamtanzahl Lieferungen}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil pünktlicher Lieferungen, Grad der Einhaltung zugesagter Liefertermine durch den Lieferanten	Erhöhung der Zuverlässigkeit in der Beschaffung, Erhöhung der Prozessstabilität, Anpassung von Sicherheitsbeständen
Eingangswerte	Funktion
Liefertermine, Vereinbarungen, Rahmenverträge	Messung, Lenkung, Führung

Abb. 4.3 Liefertermintreue

mittlere Verspätung aller Lieferaufträge (Tage)	
$= \frac{\text{Summe (Ist_Liefertermin - Soll_Liefertermin)}}{\text{Anzahl aller Aufträge}}$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Durchschnittliche Verspätung des Lieferanten	Erhöhung der Zuverlässigkeit in der Beschaffung, Erhöhung Prozessstabilität
Eingangswerte	Funktion
Soll- & Ist-Liefertermine, Störungen, Lieferketten	Kontrolle, Messung, Führung

Abb. 4.4 Mittlere Verspätung aller Lieferaufträge

mittlere Verspätung verspäteter Lieferaufträge (Tage)	
$= \frac{\text{Summe } (\text{Ist_Liefertermin} - \text{Soll_Liefertermin})}{\text{Anzahl verspäteter Aufträge}}$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Durchschnittliche Verspätung verspäteter Aufträge	Erhöhung der Zuverlässigkeit in der Beschaffung, Erhöhung Prozessstabilität, Verringerung von Verspätungen
Eingangswerte	Funktion
Bestellungen, Soll- & Ist-Liefertermine, Störungen, Lieferketten, verspätete Aufträge	Kontrolle, Messung, Führung

Abb. 4.5 Mittlere Verspätung verspäteter Lieferaufträge

die zugesagten Termine den tatsächlichen Anlieferterminen gegenüber. Die mittlere Verspätung gibt dann zusätzliche Aussagen, wie viele Tage die Lieferungen im Durchschnitt zu spät ankommen.

Die **Wiederbeschaffungszeit** innerhalb der Anlieferprozesse sagt aus, wie lange es dauert, bis der Lieferant die bestellten Teile an das Unternehmen liefern kann und ist eine Maßgröße für die benötigte Vorlaufzeit im Unternehmen und für die Flexibilität des Lieferanten (Abb. 4.6).

Die **Reaktionszeit der Lieferanten** besagt, wie schnell Anfragen aus Sicht des Unternehmens bearbeitet werden können. Die Reaktionszeit der Lieferanten kann auch hinsichtlich möglicher Wiederbeschaffungszeiten gemessen werden, d. h. wie viel Zeit benötigt der Lieferant, um auf Nachfrageänderungen zu reagieren. Eine schnelle Reaktionszeit

Wiederbeschaffungszeit (Tage)	
$= \frac{\text{Summe } (\text{Anlieferzeitpunkte} - \text{Bestellzeitpunkte})}{\text{Anzahl aller Bestellungen}}$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Durchschnittliche Zeit für Bestellung, Bereitstellung beim Lieferant, Transport und Anlieferung	Reduzierung der Lieferzeiten, Erhöhung Flexibilität, Reduzierung von Bestand und Kapitalbindung
Eingangswerte	Funktion
Bestellungen, Anlieferzeitpunkte, Wareneingangsbuchung, Lieferverfolgung	Messung, Planung, Lenkung

Abb. 4.6 Wiederbeschaffungszeit

Reaktionszeit der Lieferanten (Tage)	
$= \frac{\text{Summe}(\text{Rückmeldezeitpunkt} - \text{Anfragezeitpunkt})}{\text{Anzahl Anfragen}}$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Durchschnittszeit bis zur Rückmeldung des Lieferanten auf Anfragen	Erhöhung der Flexibilität in der Beschaffung, Optimierung Kommunikation
Eingangswerte	Funktion
Auswertung Reklamationen, Rücksendungen, Garantieanträge, Sonstige Anfragen	Messung, Lenkung, Führung

Abb. 4.7 Reaktionszeit der Lieferanten

des Lieferanten erhöht die Flexibilität des eigenen Unternehmens, selbst auf veränderte Kundenanfragen zu reagieren und die Auswirkungen an die Lieferkette weiterzugeben (Abb. 4.7). Eine kurze Reaktionszeit geht häufig mit einer hohen Flexibilität einher.

Die **Fehlerquote des Lieferanten** gibt diejenigen Lieferungen an, die im Verlauf der Produktion oder auch der Nutzung durch den Endkunden zu Beanstandungen führen und als Mangel auf Lieferantenseite identifiziert werden können. Steigen die Reklamationen zunehmend an, sind möglicherweise Qualitätsprobleme des Lieferanten oder des Transportunternehmens dafür verantwortlich. Um den Lieferanten dabei zu unterstützen, dieses Problem möglichst schnell zu beheben, ist eine genaue und differenzierte Angabe der Beanstandungen notwendig (Abb. 4.8).

Der **Fehleranteil im Wareneingang** beschreibt diejenigen Lieferungen, die bereits bei Eingang ins Unternehmen als mangelhaft identifiziert werden und dementsprechend nicht

Fehlerquote des Lieferanten (%)	
$= \frac{\text{Anzahl Reklamationen}}{\text{Anzahl Aufträge}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil reklamierter Aufträge an allen Aufträgen	Erhöhung der Zuverlässigkeit in der Beschaffung, Erhöhung Prozessstabilität
Eingangswerte	Funktion
Auftragspapiere, Reklamationen, Periodenvergleich	Kontrolle, Messung, Lenkung, Führung

Abb. 4.8 Fehlerquote des Lieferanten

Fehleranteil Wareneingang (%)	
$= \frac{\text{Anzahl fehlerhafter Wareneingänge}}{\text{Gesamtanzahl Wareneingänge}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil erkannter fehlerhafter Wareneingänge an Gesamtanzahl der Wareneingänge	Erhöhung der Zuverlässigkeit der Lieferanten
Eingangswerte	Funktion
Fehlerhafte Wareneingangspositionen nach Qualität, Menge, Preis, Termin, Material	Kontrolle, Messung, Planung

Abb. 4.9 Fehleranteil im Wareneingang

weiterverarbeitet werden können (Abb. 4.9). Dieser Fehleranteil hat direkten Einfluss auf die Dispositionsmengen.

Der **Umsatzanteil pro Lieferant** gibt an, wieviel ein Lieferant zum Umsatz des eigenen Unternehmens beiträgt (Abb. 4.10). Je höher der Umsatzanteil, desto stärker die Position des Lieferanten gegenüber dem Unternehmen. Dabei sollte geprüft werden, inwieweit das Unternehmen vom Lieferanten und dessen Lieferfähigkeit abhängig ist und ob es sinnvoll sein kann, einen weiteren Lieferanten für die entsprechenden Teile und Materialien aufzubauen. Je höher der Umsatzanteil eines Lieferanten, umso stärker sollte die (strategische) Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Lieferant sein. Das kann auch bedeuten, dem Lieferanten einen stärkeren Einblick in die Prozesse und Abläufe zu geben, damit sich dieser besser auf das Kundenunternehmen einstellen kann.

Umsatzanteil pro Lieferant (%)	
$= \frac{\text{Umsatz mit Lieferantenteilen}}{\text{Gesamtumsatz}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Umsatzanteil, der durch Verbau oder Verarbeitung der gelieferten Teile erwirtschaftet wird	Optimierung Lieferantenentwicklung
Eingangswerte	Funktion
Umsatzzahlen, Stücklisten, Lieferantenverteilungen pro Teil	Lenkung, Führung

Abb. 4.10 Umsatzanteil pro Lieferant

4.2 Anlagen und Produktionsprozesse

Für die Bewertung der Produktion können sowohl einzelne Produktionsprozesse, als auch prozessübergreifende Kennzahlen herangezogen werden. Wesentlich im Bereich der Produktionskennzahlen sind Kennzahlen zur Kapazität der einzelnen Produktionsprozesse. Dabei stehen die Werte meist in Bezug zu einer zeitlichen Größe oder stellen prozentuale Anteile dar. Bei der Abbildung von Kapazitäten ist es notwendig, sich über die Engpässe im Betrieb bewusst zu sein.

Die wichtigsten Kennzahlen im Bereich Anlagen und Produktionsprozesse

- Auftragsreichweite
- Anlagenverfügbarkeit
- Anlageneffizienz
- Rüstzeitanteil
- Maschinenauslastung
- Leistung
- Produktivität
- Fehlproduktionsquote
- Mean Time Between Failure (MTBF)
- Mean Time To Repair (MTTR)
- Overall Equipment Effectiveness (OEE)
- Every Part Every Intervall (EPEI)
- Abschreibungsquote
- Instandhaltungsquote

Die **Auftragsreichweite** an den einzelnen Prozessen beschreibt den Arbeitsvorrat, der am jeweiligen Prozess zur Verfügung steht. Sie sagt aus, wie lange die bestehenden Aufträge den Prozess mit Arbeit versorgen, wenn keine neuen Aufträge eingesteuert werden (Abb. 4.11). Eine hohe Auftragsreichweite steht für Sicherheit und die Möglichkeit, gleichartige Aufträge zusammenzufassen und dadurch mögliche Auslastungsoptimierungen zu nutzen. Allerdings führen diese Optimierungen häufig zu Verschiebungen in den Auftragsreihenfolgen und können sich auf die Lieferzeit und Termintreue einzelner Aufträge negativ auswirken.

Die **Anlagenverfügbarkeit** sagt aus, wie viel Arbeitszeit im Verhältnis zur gesamten verfügbaren Zeit an einer Anlage für die Produktion von Teilen zur Verfügung steht. Dabei werden von der möglichen Laufzeit die zu erwartenden Ausfallzeiten abgezogen. Die Laufzeit ist abhängig von dem zugrunde gelegten Schichtmodell und enthält nur diejenigen Zeiten, die tatsächlich zur Produktion vorgesehen sind – mögliche geplante Stillstände wie Pausenzeiten, Wartungszeiten und nicht produzierte Schichten werden

Auftragsreichweite je Prozess (Std)	
$= \frac{Ist_Auftragsbestand}{Leistung\ (Aufträge\ pro\ Stunde)}$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Ausstehende Aufträge gemessen an zugehöriger Arbeitszeit je Produktionsprozess	Optimierung von Produktionsplanung und -steuerung, Frühzeitiges Erkennen von Engpässen
Eingangswerte	Funktion
Auftragseingänge, Arbeitspläne, Leistung Ressource (Ausbringung in Stück pro Prozess und Zeit)	Kontrolle, Messung, Planung, Koordination

Abb. 4.11 Auftragsreichweite je Prozess

nicht in die Laufzeit eingerechnet (Abb. 4.12). Diese Ausfallzeiten können individuell ausgelegt werden. Sie enthalten in jedem Fall technische Störungen und sonstige ungeplante Stillstandzeiten. Diese Zeiten werden aufgrund von Vergangenheitswerten oder Prognosewerten ermittelt. In der klassischen Berechnung der Anlagenverfügbarkeit werden auch Rüstzeiten von der Laufzeit abgezogen. Dadurch entsteht der Eindruck, dass Rüstzeiten ebenso wie Störungen eine kurzfristig unveränderbare Größe darstellen. Allerdings sollten die Gesamtstützezeiten an einer Anlage davon abhängig sein, wie viele Rüstvorgänge für die geplanten Losgrößen notwendig sind oder davon, wie viel Kapazität an der Anlage nach Abzug der Bearbeitungszeiten für die geplante Stückzahl noch zur Verfügung steht. Dementsprechend kann es sinnvoll sein, die Rüstzeiten in der Verfügbarkeit der Anlage zu belassen, um mögliche Überkapazitäten für zusätzliche Rüstaufwände und dadurch verringerte Losgrößen zu nutzen.

Eine hohe Anlagenverfügbarkeit ist immer erstrebenswert, da Störungen zu Turbulenzen führen und Aufwände für Organisation und Reparaturen verursachen können. Selbst wenn die Anlage keine zusätzlichen Produkte produzieren würde, wenn die Anlagenverfügbarkeit erhöht werden könnte, kann eine Verbesserung der Anlagenverfügbarkeit sinnvoll sein. Durch freie Kapazitäten entsteht zusätzlichen Flexibilität an der Anlage für Nachfrageschwankungen, mögliche Zusatzaufträge oder zusätzliche Rüstvorgänge zur Reduzierung der Losgrößen.

Die **Anlageneffizienz** sagt aus, wie viel der verfügbaren Arbeitszeit auch tatsächlich für die Produktion genutzt wird, das heißt welchen Anteil die Wertschöpfung an der Betriebszeit hat und welche Kapazitäten noch zur Verfügung stehen. Leerläufe in der Produktion durch fehlende Aufträge, fehlende Materialbestände oder verringerte Geschwindigkeiten – möglicherweise zu Gunsten einer höheren Qualität – werden dabei von der Anlagenverfügbarkeit subtrahiert. Wurden die Rüstzeiten nicht als Ausfallzeiten von der Laufzeit abgezogen, sind auch sie Teil der Differenz zwischen Anlagenverfügbarkeit und Anlageneffizienz. Die dafür betrachtete Nettobetriebszeit ergibt sich aus der Anlagenver-

Anlagenverfügbarkeit (%)	
$= \frac{\text{Laufzeit} - \text{Ausfallzeit}}{\text{Laufzeit}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Verfügbarer, wertschöpfernder Arbeitszeitanteil ohne Ausfallzeiten	Optimierung Ressourceneinsatz, Reduzierung Störungen, Reduzierung Rüstaufwände, Reduzierung Stillstände
Eingangswerte	Funktion
Betriebsstunden, geplante und ungeplante Stillstände, ggf. Rüstaufwände	Kontrolle, Messung, Planung

Abb. 4.12 Anlagenverfügbarkeit

fügbarkeit und ist diejenige Zeit, die für die Anlageneffizienz zur Verfügung steht, das bedeutet diejenige Zeit, die sich von der tatsächlichen, geplanten Laufzeit durch Ausfälle und technische Störungen unterscheidet (Abb. 4.13).

Eine hohe Anlageneffizienz kann für eine gute Auslastung der Anlagen und damit verbundenen geringen Stückkosten stehen. Allerdings geht damit auch eine relativ geringe Flexibilität einher, da wenig Kapazität für mögliche Mengenschwankungen zur Verfügung steht. Die Anlageneffizienz ist deshalb nicht nur von möglichen Leerläufen und kleineren Stopps abhängig, sondern auch von den benötigten Mengen und Varianten, die auf dieser Anlage produziert werden sollen. Die Menge der unterschiedlichen Varianten ist auch für benötigte Rüstaufwände verantwortlich, allerdings können diese durch die Bildung von Losgrößen verändert werden. Die Anlageneffizienz sollte nur dann optimiert werden, wenn an der Anlage mehr produziert werden soll, als bisher möglich, d. h. wenn ein Engpass an dieser Anlage vorliegt.

Anlageneffizienz (%)	
$= \frac{\text{Gesamte Bearbeitungszeit}}{\text{Nettobetriebszeit}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Effizienz der Anlage abzgl. Leerlauf, kleine Stopps und verringerte Geschwindigkeit	Optimierung Ressourceneinsatz, Optimierung Auslastung vs. Qualität vs. Flexibilität, Fremdfertigungsentscheidungen
Eingangswerte	Funktion
Anlagenverfügbarkeit, Bearbeitungszeiten, Stückzahlen	Kontrolle, Messung, Planung, Koordination

Abb. 4.13 Anlageneffizienz

Rüstzeitanteil (%)	
$= \frac{\text{Rüstzeiten}}{\text{Rüstzeiten} + \text{Fertigungszeiten}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Verhältnis von Rüstzeit zu wertschöpfender Zeit	Optimierung Planungsqualität, Reduzierung Bestand und Erhöhung Flexibilität vs. Optimierung Auslastung
Eingangswerte	Funktion
Rüstzeiten, Fertigungszeiten	Messung, Planung, Koordination

Abb. 4.14 Rüstzeitanteil

Der **Rüstzeitanteil** beschreibt das Verhältnis zwischen Rüstzeiten und den gesamten Bearbeitungszeiten an einer Anlage oder Anlagengruppe (Abb. 4.14). Ein hoher Rüstzeitanteil verringert die Anlageneffizienz, sollte aber für eine konkretere Aussage der Anzahl der Rüstvorgänge gegenübergestellt werden. Eine hohe Anzahl von Rüstvorgängen steht dabei für eine hohe Flexibilität in der Bearbeitung unterschiedlicher Teile oder Produktvarianten, die an der Anlage umgesetzt wird. Wenige Rüstvorgänge mit einem dennoch hohen Rüstzeitanteil zeugen von sehr hohen Rüstzeiten pro Rüstvorgang und sollten als Optimierungspotenzial eingehend analysiert und wenn möglich reduziert werden. Bei einem hohen Rüstzeitanteil sollten die Anlagen außerdem auf ihr Alter und ihre Auslegung hinterfragt werden. Durch hohe Rüstzeiten werden große Losgrößen erforderlich, die die Flexibilität der Produktion verringern und Bestände erhöhen. Durch die kontinuierliche Reduzierung von Rüstzeiten, beispielsweise durch die Trennung in direkte und indirekte Rüstanteile und die Beschränkung der Rüstzeit an der Anlage auf die direkten Rüstanteile, kann der Rüstanteil in der Fertigung langfristig verbessert und die Flexibilität der Produktion erhöht werden.

Die **Maschinenauslastung** beschreibt die tatsächlich genutzte Kapazität einer Maschine oder Anlage, wenn dafür Vergangenheitswerte angesetzt werden. Eine geplante Auslastung kann anhand von Vorgabezeiten berechnet werden (Abb. 4.15). Setzt man die tatsächlich genutzte Kapazität ins Verhältnis zu einer zuvor berechneten geplanten Auslastung, lässt sich die Güte der Vorgabewerte überprüfen. Ist die Anlagenverfügbarkeit höher als die Auslastung, steht freie Kapazität zur Verfügung. Setzt man die Auslastung zur Anlagenverfügbarkeit ins Verhältnis, kann einerseits die vorhandene Flexibilität der Anlage geprüft werden, andererseits können Aussagen über mögliche Über- oder Unterdimensionierungen der Anlage getroffen werden.

Die **Leistung** eines Systems oder einer Anlage wird in der Ausbringungsmenge gemessen, die in einem bestimmten Zeitraum produziert werden kann (Abb. 4.16). Absolut ist die Leistung eines Systems schwer zu interpretieren. Erst im Vergleich zu weiteren bestehenden Anlagen oder verschiedenen Angeboten ist die Leistung aussagekräftig. Die

Maschinenauslastung (%) geplant	
$= \frac{\text{Menge} * \text{Vorgabezeit}}{\text{geplante Betriebsstunden}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil Wertschöpfung an Betriebsstunden, Vorhandene freie Kapazität	Optimierung Ressourceneinsatz, Frühzeitiges Erkennen von Engpässen; Reduzierung Stückkosten vs. Erhöhung Flexibilität
Eingangswerte	Funktion
Betriebsstunden, Bearbeitungszeiten, Stückzahlen, Rüstzeiten	Kontrolle, Messung, Planung

Abb. 4.15 Maschinenauslastung

Ausbringung einer Anlage in Abhängigkeit der Zeit trifft keine Aussage über die unterschiedlichen Varianten, die an der Anlage produziert werden können, oder die Rüstzeiten, die bei einem Werkzeugwechsel, o. ä. anfallen. Ebenfalls sind Instandhaltungs- und Wartungsaufwände nicht in der Leistung mit eingerechnet.

Ist die geplante Leistung und die tatsächliche Leistung eines Systems oder einer Anlage bekannt, kann die **Produktivität** aus dem Verhältnis berechnet werden. Dieses Verhältnis besagt, wie sehr das System an der optimalen Auslastung arbeitet, bzw. wie hoch die Verluste an der Ausbringungsmenge sind (Abb. 4.17).

Die **Produktionsfehlerquote** beinhaltet diejenigen fehlerhaften Teile, die während der Produktionsprozesse entstanden sind. Teile, die während Transport oder Lagerung beschädigt werden sind darin nicht enthalten (Abb. 4.18). Fehlproduktionen können durch Verunreinigungen entstehen, Anlaufprobleme, Fehleinstellungen in Maschinen und Anlagen, aber auch durch die Bearbeitung der falschen Teile oder Materialien, die durch mögliche Bereitstellungsprobleme verursacht werden. Es sollte daher in fehlerhaft produzierte

Leistung (Stk/ Zeit)	
$= \frac{\text{Ausbringungsmenge}}{\text{Zeit}}$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Leistungsfähigkeit eines Systems hinsichtlich Ausbringungsmenge	Kontinuierliche Leistung in der Produktion, Soll-Ist-Abgleich
Eingangswerte	Funktion
Gutteile, Anzahl Ressourcen	Kontrolle, Messung, Planung

Abb. 4.16 Leistung

Produktivität (%)	
$= \frac{Ist_Leistung}{Soll_Leistung} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Verhältnis zwischen geplanter und erreichter Ausbringungsmenge	Kontinuierliche Leistung in der Produktion, Prozessoptimierung
Eingangswerte	Funktion
Zeiterfassung, Vorgabezeiten, Gutteile, Anzahl Ressourcen	Kontrolle, Messung, Planung

Abb. 4.17 Produktivität

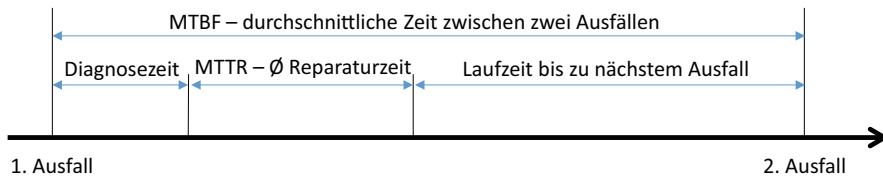
Teile und falsche Teile unterschieden werden, um die jeweiligen Ursachen analysieren zu können.

Für die Laufzeit von Maschinen und Anlagen ist sowohl wichtig, wie lange Störungen dauern, als auch in welcher Häufigkeit die Störungen auftreten. Die Kennzahl **Mean Time Between Failures (MTBF)** gibt die durchschnittliche Zeitspanne an, die zwischen zwei Störungen liegt. Dadurch können beispielsweise Rückschlüsse auf mögliche Instandhaltungs- oder Wartungsintervalle gezogen werden. Schäden sollen möglichst ganz vermieden werden, die MTBF sollte sich demnach so weit wie möglich erhöhen. Allerdings sollte darauf geachtet werden, dass sich damit nicht auch die Höhe des dann entstehenden Schadens erhöht (Abb. 4.19 und 4.20).

Die **Mean Time To Repair (MTTR)** beschreibt diejenige Zeit, die für einen Reparaturvorgang durchschnittlich benötigt wird. Dabei gilt es, diese Zeit möglichst zu reduzieren, allerdings muss darauf geachtet werden, dass dadurch zukünftige Schäden nicht verschlimmert werden, bzw. häufiger auftreten. Theoretisch muss zur Reparaturzeit zusätzlich diejenige Zeitspanne addiert werden, die möglicherweise bis zur Identifikation

Produktionsfehlerquote (%)	
$= \frac{Fehler\ in\ der\ Produktion}{Gesamtstückzahl} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil fehlerhafter Teile durch Produktionsprozess	Optimierung Prozess- und Produktqualität, Reduktion von Kosten und eingesetztem Kapital
Eingangswerte	Funktion
Stückzahlen, Fehlerstatistik pro Anlage	Kontrolle, Messung, Planung

Abb. 4.18 Produktionsfehlerquote

**Abb. 4.19** Zusammensetzung Mean Time Between Failure (MTBF)

MTBF – Mean Time Between Failures (Tage)	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Durchschnittliche Zeit zwischen zwei Ausfällen	Sicherstellung Verfügbarkeit, Reduzierung Ausfälle
Eingangswerte	Funktion
Reparaturhäufigkeit geplant/ ungeplant, Betriebszeit, Verfügbarkeit	Kontrolle, Messung, Planung

Abb. 4.20 Mean Time Between Failure (MTBF)

der Störung und der Problemdiagnose vergeht. Zur Vereinfachung kann diese Zeit bereits in die MTTR miteinbezogen werden (Abb. 4.21).

Die **Overall Equipment Effectiveness** oder **Gesamtanlageneffektivität** (siehe auch Abschn. 7.3.5) gibt bei klassischer Vorgehensweise an, welcher Zeitanteil an der Anlage tatsächlich für die Produktion von Teilen genutzt wird, abzüglich von Qualitätsproblemen, Geschwindigkeitsverlusten und geplanten und ungeplanten Störungen sowie Rüstaufwänden.

MTTR – Mean Time To Repair (Tage)	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Durchschnittliche Zeit bis zur Wiederherstellung des Betriebszustands	Sicherstellung Verfügbarkeit, Reduzierung Reparaturzeiten
Eingangswerte	Funktion
Reparaturhäufigkeit geplant- / ungeplant, Stillstandzeiten, Verfügbarkeit	Kontrolle, Messung

Abb. 4.21 Mean Time To Repair (MTTR)

OEE – Overall Equipment Efficiency (%)	
$= \text{Anlagenverfügbarkeit} * \text{Anlageneffizienz} * \text{Qualitätsgrad}$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Produktionszeit ohne Störungen, Ausschuss, ggf. Rüsten	Erhöhung Effizienz, Senkung Stückkosten, Reduzierung Verschwendungen
Eingangswerte	Funktion
Planbelegungszeit, Instandhaltung, Leerlaufzeiten, Rüstzeiten, Störzeiten, Nachbearbeitung	Kontrolle, Messung, Planung

Abb. 4.22 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

den (Abb. 4.22). Berechnet wird sie durch Subtraktion der genannten Verluste von der zur Verfügung stehenden Arbeitszeit, oder durch Multiplikation von Anlagenverfügbarkeit, Anlageneffizienz und Qualitätsgrad. Der Qualitätsgrad (Abb. 4.35) stellt dabei das Gegenstück zur Fehlproduktionsquote dar, ist also der Anteil an qualitativ einwandfrei produzierten Produkten. Auch an dieser Stelle kann es sinnvoll sein, die Rüstzeiten aus der Berechnung des OEE herauszuziehen, da sie eigentlich keine feste Größe darstellen, sondern in Abhängigkeit der gewählten Losgrößen anfallen.

EPEI (siehe auch Abschn. 7.3.5) bedeutet Every Part Every Interval und gibt an, wie viele Tage es an einer Anlage dauert, bis alle Varianten in der durchschnittlich nachgefragten Menge über genau diesen Zeitraum produziert werden können, inklusive der dafür notwendigen Rüstzeiten (Abb. 4.23). Ein geringer EPEI steht für eine hohe Flexibilität der Anlage – bei einer notwendigen schnellen Einstreuierung verschiedener Varianten muss die Anlage keine großen Anpassungen des bisherigen Produktionsablaufs vornehmen. Je geringer der EPEI umso eher ist es möglich die benötigten Varianten auf einer Anlage

EPEI – Every Part Every Interval (Tage)	
$= \frac{\sum (\text{Bearbeitungszeit} * \text{Stückzahlen}) \text{ je Variante} + \sum \text{Rüstzeit je Variante}}{\text{verfügbare Arbeitszeit pro Tag}}$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Benötigte Produktionszeit einer Anlage für die täglich nachgefragten Stückzahlen aller Varianten	Reduzierung Rüstaufwand, Erhöhung Flexibilität
Eingangswerte	Funktion
OEE, Bearbeitungszeiten, Rüstzeiten	Planung, Koordination, Lenkung

Abb. 4.23 Every Part Every Interval (EPEI)

Abschreibungsquote (%)	
$= \frac{\text{kumulierte Abschreibungen}}{\text{Sachanlagen}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil kumulierter Abschreibungen auf Sachanlagen an Anschaffungs- und Herstellkosten	Optimierung Kapitaleinsatz, Optimierung Investitionsplanung
Eingangswerte	Funktion
Wiederanschaffungswert, Maschineneinsatzdauer, Geplante Nutzungsdauer	Messung, Koordination, Lenkung

Abb. 4.24 Abschreibungsquote

inklusive der Rüstzeiten zu produzieren. Der EPEI kann somit auch als interne Wiederbeschaffungszeit einer Anlage definiert werden.

Die **Abschreibungsquote** ist ein Indiz dafür, wann voraussichtlich größere Ersatzinvestitionen anstehen. Stehen die Maschinen am Anfang ihres Lebenszyklus sind die Instandhaltungsaufwände erfahrungsgemäß gering, allerdings ist der Fixkostenanteil entsprechend hoch. Dementsprechend steigt der Instandhaltungsaufwand mit zunehmendem Alter der Maschinen – die Kapitalbindung nimmt ab. Die Abschreibungsquote berechnet sich aus der Summe aller bereits getätigten Abschreibungen und den betrachteten Sachanlagen (Abb. 4.24).

Die **Instandhaltungskostenquote** gibt die Instandhaltungskosten im Verhältnis zum Wiederbeschaffungswert der betrachteten Anlage an (Abb. 4.25). Steigt die IH-Kostenquote kann das auf das zunehmende Alter, übermäßige Beanspruchung oder falsche Bedienung der Anlage zurückzuführen sein. Die IH-Kostenquote ist vor allem in Abhän-

Instandhaltungskostenquote (%)	
$= \frac{\text{Instandhaltungskosten}}{\text{Wiederbeschaffungswert}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Verhältnismäßigkeit der IH-Kosten pro Maschine	Optimierung Nutzungsdauer, Reduzierung Instandhaltungskosten vs. Ausfallkosten, Investitionsplanung
Eingangswerte	Funktion
IH-Kosten, Wiederbeschaffungswert	Planung, Koordination, Lenkung

Abb. 4.25 Instandhaltungskostenquote

gigkeit zu den anfallenden Störungen und Ausschussquoten aussagekräftig. Ist die IH-Kostenquote hoch, können dadurch womöglich ungeplante Störungen und Ausfälle verhindert werden und rechtfertigen wiederum die hohen Kosten.

4.3 Personal

Das Personal stellt eine wesentliche Kapazität in der Produktion dar und ist folglich immer ein Optimierungsansatz bei der Erhöhung des Outputs der Produktion. Auch die Einsparung von Mitarbeitern an bestimmten Arbeitsprozessen bedeutet nicht zwingend einen Gesamtstellenabbau, sondern kann dazu führen, dass Kapazitäten für andere Prozesse frei werden. Im Zweifelsfall werden dafür Qualifizierungsmaßnahmen notwendig.

Die wichtigsten Kennzahlen im Bereich Personal

- Fehlzeiten
- Mitarbeiterverfügbarkeit
- Mitarbeiterauslastung
- Leistung
- Mitarbeitereffektivität
- Mitarbeiterfluktuation
- Mitarbeiterorschulungen

Die (ungeplanten) **Fehlzeiten** der Mitarbeiter haben eine hohe Auswirkung auf die Kapazität. Fehlzeiten der Mitarbeiter entstehen durch Krankheitstage, die nicht in der Kapazitätsplanung berücksichtigt wurden (Abb. 4.26). Fehlzeiten oder Krankheitstage sind ein Indiz für die Kultur und das Klima des Unternehmens. Steigen die Fehlzeiten stetig an, muss in Betracht gezogen werden, dass grundlegende Probleme im Arbeitsalltag vorhanden sind. Mögliche Krankheitsepidemien wie Krippewellen oder Virenerkrankungen sollten aber aus der Betrachtung genommen werden, da sie eher selten einen psychologischen Hintergrund haben. Um die steigenden Fehlzeiten der Mitarbeiter zu reduzieren, kann es also in einem ersten Schritt sinnvoll sein, Arbeitsatmosphäre und -bedingungen zu hinterfragen. Darüber hinaus können gesundheitsfördernde Programme wie Ernährungsberatung oder Sportförderungen hilfreich sein.

Die **Mitarbeiterverfügbarkeit** ist vergleichbar zur Anlagenverfügbarkeit diejenige Zeit, die der Mitarbeiter tatsächlich für wertschöpfende Tätigkeiten zur Verfügung steht. Von der vertraglich vereinbarten Arbeitszeit müssen also sowohl Pausen und Urlaubszeiten abgezogen werden, als auch potenzielle Fehlzeiten. Darüber hinaus werden diejenigen nicht-wertschöpfenden oder auch unterstützenden Tätigkeiten abgezogen, die der Mitarbeiter neben seiner Kernarbeit verrichtet (Abb. 4.27). Dazu gehören beispiels-

Fehlzeiten (%)	
$= \frac{Soll_Arbeitszeit - Ist_Anwesenheitszeit}{Soll_Arbeitszeit} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil der Abwesenheit der Mitarbeiter an bezahlter Arbeitszeit	Optimierung Mitarbeiterverfügbarkeit
Eingangswerte	Funktion
Anwesenheitszeiten, Schichtmodelle	Messung, Planung, Führung

Abb. 4.26 Fehlzeiten

weise Besprechungen, Projektarbeiten oder auch Zeiten für Verbesserungskonzepte und Aushilfsarbeiten.

Die **Mitarbeiterauslastung** beschreibt dabei die in der Vergangenheit tatsächlich genutzte Kapazität der Mitarbeiter. Eine geplante Auslastung kann anhand von Vorgabezeiten berechnet werden. Setzt man die tatsächlich genutzte Kapazität ins Verhältnis zu einer zuvor berechneten geplanten Auslastung, lässt sich die Güte der Vorgabewerte überprüfen (Abb. 4.28).

Die **Leistung** eines Mitarbeiters misst sich an der von ihm bearbeiteten Menge innerhalb eines Zeitraumes. Die Soll-Leistung kann dabei ebenfalls durch Vorgabewerte ermittelt werden und als Vergleichswert dienen. Ansonsten können auch Leistungswerte von anderen Mitarbeitern oder über einen bestimmten Zeitraum herangezogen werden (Abb. 4.29).

Die **Mitarbeiterproduktivität** ergibt sich aus dem Verhältnis von tatsächlicher und geplanter Leistung. Die Produktivität eines Mitarbeiters kann auch als Leistungsgrad des Mitarbeiters bezeichnet werden (Abb. 4.30).

Mitarbeiterverfügbarkeit (%)	
$= \frac{Arbeitszeit - Ausfallzeit}{Arbeitszeit} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil der verfügbaren Zeit an gesamter Arbeitszeit der Mitarbeiter	Optimierung produktive Arbeitszeit
Eingangswerte	Funktion
Anwesenheitszeiten, Schichtmodelle, Pausenzeiten, sonstige Projekte	Messung, Planung

Abb. 4.27 Mitarbeiterverfügbarkeit

Mitarbeiterauslastung (%) geplant	
$= \frac{\text{Menge} * \text{Vorgabezeit}}{\text{verfügbare Arbeitszeit}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Nutzung der verfügbaren Mitarbeiterarbeitszeit	Optimierung produktive Arbeitszeit vs. verfügbare Flexibilität, Frühzeitiges Erkennen von Engpässen, Optimierung Planungsvorbereitung und Ressourceneinsatz
Eingangswerte	Funktion
Mitarbeiterkapazität, Ausbringung in Stück pro Mitarbeiter und Zeit, Vorgabezeiten	Kontrolle, Messung, Planung, Koordination

Abb. 4.28 Mitarbeiterauslastung

Mitarbeiterleistung (Stk./Std.)	
$= \frac{\text{Ausbringungsmenge}}{\text{verfügbarer Arbeitszeit}}$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Leistungsfähigkeit des Mitarbeiters hinsichtlich Ausbringungsmenge	Kontinuierliche Leistung in der Produktion, Soll-Ist-Abgleich
Eingangswerte	Funktion
Gutteile, verfügbare Arbeitszeiten, Anzahl Mitarbeiter	Kontrolle, Messung, Planung

Abb. 4.29 Mitarbeiterleistung

Mitarbeiterproduktivität (%)	
$= \frac{\text{Ist_Leistung}}{\text{Soll_Leistung}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Verhältnis zwischen geplanter und erreichter Ausbringungsmenge	Kontinuierliche Leistung in der Montage, Prozessoptimierung
Eingangswerte	Funktion
Zeiterfassung, Vorgabezeiten, Gutteile, Anzahl Mitarbeiter	Kontrolle, Messung, Planung

Abb. 4.30 Mitarbeiterproduktivität

Mitarbeitereffektivität (%)	
$= \text{Mitarbeiterverfügbarkeit} * \text{Leistungsgrad} * \text{Qualitätsgrad}$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Produktionszeit von Gutteilen in wertschöpfenden Bereichen	Effektiver Mitarbeiter-Einsatz, Minimierung Verschwendungen, Minimierung Stillstandzeiten
Eingangswerte	Funktion
Gutteile, Fehlzeiten, Ausfälle, Nacharbeit	Kontrolle, Messung, Planung

Abb. 4.31 Mitarbeitereffektivität

Die **Mitarbeitereffektivität** gibt an, welcher Zeitanteil tatsächlich zur Produktion genutzt wird (Abb. 4.31). Mitarbeiter können sich in ihrer Verfügbarkeit, Leistungsgrad und Qualitätsgrad (Abb. 4.35) unterscheiden.

Die **Mitarbeiterfluktuation** misst den Anteil der Mitarbeiter, die in einem bestimmten Zeitraum das Unternehmen verlassen haben. Eine steigende Fluktuation kann ähnlich wie die Fehlzeiten auf ein verschlechtertes Unternehmensklima hindeuten. Eine hohe Mitarbeiter-Fluktuation kann aber auch andere Gründe haben, wie beispielsweise Angst vor dem Arbeitsplatzverlust, steigende Lohnniveaus in nahegelegenen Unternehmen oder neue Unternehmen mit attraktiveren Angeboten (Abb. 4.32).

Die Messung von Mitarbeiterschulungen ist ein Indiz für die Qualifikation der Mitarbeiter aber auch für eine mögliche Flexibilisierung der Einsatzmöglichkeiten. Die **durchgeführten Mitarbeitereschulungen** müssen dennoch differenziert betrachtet und nicht auf deren Anzahl beschränkt werden (Abb. 4.33). Es müssen die richtigen Schulungen für die

Mitarbeiterfluktuation (%)	
$= \frac{\text{Personalabgänge}}{\text{Personalbestand}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil fest angestellter Mitarbeiter die das Unternehmen verlassen	Know-How Erhalt, Reduzierung Einarbeitungskosten
Eingangswerte	Funktion
Pensionierungen, Kündigungen der Arbeitnehmer, Kündigungen des Arbeitgebers, Todesfälle, Vorruestand	Messung, Planung, Führung

Abb. 4.32 Mitarbeiterfluktuation

durchgeführte Mitarbeitereschulungen (%)	
$= \frac{\text{durchgeführte Mitarbeitereschulungen}}{\text{geplante Mitarbeitereschulungen}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil durchgeföhrter Mitarbeitereschulungen im Verhältnis zu ursprünglich geplanten Schulungen	Erhöhung Qualitätsempfinden, Reduzierung Nacharbeitskosten, Erhöhung der Flexibilität bei Bedarfsschwankungen und Krankheitsfällen
Eingangswerte	Funktion
Schulungspläne, Entwicklungspläne der Mitarbeiter, Qualifikationsmatrix	Messung, Planung, Führung

Abb. 4.33 Durchgeführte Mitarbeitereschulungen

Qualifikationsmatrix		Mitarbeiter 1	Mitarbeiter 2	Mitarbeiter 3	Mitarbeiter 4	Mitarbeiter 5	Mitarbeiter 6	Mitarbeiter 7	Mitarbeiter 8	Mitarbeiter 9	Mitarbeiter 10	Mitarbeiter 11	...
G	Qualifikation 1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
G	Qualifikation 2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
G	Qualifikation 3	A	B	A	A	A	B	A	A	A	A	B	
S	Qualifikation 4	A	-	A	B	A	-	B	A	B	A	G	
S	Qualifikation 5	B	-	A	B	B	-	A	A	B	B	G	
E	Qualifikation 6	G	-	A	G	G	-	-	A	G	G	-	
E	Qualifikation 7	-	-	A	-	-	-	G	A	-	-	G	
	...												

G = Grundlagenqualifikation

A = Abgeschlossen

S = Spezialqualifikation

B = Bestehende Kenntnis

E = Expertenqualifikation

G = Geplant

Abb. 4.34 Qualifikationsmatrix

geeigneten Mitarbeiter ausgewählt werden und es sollten praktische Anwendungsmöglichkeiten im weiteren Arbeitsverlauf der Mitarbeiter gewährleistet sein, welche notfalls von der Geschäftsführung geschaffen und ermöglicht werden müssen. Ansonsten ist die

Nachhaltigkeit der Schulungen nicht garantiert. Die Vorgaben über die Anzahl möglicher Schulungen sollten außerdem nicht automatisiert werden um zu verhindern, dass Schulungen nur aufgrund von Vorgaben gemacht werden. Bei der Planung von Schulungen und der Auslegung der Qualifizierungsstrategie unterstützt die Erstellung einer Qualifikationsmatrix. Dabei werden die unterschiedlichen Qualifikationsstufen aufgetragen und für jeden Mitarbeiter seine bestehenden Fähigkeiten und Ausbildungen, sowie geplante Entwicklungsstufen eingetragen (Abb. 4.34).

4.4 Qualität

Qualität beschreibt ein fehlerfreies Produkt ohne sichtbare oder funktionale Schäden, das alle vom Kunden gestellten Anforderungen erfüllt und einwandfrei funktioniert. Schlechte Qualität ist mit Ausschuss verbunden, verursacht Nacharbeit oder sogar unzufriedene Kunden, wenn der Mangel nicht rechtzeitig behoben wird. Schlechte Qualität kann für das Unternehmen nachhaltigen Schaden bedeuten.

Ursachen für Qualitätsmängel können sowohl in Produktionsanlagen, Personal, Logistik oder Transportprozessen liegen. Um allerdings die wesentlichen Ursachen ausfindig zu machen, können übergreifende Qualitätskennzahlen erhoben werden, um die Fehlermöglichkeiten einzuschränken.

Die wichtigsten Kennzahlen im Bereich Qualität

- Qualitätsgrad
- Anteil erkannter Fehler
- Ausschussquote
- Nacharbeitsquote
- Verbesserungsvorschläge pro Mitarbeiter
- Qualitätskostenkennzahl

Der **Qualitätsgrad** stellt denjenigen Anteil an allen produzierten Teilen dar, der ohne Fehler oder Beanstandungen ist und sollte immer erhöht werden. Schlechtteile sind Verschwendungen an Material, Kapazitäten und Arbeitszeit der Mitarbeiter und folglich an Kosten. Ein geringer Qualitätsgrad kann mehrere Ursachen haben, wie beispielsweise veraltete Maschinen, zu hohe Laufgeschwindigkeiten oder Qualitätsverluste während Transport und Lagerung (Abb. 4.35). Der Qualitätsgrad kann für die gesamte Produktion erhoben werden, oder für einzelne Anlagen, Arbeitsplätze oder Mitarbeiter.

Der **Anteil erkannter Fehler** beschreibt die Wirksamkeit von Prüfvorgängen. Werden möglichst viele entstandenen Fehler erkannt und wenn möglich durch Nacharbeit

Qualitätsgrad (%)	
$= \frac{\text{Anzahl produzierter Teile} - \text{fehlerhafte Teile}}{\text{Anzahl produzierter Teile}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil Guteile an Gesamtproduktion	Optimierung Prozessqualität, Reduzierung Einschaltverluste und Kosten, Optimierung Qualifikation
Eingangswerte	Funktion
Stückzahlen, Ausschuss, Fehler	Kontrolle, Messung, Planung, Lenkung

Abb. 4.35 Qualitätsgrad

beobben, kann die Auslieferung fehlerhafter Produkte minimiert und dadurch die Kundenzufriedenheit erhöht werden (Abb. 4.36).

Die **Ausschussquote** beschreibt den Anteil der Produkte, der nicht nachgearbeitet werden kann, sondern tatsächlich abgeschrieben werden muss (Abb. 4.37). Das bedeutet nicht nur die Verschwendug von Materialkosten, sondern auch von bereits getätigter Wertschöpfung, Arbeitszeit, Logistik- und Organisationsaufwänden, die in das bis dahin gefertigte Produkt geflossen sind. Dementsprechend entstehen Opportunitätskosten – die getätigten Aufwände hätten für die Produktion von Teilen verwendet werden können, die abgesetzt werden können und dadurch einen Geldrückfluss auslösen.

Die **Nacharbeitsquote** gibt das Verhältnis zwischen nachgearbeiteten Teilen und allen produzierten Teilen an bzw. zwischen der gesamten Zeit für Nacharbeiten und der Gesamtproduktionszeit (Abb. 4.38 und 4.39). Auch diese Nacharbeit bedeutet Verschwendug und sollte deshalb minimiert werden. Dafür müssen die Ursachen für die Nacharbeit ermittelt und diese beseitigt werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Nachar-

Anteil erkannter Fehler (%)	
$= \frac{\text{Anzahl erkannter, behobener Fehler}}{\text{Anzahl Reklamationen} + \text{Anzahl erkannter, behobener Fehler}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil erkannter Fehler im Verhältnis zu im Prozess erkannten und erst durch Reklamationen bekannte Fehler	Erhöhung Fehlererkennung, Sicherstellung Kundenzufriedenheit
Eingangswerte	Funktion
Fehler im Prozess, fehlerhafte Teile, Reklamationen	Kontrolle, Messung, Planung

Abb. 4.36 Anteil erkannter Fehler

Ausschussquote (%)	
$= \frac{\text{fehlerhafte Produkte ohne Nacharbeit}}{\text{Gesamtstückzahl}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil fehlerhafter Produkte ohne Möglichkeit zur Nacharbeit	Optimierung Prozess- und Produktqualität, Reduktion Kosten und eingesetztes Kapital
Eingangswerte	Funktion
Stückzahlen, Fehlerstatistik	Kontrolle, Messung, Planung

Abb. 4.37 Ausschussquote

beit generell in Frage zu stellen und zu prüfen, ob die Neuproduktion von beschädigten Produkten möglicherweise sinnvoller ist. Das ist dann der Fall, wenn durch die zusätzlich notwendigen Schleifen in Organisation und Produktion für Nacharbeit so hohe Aufwände und Kosten entstehen, dass diese die Aufwände und Kosten für eine Neuproduktion übersteigen.

Die Anzahl der **Verbesserungsvorschläge** pro Mitarbeiter gibt ein erstes Gefühl für das Qualitäts- und Prozessverbesserungsbewusstsein der Mitarbeiter (Abb. 4.40). Sie kann allerdings nur ein Indikator für eine steigende Qualität in der Produktion sein, da sie die Güte der Verbesserungsvorschläge nicht erfassen kann. Eine Möglichkeit die Aussagekraft der Kennzahl zu steigern besteht in der Klassifizierung der Verbesserungsvorschläge, beispielsweise in tatsächlich umgesetzte Vorschläge, damit verbundene Einsparungen oder erwartete Rendite. Diese Klassifizierungen verhindern auch, dass die Mitarbeiter alle Verbesserungsvorschläge einreichen und dadurch Bearbeitungsaufwand verursachen, wenn die Maßnahmen auch einfach am Arbeitsplatz umgesetzt werden können, weil sie keine strukturellen Veränderungen oder Investitionen nach sich ziehen.

Nacharbeitsquote (%)	
$= \frac{\text{Produkte mit Nacharbeit}}{\text{Gesamtstückzahl}} * 100; = \frac{\text{Zeit für Nacharbeit}}{\text{Gesamtproduktionszeit}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil der Produkte mit erforderlicher Nacharbeit bzw. Anteil der Zeit für Nacharbeit	Optimierung Prozess- und Produktqualität, Reduktion Kosten und eingesetztes Kapital
Eingangswerte	Funktion
Stückzahlen, Nacharbeitsstatistik	Kontrolle, Messung, Planung

Abb. 4.38 Nacharbeitsquote

Nacharbeitsanteil an fehlerhaften Produkten (%)	
$= \frac{\text{Produkte mit Nacharbeit}}{\text{Anzahl fehlerhafter Produkte}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil der fehlerhaften Aufträge mit Möglichkeit zur Nacharbeit	Vermeidung Kapital- und Ressourceneinsatz für fehlerhafte Produkte, Reduzierung Verschwendungen
Eingangswerte	Funktion
Stückzahlen, Nacharbeitsstatistik, Ausschuss	Kontrolle, Messung, Planung

Abb. 4.39 Nacharbeitsanteil an fehlerhaften Produkten

Die Kosten die durch Qualitätsprobleme entstehen können durch die **Qualitätskostenkennzahl** beschrieben werden (Abb. 4.41). Die Kosten für Nacharbeit, Verschrottung, Neuproduktion und Wiederbeschaffung können dabei relativ einfach ermittelt werden. Schwieriger wird es bei der Ermittlung zugehöriger indirekter Kosten wie Planung und Steuerung, Reklamationsverarbeitung, etc. Dafür bietet die prozessorientierte Kostenbe trachtung (siehe auch Abschn. 5.2) eine Möglichkeit, beispielsweise diese Kosten für einen Reklamationsprozess aufzunehmen. Diese Vorgehensweise ist vor allem dann empfehlenswert, wenn der betrachtete Prozess häufig durchlaufen werden muss und dort Potenziale zur Prozessverbesserung vermutet werden.

Verbesserungsvorschläge (Stk./Mitarbeiter)	
$= \frac{\text{Anzahl Verbesserungsvorschläge}}{\text{Anzahl Mitarbeiter}}$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Verbesserungsvorschläge der Mitarbeiter im Rahmen von kontinuierlichem Verbesserungsprozessen (KVP)	Aktive Beteiligung der Mitarbeiter am KVP-Prozess
Eingangswerte	Funktion
Gesamtzahl Verbesserungsvorschläge, Einsparpotenziale	Kontrolle, Messung, Führung

Abb. 4.40 Verbesserungsvorschläge pro Mitarbeiter

Qualitätskostenkennzahl (Kosten/Einheit)	
$= \frac{\text{Qualitätsbezogene Kosten}}{\text{Anzahl produzierter Einheiten}}$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Kosten pro Einheit für Qualitätssicherung und -wiederherstellung	Reduzierung Kosten für Fehlerbehebung, Optimierung Prüfaufwände
Eingangswerte	Funktion
Kosten für präventive Qualitätskontrolle (z.B. Endprüfung, Wareneingangsprüfung), Kosten für Nacharbeit, Entsorgung, etc., Produktionsmenge	Kontrolle, Messung, Planung, Koordination, Lenkung

Abb. 4.41 Qualitätskostenkennzahl

4.5 Material und Logistik

Die Logistik sorgt für die Verteilung und Bereitstellung von Material und Produkten im Zulauf zum Unternehmen, innerhalb des Unternehmens und auch aus dem Unternehmen heraus in Richtung Kunde.

Die wichtigsten Kennzahlen im Bereich Material und Logistik

- Materialverfügbarkeit
- Interne Wiederbeschaffungszeit
- Handlingfehlerquote
- Mengenerfüllungsquote
- Lagerumschlaghäufigkeit
- Lagerdauer
- Reichweite
- Work in Process
- Transportkostenanteil
- Lagernutzungsgrad
- Flächennutzungsgrad

Bei der **Materialverfügbarkeit** geht es nicht darum, möglichst viel Material vorzuhalten, sondern darum, jeweils das richtige benötigte Material, zur richtigen Zeit, in der richtigen Qualität am richtigen Ort zur Verfügung stellen zu können (Abb. 4.42). Eine geringe

Materialverfügbarkeit (%)	
$= \frac{\text{befriedigte Materialanfragen}}{\text{Gesamtmaterialanfragen}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil der Materialanforderungen mit Anlieferung zu angefragter Zeit, Menge, Qualität, Reihenfolge am richtigen Verbauort	Vermeidung von Stillständen, Erhöhung Liefertreue, Erhöhung Stabilität
Eingangswerte	Funktion
Durchlaufzeiten, Wiederbeschaffungszeiten, Bedarfe	Kontrolle, Messung, Planung, Lenkung

Abb. 4.42 Materialverfügbarkeit

Materialverfügbarkeit kann dementsprechend mehrere Ursachen haben. Durch Planungs- und Steuerungsfehler kann das falsche Material am Bedarfsort vorliegen, beispielsweise für andere Produktvarianten. Durch Verschiebungen in der Produktionsreihenfolge, durch Sonderaufträge oder Fehlteile kann es dazu kommen, dass kurzfristig Produkte eingeplant werden, deren Material noch nicht am Bedarfsort zur Verfügung steht. Das wiederum kann an tatsächlichen Lieferengpässen der Lieferanten liegen, an einer erhöhten Wiederbeschaffungszeit des Materials, oder auch an internen Bereitstellungsschwierigkeiten, die durch lange Wege in der Produktion, Suchaufwände, Losbildung oder hohen Kommissionieraufwand verursacht werden können. Liegt das richtige Material am Bedarfsort, ist allerdings beschädigt, kann das die Materialverfügbarkeit ebenfalls beeinträchtigen. Entweder die Teile müssen kurzfristig nachgearbeitet werden oder es müssen neue Teile bereitgestellt werden. Werden Teile an mehreren Stellen in der Produktion bereitgestellt, kann auch der Bereitstellort durch Planungs- und Steuerungsprobleme falsch definiert worden sein. Durch mögliche Umplanungen in der Bereitstellung kann auch das zu einer verzögerten Materialbereitstellung und dadurch zu einer verringerten Materialverfügbarkeit führen.

Je nachdem welche möglichen Ursachen in Frage kommen und welche Anforderungen an die Genauigkeit der Materialverfügbarkeit gestellt werden, sollten auch die Grenzwerte bei der Messung der Materialverfügbarkeit festgelegt werden. Wird in einem engen Takt produziert und kann das Material nicht in einer beliebigen Reihenfolge verbaut werden, sollte auch das Material nur als verfügbar angesehen werden, wenn es zeitlich und örtlich genau bereitgestellt wurde. Ist die zeitliche Produktionsreihenfolge variabel, kann auch ein bestimmter Zeitraum als Basis angenommen werden.

Die **interne Wiederbeschaffungszeit** sagt aus, wie lange es dauert bis der Vorgängerprozess ab dem Zeitpunkt der Nachbestellung das bestellte Teil nachliefern kann (Abb. 4.43). Die interne Wiederbeschaffungszeit ist eine wichtige Grundlage für die Flexibilität in der Produktion und die dafür notwendige Auslegung von Puffern und Lagern.

interne Wiederbeschaffungszeit (Tage)	
$= \frac{\text{Summe (Anlieferzeitpunkt - Materialabrufzeitpunkt)}}{\text{Gesamtmaterialanfragen}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Durchschnittliche Zeit für interne Abrufe, Transport und Anlieferung	Reduzierung interner Lieferzeiten, Reduzierung Bestand und Kapitalbindung
Eingangswerte	Funktion
Materialabrufe, Anlieferzeitpunkte, Materialbuchung, manuelle Zeiterfassungen	Kontrolle, Planung, Lenkung

Abb. 4.43 interne Wiederbeschaffungszeit

Die interne Wiederbeschaffungszeit ist dabei diejenige Zeit, die mit Bestand überbrückt werden muss, bis neue Teile bestellt und angeliefert werden können. Zur internen Wiederbeschaffungszeit gehört aber bei Bedarf auch diejenige Zeit, die benötigt wird um das Material zu vereinnahmen, zu prüfen und schließlich über Wegstrecken zum benötigten Bedarfsort zu bringen.

Um von der internen Wiederbeschaffungszeit auf den benötigten Bestand zu kommen, wird die interne Wiederbeschaffungszeit beispielsweise in Tagen mit dem durchschnittlichen Materialverbrauch pro Tag multipliziert. Schwankt der Verbrauch stark, kann auch vom maximalen Materialverbrauch pro Tag ausgegangen werden, oder ein Mindestbestand definiert werden, der zusätzlich zum täglichen Verbrauch addiert wird.

Die **Handlingfehlerquote** deutet wie auch Lieferverspätungen auf interne Schwierigkeiten in Planung und Steuerung, Synchronisierung und Organisation hin (Abb. 4.44). Das kann an unzureichenden oder veralteten Stücklistenauflösungen, Systemfehlern oder Kommissionierfehlern liegen.

Handlingfehlerquote (%)	
$= \frac{\text{fehlerhafte Anlieferungen}}{\text{Gesamtanlieferungen}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Erfasst den Anteil fehlerhafter Lieferungen hinsichtlich Menge, Reihenfolge und Anlieferort	Sicherstellen Materialverfügbarkeit, Erhöhung Stabilität, Reduzierung Verschwendungen
Eingangswerte	Funktion
Gesamte und fehlerhafte Anlieferungen, Abrufe	Kontrolle, Messung

Abb. 4.44 Handlingfehlerquote

Mengenerfüllungsgrad (%)	
$= \frac{Ist_Menge}{Soll_Menge} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Soll-Ist-Vergleich von Bestellmengen	Sicherstellung Materialverfügbarkeit, Standardisierung und Fehlervermeidung
Eingangswerte	Funktion
Bedarfe, Wiederbeschaffungszeit, Bestandsreichweite	Kontrolle, Messung

Abb. 4.45 Mengenerfüllungsgrad

Der **Mengenerfüllungsgrad** gibt an, inwiefern das angestrebte Bestandsniveau für eine hohe Materialverfügbarkeit erreicht wird. Es können sowohl negative, als auch positive Abweichungen gemessen werden (Abb. 4.45).

Die **Lagerumschlagshäufigkeit** sagt aus, wie oft sich der Bestand im Lager innerhalb des betrachteten Zeitraums dreht, d. h. wie lange es dauert, bis der gesamte bestehende Bestand (theoretisch) einmal verarbeitet wurde (Abb. 4.46). Diese Kennzahl ist wichtig, um eine Aussage darüber zu bekommen, wie lange Kapital im Unternehmen gebunden ist und wie flexibel die Produktion auf neue Produkte umgestellt werden kann (dabei geht es auch um konstruktive Änderungen, die entweder zu Ausschuss der alten Artikel führen oder dazu, dass die neuen Artikel erst nach Abarbeiten aller bestehenden Teile umgesetzt werden können). Wenn die gelagerten Teile spezifischen Qualitätskriterien unterliegen und eine langfristige Lagerung sich negativ darauf auswirkt, muss die Umschlagshäufigkeit angepasst werden. Außerdem ist die Umschlagshäufigkeit maßgeblich für die Dimensionierung von Lagerflächen.

Lagerumschlagshäufigkeit	
$= \frac{Lagerabgänge}{durchschnittlicher Lagerbestand}$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Häufigkeit, in der Lagerbestand eines Produktes in einem Zeitraum komplett ersetzt wird	Identifikation von Schnell- und Langsamdreher, Reduzierung unnötiger Lagerbestände, Vermeidung von Verfall
Eingangswerte	Funktion
produktbezogener Verbrauch, durchschnittlicher Lagerbestand	Kontrolle, Messung, Planung, Lenkung

Abb. 4.46 Lagerumschlagshäufigkeit

Lagerdauer (Tage)	
$= \frac{\text{Anzahl Tage pro Jahr}}{\text{Umschlaghäufigkeit}}$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Zeitraum, in dem Vorräte und zugehöriges Kapital durchschnittlich gebunden sind	Optimierung Lagerbestände, Materialverfügbarkeit vs. Bestandsreduzierung
Eingangswerte	Funktion
Umschlaghäufigkeit der Produkte	Kontrolle, Messung, Koordination

Abb. 4.47 Lagerdauer

Die **Lagerdauer** eines Teiles, besagt, wie lang ein betrachtetes Teil durchschnittlich im Lager verbringt (Abb. 4.47). Durch eine Analyse der unterschiedlichen Lagerdauern von Teilen können sogenannte Schnell- und Langsamläufer identifiziert werden. Sehr hochwertige Teile sollten dabei eine möglichst geringe Lagerdauer haben, da sie viel Kapital im Unternehmen binden und bei möglichen Abschreibungen durch Qualitätsverluste und mögliche Veränderungen in Konstruktion, Material, etc. einen hohen Verlust bedeuten. Auch sehr große Teile sollten eine geringe Lagerdauer haben, um nicht dauerhaft einen großen Flächenbedarf in Puffern und Lagern zu verursachen. Teile mit einer dennoch hohen Lagerdauer aufgrund von geringen Verbrauchsmengen sollten entsprechend in einer geringen Stückzahl im Lager liegen.

Eine hohe Materialverfügbarkeit sollte immer ins Verhältnis zur **Reichweite** des Materials im Lager gesetzt werden, also dazu, wie lange das vorgehaltene Material ausreichen würde, um ohne weiteren Nachschub weiter produzieren zu können (Abb. 4.48).

Eine hohe Materialverfügbarkeit wird häufig durch hohe Bestände im Lager sichergestellt, die Kapitalbindung und Bedarf an Lager- und Handling-Kapazitäten nach sich ziehen. Sind die Bestände allerdings zu hoch angesetzt, kann das zu zusätzlichen Ein- und Auslageraufwänden und möglichen Suchvorgängen führen, was wiederum die Materialverfügbarkeit am Bedarfsort gefährdet. Ab einem bestimmten Bestandsniveau wird die Materialverfügbarkeit nicht weiter erhöht, sondern verursacht lediglich eine höher Kapitalbindung und damit verbundene Aufwände. Dementsprechend sollte ein Optimum angestrebt werden, bei dem das Bestandsniveau zwar eine bestmögliche Versorgung sicherstellt, allerdings keinen unnötigen Zusatzaufwand verursacht. Der Lagerbestand drückt die Lagerreichweite in Stückzahlen aus. Eine hohe Materialverfügbarkeit ist vor allem an Engpassanlagen von großer Bedeutung, da an diesen Anlagen so wenige Verzögerungen wie möglich anzustreben sind.

Der **Work in Process (WIP)** beschreibt das Material, das sich zur Bearbeitung in der Produktion oder auf dem Weg vom Lieferanten oder zum Kunden befindet, je nach Abgrenzung des betrachteten Prozesses. Dazu zählen sowohl Teile auf Anlagen und Maschi-

Lagerreichweite (Tage)	
$= \frac{\text{Lagerbestand}}{\text{durchschnittlicher Verbrauch}}$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Zeitraum, der für Produktion mit dem aktuellem Lagerbestand ausreichen würde, wenn keine Teile nachgeliefert würden	Optimierung Lager- und Pufferbestand, Bestandsreduzierung vs. Versorgungssicherheit, Anpassung Wiederbeschaffungszeit
Eingangswerte	Funktion
Lagerbestand, Verbrauch pro Produkt oder Teil, Wiederbeschaffungszeit	Kontrolle, Messung, Koordination

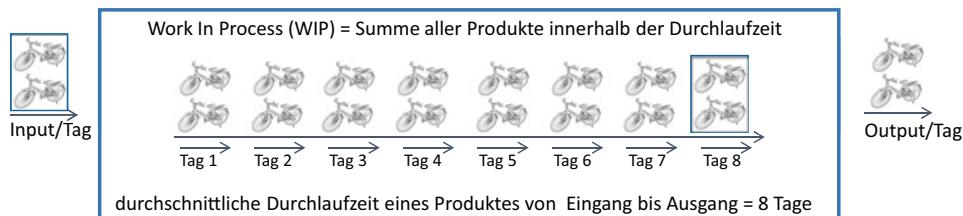
Abb. 4.48 Lagerreichweite

nen, als auch wartende Halbfertigteile und bereitgestellte Materialien. Gemessen werden kann der WIP sowohl in Stückzahlen, als auch in Stunden, die für die Verarbeitung der Teile im Prozess benötigt werden (Abb. 4.49). Je nach Länge des betrachteten Prozesses, muss eine bestimmte Menge an WIP in diesem System vorhanden sein, um eine kontinuierliche Produktion und damit verbundene Ausbringungsmenge sicher zu stellen. Der Work in Process muss dabei *mindestens* so hoch sein, dass jederzeit so viele Produkte fertiggestellt werden können, dass die Deckung der durchschnittlichen Nachfrage sichergestellt werden kann. Die Menge in einem stabilen System ergibt sich dabei aus der durchschnittlichen Durchlaufzeit eines Produktes und der durchschnittlichen Ausgangsmenge aus dem betrachteten System. Die Reichweite des gesamten Work in Process entspricht dann der Durchlaufzeit eines Produktes (Abb. 4.50).

Ein hoher **Transportkostenanteil**, also der Anteil der Transportkosten an den gesamten Logistikkosten (möglich auch: an den gesamten Herstellkosten), kann beispielsweise

WIP – Work in Process (h ; Anzahl)	
$= \text{Summe der benötigten Stunden für Aufträge im Arbeitssystem} ;$ $= \text{Summe der Produkte im Arbeitssystem}$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
bestehende, zu bearbeitende Arbeitsinhalte in Produktionsprozessen	Reduzierung Kapitalbindung, Erhöhung Prozessstabilität, Auftragsverfolgung
Eingangswerte	Funktion
manuelle Aufnahme, Vorgabezeiten, Fertigungsaufträge	Messung, Koordination

Abb. 4.49 Work in Process – WIP



$$WIP = \text{Durchlaufzeit} * \text{Anzahl Produkte pro Tag} (\emptyset)$$

$$\rightarrow \text{Durchlaufzeit} = \frac{\text{WorkInProcess}}{\text{AnzahlProdukte/Tag} (\emptyset)}$$

$$\text{Reichweite(WIP)} = \frac{\text{WorkInProcess}}{\text{AnzahlProdukte/Tag} (\emptyset)}$$

$$\rightarrow \text{Durchlaufzeit} = \text{Reichweite}$$

$$\text{Anzahl Produkte pro Tag} (\emptyset) = 2$$

$$\text{Durchlaufzeit pro Produkt} = 8 \text{ Tage}$$

$$\rightarrow \text{WorkInProcess} = 16 \text{ Produkte}$$

$$\rightarrow \text{Reichweite WorkInProcess} = 8 \text{ Tage}$$

Abb. 4.50 Zusammenhang zwischen minimalem Work in Process, Durchlaufzeit und Reichweite

durch sehr aufwendige Transportvorgänge verursacht werden. Hohe Transportaufwände entstehen dann, wenn große Entfernung zurückgelegt werden müssen, Sondertransporte aufgrund von Größe und Empfindlichkeit der Produkte, oder komplexe Vertriebswege eingehalten werden müssen (Abb. 4.51).

Der **Lagernutzungsgrad** sagt aus, wie viel Fläche oder Lagerplätze im Lager tatsächlich durch lagernde Teile und Produkte belegt sind (Abb. 4.52). Ein niedriger Lagernutzungsgrad steht dabei möglicherweise für eine Überdimensionierung des Lagers. Ein hoher Lagernutzungsgrad muss dabei nicht unbedingt bedeuten, dass tatsächlich sämtliche Stellplätze benötigt werden. Häufig führen freie Flächen dazu, dass übermäßig Material gelagert wird, um die Materialverfügbarkeit zu sichern, auch wenn dazu gezielt optimierte Bestände berechnet wurden, die bereits erreicht wurden.

Transportkostenanteil (%)	
$= \frac{\text{Summe Transportkosten}}{\text{Summe Logistikkosten}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil der Transportkosten an den gesamten Logistikkosten	Optimierung Transportaufwände, Optimierung Gesamtlogistikkosten
Eingangswerte	Funktion
Transportkosten gesamt, Logistikkosten gesamt	Kontrolle, Messung, Koordination, Lenkung

Abb. 4.51 Transportkostenanteil

Lagernutzungsgrad (%)	
$= \frac{\text{belegte Lagerfläche}}{\text{Gesamtfläche}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil der tatsächlich genutzten Lagerfläche an gesamt verfügbarer Lagerfläche	Optimierung Flächennutzung und Belegungsplanung, Umnutzung, Abgleich Reichweiten
Eingangswerte	Funktion
belegte und gesamte Lagerfläche in m ² , Teilevolumen, Bestandsdaten	Messung, Koordination, Lenkung

Abb. 4.52 Lagernutzungsgrad

Flächennutzungsgrad (%)	
$= \frac{\text{Fläche mit Wertschöpfung}}{\text{Gesamtfläche}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil der Gesamtfläche, der durch wertschöpfende Prozesse genutzt wird	Optimierung Flächennutzung und Belegungsplanung, Synchronisierung Prozesse, Umnutzung
Eingangswerte	Funktion
belegte und gesamte Fläche in m ² , Bestandsflächen, Anlagengrößen, Bereitstellflächen	Messung, Koordination, Lenkung

Abb. 4.53 Flächennutzungsgrad

Der **Flächennutzungsgrad** gibt das Verhältnis derjenigen Flächen an, die für wertschöpfende Bereiche genutzt werden, zu denen, die für unterstützende und nicht-wertschöpfende Tätigkeiten genutzt werden (Abb. 4.53). Vor allem bei großen, voluminösen Teilen und Produkten wird für Lager- und Pufferbereiche ein hoher Flächenanteil benötigt – dementsprechend sollte gerade dann auf ein geeignetes Bestandsmanagement geachtet werden und eine hohe Synchronisation der Prozesse angestrebt werden um Zwischenpuffer zu vermeiden.

4.6 Organisation/Auftragsabwicklung

Um die Produktion effizient und effektiv planen und steuern zu können, ist eine schlanke und zielgerichtete Organisation und Auftragsabwicklung notwendig.

Die wichtigsten Kennzahlen im Bereich Organisation/Auftragsabwicklung

- Lieferzeit
- Produktionsdurchlaufzeit
- Hours Per Unit (HPU)
- Auftragsbestand
- Fließgrad/Flussgrad
- Lieferfähigkeit
- Interne Termintreue
- Abweichung des Fertigungsauftragsstarts
- Auslastung indirekter Bereiche

Die gesamte **Lieferzeit** sagt aus, wie lange es dauert von der Kundenbestellung bis zur Auslieferung des Produktes (Abb. 4.54). Die Lieferzeit steht für die Flexibilität gegenüber dem Kunden. Eine kurze Lieferzeit besagt allerdings noch nicht, dass die Produktion tatsächlich flexibel auf die Kundenbestellung reagieren kann, da auch durch hohe Bestände vor allem im Fertigwarenlager eine kurze Lieferzeit garantiert werden kann.

Um eine hohe Flexibilität gegenüber dem Kunden zu gewährleisten, ohne alle Produktvarianten ausreichend im Fertigwarenlager vorhalten zu müssen, kann es hilfreich sein, den Entkopplungspunkt der Fertigung zur Kundenbestellung weiter vorne im Prozess anzusiedeln. Die Bestände werden dann an einer Stelle vorgehalten, wo sie noch nicht so viel Wertschöpfung wie am Ende des Prozesses beinhalten und es trotzdem ermöglichen, das Produkt schnell fertig zu stellen und an den Kunden auszuliefern.

Die **Produktionsdurchlaufzeit** (oder Fertigungsdurchlaufzeit) gibt im Gegensatz zur Lieferzeit an, wie lange das Produkt benötigt, um alle Produktionsschritte zu durchlaufen.

Lieferzeit (Tage)	
<i>=Auslieferdatum – Auftragserfassungsdatum</i>	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Zeit, vom Auftragseingang bis zur Auslieferung an den Kunden	Optimierung Arbeitsabläufe, Erhöhung Flexibilität gegenüber Kunden, Soll-Ist-Abgleich
Eingangswerte	Funktion
Durchlaufzeiten, Wiederbeschaffungszeiten, Transportzeiten, Wartezeiten, Auftragsbearbeitung, Terminvergaben	Kontrolle, Messung, Planung, Koordination, Lenkung

Abb. 4.54 Lieferzeit

mittlere Produktionsdurchlaufzeit (Tage)	
$=Ist_Liefertermin - Fertigungsstart$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Zeit vom Wareneingang bis zur Auslieferung des fertigen Produkts bzw. Auftrages	Erhöhung Schnelligkeit und Flexibilität der Fertigung, Reduzierung gebundenes Kapital
Eingangswerte	Funktion
Kundenauftragsdaten, Fertigungsauftragsdaten	Kontrolle, Messung

Abb. 4.55 Mittlere Produktionsdurchlaufzeit

Dazu zählt auch diejenige Zeit, die das Produkt oder Teil in Lagern und Puffern auf seine Weiterverarbeitung wartet oder auf Transporten verbringt (siehe auch Abschn. 7.3.5). Die Produktionsdurchlaufzeit kann auf zwei Arten gemessen werden, entweder durch die Aufnahme von Vergangenheitswerten (Abb. 4.55) oder durch Summenbildung der einzelnen Prozesszeiten (Abb. 4.56, siehe auch Abschn. 8.2.1). Die Reichweiten haben innerhalb der Puffer und Lager eine große Auswirkung auf die Durchlaufzeit. Darauf hinaus erhöhen sie die Kapitalbindungsduer, also die Zeit, die vergeht bis das eingesetzte Kapital durch Auslieferung des Produkts an den Kunden wieder in das Unternehmen zurückfließen kann (cash-to-cash-cycle-time).

Je höher die Entfernung zwischen zwei Produktionsprozessen ist, umso mehr Koordinationsaufwand ist erforderlich, um die Produktionsprozesse zu synchronisieren. Deshalb

Produktionsdurchlaufzeit (Tage)	
$=Summe (Bearbeitungszeiten des Produktes an allen Prozessen + Liegezeiten zwischen allen Prozessen sowie in Wareneingangs- und Fertigwarenlager)$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Momentaufnahme aller Bearbeitungs- und Liege- bzw. Wartezeiten eines Produktes bis zur Auslieferung	Erhöhung Schnelligkeit und Flexibilität der Fertigung, Flussorientierung, Bestandsreduzierung, Optimierung Synchronisierung
Eingangswerte	Funktion
Ist- Zeitaufnahme, Bearbeitungszeiten, Losgrößen, Bestandsreichweiten/ Liegezeiten	Messung, Planung, Koordination

Abb. 4.56 Produktionsdurchlaufzeit

werden solche Produktionsprozesse häufig durch zwischengelagerte Puffer entkoppelt, was wiederum die Produktionsdurchlaufzeit erhöht. Diese Durchlaufzeit steht dementsprechend für die tatsächliche Flexibilität der gesamten Produktion. Bei einer geringen Produktionsdurchlaufzeit kann schnell auf die Kundenwünsche reagiert werden, die Fertigung wird nicht lange durch einzelne Aufträge blockiert und eine geringe Kapitalbindungszeit erhöht die finanzielle Flexibilität des Unternehmens. Änderungen am Produkt können schneller in der Produktion umgesetzt werden.

Die Gesamtstunden die für das Produkt in der Produktion aufgewendet werden müssen, werden in **Hours Per Unit (HPU)** gemessen. Die Messung der Gesamtaufwände für ein Produkt in Zeit anstelle von Kosten ermöglicht die Normierung unterschiedlicher Kostensätze innerhalb überregionaler und internationaler Produktionsnetzwerke (Abb. 4.57). Die HPU entspricht somit der Bearbeitungszeit zuzüglich der Logistik- und Transportzeiten für eine Produktionseinheit.

Der **Auftragsbestand** gibt Auskunft darüber, wie lange die bestehenden Kundenaufträge ausreichen, um die gesamte Produktion mit Fertigungsaufträgen zu versorgen (Abb. 4.58). Ein hoher Auftragsbestand ermöglicht eine langfristige Planung der Fertigung und benötigter Materialien und dadurch eine Nivellierung oder Glättung der Produktion. Ein niedriger Auftragsbestand erfordert entweder eine bessere Prognosegenauigkeit, oder eine höhere Flexibilität der Produktion, um auf die kurzfristig eingehenden Aufträge reagieren zu können. Der Auftragsbestand der Fertigung ist nicht zwingend an die tatsächlichen Kundenaufträge gebunden. Die Fertigungssteuerung hat die Möglichkeit, nur diejenigen Aufträge einzusteuern, die auch tatsächlich bearbeitet werden können und sollen. Dadurch wird eine Glättung der Produktion angestrebt. Ist der Auftragsbestand sehr hoch, werden möglicherweise zu viele Aufträge zur Produktion freigegeben, die möglicherweise zu großen Losgrößenbildungen führen und nicht in der geplanten

HPU – Hours per Unit	
<i>=Summe Bearbeitungszeiten des Produktes an allen Prozessen + Logistikzeiten je Produkt</i>	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Aufnahme aller Bearbeitungs- und Logistikzeiten eines Produktes bis zur Auslieferung	Erhöhung Schnelligkeit und Flexibilität der Fertigung, Flussorientierung, Bestandsreduzierung, Optimierung Synchronisierung
Eingangswerte	Funktion
Ist- Zeitaufnahme oder Durchschnittswerte, Bearbeitungszeiten, interne Logistikzeiten, Logistikdienstleistungen	Messung, Planung

Abb. 4.57 Hours per Unit

Auftragsbestand (h)	
$= \text{Vorgabezeiten} * \text{Menge des aktuellen Gesamtauftragsbestands}$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Ausstehende Aufträge gemessen an zugehöriger Arbeitszeit im gesamten Wertstrom	Optimierung Produktionsplanung und –steuerung, Optimierung und Synchronisierung vorhandener Kapazitäten
Eingangswerte	Funktion
(prognostizierte) Aufträge, Ist-Aufträge, Bearbeitungszeiten	Messung, Planung, Koordination

Abb. 4.58 Auftragsbestand

Zeit bearbeitet werden können. Ist der Auftragsbestand zu gering, kann es passieren, dass die Produktion leer läuft und keine weiteren Aufträge bearbeiten kann, obwohl sie eventuell die Kapazitäten dafür hätte. Dann besteht die Möglichkeit Lageraufträge einzusteuern oder Schnellläufer zu produzieren, die mit einer großen Wahrscheinlichkeit auch abgesetzt werden können.

Fließgrad und Flussgrad geben das Verhältnis zwischen Bearbeitungszeiten entlang des gesamten Wertstromes und der gesamten Produktionsdurchlaufzeit an. Beim Fließgrad werden die Bearbeitungszeiten durch die Durchlaufzeit geteilt – der Kehrwert davon ist der Flussgrad. Der Fließgrad sollte dementsprechend erhöht und der Flussgrad verringert werden (Abb. 4.59). Das wird vor allem durch die Reduzierung von Liegezeiten und Bestandsreichweiten erreicht, was zusätzlich zu einer Reduzierung der damit verbundenen Flächenbedarfe und Kapitalbindungskosten führt. Eine sukzessive Reduzierung von

$\text{Fließgrad} = \frac{1}{\text{Flussgrad}} (\%)$	
$= \frac{\text{Summe der Bearbeitungszeiten eines Produkts}}{\text{Produktionsdurchlaufzeit}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil der wertschöpfenden Zeiten an Gesamtdurchlaufzeit	Erhöhung Flussorientierung und First In – First Out (FiFo) - Prinzipien, Reduzierung Verschwendungen, Erhöhung Wertschöpfungsanteil
Eingangswerte	Funktion
Bearbeitungszeiten, Losgrößen, Bestandsreichweiten	Messung, Lenkung

Abb. 4.59 Fließgrad/Flussgrad

Lieferfähigkeit (%)	
$= \frac{\text{Anzahl zugesagter Aufträge}}{\text{Anzahl angefragter Aufträge}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Fähigkeit, angefragte Aufträge hinsichtlich Zeit, Menge, Qualität, Preis, Material und Lieferort erfüllen zu können	Erhöhung Kundenzufriedenheit, Sicherstellen Flexibilität, Reduzierung Auftragsdurchlaufzeit
Eingangswerte	Funktion
Anzahl angefragter & zugesagter Kundenaufträge	Messung, Koordination, Lenkung

Abb. 4.60 Lieferfähigkeit

Beständen setzt allerdings stabile Prozesse voraus, da bei möglichen Ausfällen oder Stillständen weniger Sicherheitsbestände zur Überbrückung der Störungen vorhanden sind (siehe auch Abschn. 7.3.2).

Die **Lieferfähigkeit** trifft im Gegensatz zur Lieferzeit eine Aussage darüber, ob die Wünsche des Kunden überhaupt in der gewünschten Zeit, Anzahl und Ausprägung erfüllt werden können (Abb. 4.60).

Die **interne Termintreue** ist dann eine sinnvolle Kennzahl, wenn auch innerhalb der Produktion Kunden-Lieferanten Beziehungen zwischen Prozessen hergestellt werden. Eine regelmäßige Lieferverspätung innerhalb der Produktion muss von externen Liefererverspätungen durch Lieferanten zur Erfassung bereinigt werden (Abb. 4.61) und deutet dann auf Organisations- und Synchronisationsschwierigkeiten in der Produktion hin. Das Material ist dann im Unternehmen vorhanden, nur nicht an der richtigen Stelle.

Die durchschnittliche Abweichung des Ist-Starttermins vom Soll-Starttermin des Fertigungsauftrags gibt Auskunft darüber inwiefern die Planung und Steuerung der Produktion auch in der Realität umgesetzt werden können. Eine hohe durchschnittliche **Abweichung des Fertigungsauftragsstarts** (Abb. 4.62) deutet auf mögliche Probleme in Planung und Steuerung oder in der Materialverfügbarkeit hin. Mögliche Kapazitätsengpässe oder Abstimmungsprobleme können dazu führen, dass die Soll-Startzeit nicht eingehalten werden kann. Die Abweichung des Fertigungsauftragsstarts kann sowohl für die gesamte Fertigung betrachtet werden, als auch für einzelne Anlagen, die separat geplant werden.

Die **Auslastung indirekter Bereiche** beschreibt ebenso wie die Mitarbeiterauslastung die in der Vergangenheit tatsächlich genutzte Kapazität der Mitarbeiter in den indirekten Bereichen (Abb. 4.63). Diese ist nur durch Momentaufnahmen zu ermitteln, da meist keine Vorgabezeiten existieren und auch die Wiederholgenauigkeit der Tätigkeiten nicht mit den direkten Bereichen vergleichbar ist. Bei einer geringen Auslastung muss über eine mögliche Aufgabenumverteilung, bzw. Neuausrichtung der Aufgaben nachgedacht werden.

Interne Termintreue (%)	
$= \frac{\text{termintreue Lieferungen intern}}{\text{Anzahl aller Lieferungen intern}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Soll-Ist-Vergleich geplanter Liefertermine aller Prozesse	Sicherstellung Materialverfügbarkeit, Bestandsanpassung, Anpassung Wiederbeschaffungszeit
Eingangswerte	Funktion
Ist-, Soll-Termine je Prozess, Verspätungen, Ausfälle	Kontrolle, Messung, Lenkung

Abb. 4.61 Interne Termintreue

Abweichung Fertigungsauftragsstart	
$= \frac{\text{Summe } (\text{Ist_Startzeit} - \text{Soll_Startzeit})}{\text{Gesamtfertigungsaufträge}}$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Durchschnittliche Verzögerung von Soll Startterminen	Erhöhung Schnelligkeit und Flexibilität der Fertigung
Eingangswerte	Funktion
Zeiten und Termine, Auftragsänderungen	Kontrolle, Messung, Koordination

Abb. 4.62 Abweichung Fertigungsauftragsstart

Auslastung indirekte Bereiche (%)	
$= \frac{\text{Gesamtzeitbedarf für indirekte Tätigkeiten}}{\text{verfügbare Arbeitszeit in indirekten Bereichen}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Auslastung der Mitarbeiter in indirekten Bereichen durch Tagesgeschäft und Projektarbeit	Optimierung Auslastung, Standardisierung, Reduzierung Aufwände indirekter Bereiche
Eingangswerte	Funktion
Tätigkeitslisten und Mitarbeiter je Kostenstelle, Schichtmodelle, Arbeitsverträge	Kontrolle, Messung, Planung, Koordination, Lenkung

Abb. 4.63 Auslastung indirekte Bereiche

4.7 Kunden

Kennzahlen zur Abbildung der Kundensicht dienen dem Feedback an das Unternehmen und sind an grundlegende Entwicklungen im Unternehmen gebunden.

Die **Hit Rate** (Angebotserfolgsquote) beschreibt das Verhältnis von gewonnenen Aufträgen zu gestellten Angeboten, also wie sehr die Kundenanforderungen hinsichtlich Ausprägungen und Preis getroffen werden (Abb. 4.64). Sinkt die Hit Rate kann das an möglichen steigenden Wettbewerbsvorteilen der Konkurrenz liegen, oder aber an sinkenden Qualitätsstandards des Unternehmens oder steigenden Kosten und deren Umlage auf die Preise. Dementsprechend ist die Hit Rate vor allem im zeitlichen Verlauf aussagekräftig, kann aber auch als momentane Kennzahl das Potenzial aufzeigen, das am Markt noch vorhanden ist und wo diese mögliche Kundenerweiterungspotenziale liegen.

Die **Bearbeitungszeit pro Anfrage** ist für die Kundengewinnung eine erste Maßgröße. Bekommt der potenzielle Kunde auf seine Anfrage lange keine Rückmeldung, interpretiert er das in der Regel mit mangelndem Serviceverhalten des Unternehmens (Abb. 4.65).

Die **Termintreue** ist eine der wesentlichen Kundenkennzahlen und besagt, welcher Anteil der Aufträge zum vereinbarten Liefertermin angeliefert werden kann (Abb. 4.66). Dabei ist im Voraus festzulegen, wann ein Auftrag als liefertreue angesehen wird und wann nicht. Diese Überlegung ist auch für Aufträge wichtig, die zu früh geliefert werden – kann der Kunde die gelieferte Ware zu diesem Zeitpunkt nicht annehmen, lagern oder weiterverarbeiten, ist auch ein zu früher Termin nicht liefertreu. Die Liefertreue hat wesentliche Auswirkungen auf das subjektive Empfinden des Kunden. Die damit einhergehende Unzufriedenheit kann sich auch auf sein Qualitätsempfinden und die Einschätzung von Produktfunktionalitäten übertragen und somit seine Unzufriedenheit steigern, obwohl das gelieferte Produkt ohne Mängel und der Beschreibung entsprechend geliefert wurde.

Die tatsächlichen **Verspätungen in Richtung Kunde** spezifizieren diejenigen Aufträge die nicht liefertreu angeliefert werden konnten. Dabei muss identifiziert werden, in

Hit Rate (%)	
$= \frac{\text{Anzahl gewonnener Aufträge}}{\text{Anzahl abgegebener Angebote}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil gewonnener Aufträge an allen abgegebenen Angeboten	Erhöhung Verkaufserfolge, Soll-Ist-Vergleich Angebotsinhalte und Kosten
Eingangswerte	Funktion
Aufträge, Absagen, Angebote	Messung, Planung, Lenkung

Abb. 4.64 Hit Rate

Bearbeitungszeit pro Anfrage	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Durchschnittszeit, bis zur Bearbeitung von Kundenanfragen	Erhöhung Kundenzufriedenheit, Erhöhung Erfolgsaussichten Kundengewinnung
Eingangswerte	Funktion
Auswertung Reklamationen, Rücksendungen, Garantieanträge, Sonstige Kundenanfragen	Kontrolle, Messung, Lenkung

Abb. 4.65 Bearbeitungszeit pro Anfrage

welchem Prozessabschnitt die Verspätung entstanden ist, ob innerhalb des Unternehmens oder möglicherweise durch Spediteure oder Zwischenhändler.

Die **mittlere/durchschnittliche Verspätung** beschreibt, wie weit die verspäteten Aufträge vom vereinbarten Liefertermin im Schnitt abweichen (Abb. 4.67 und 4.68). Die Aussage dieser Kennzahl sollte durch die Streuung der einzelnen Abweichungen ergänzt werden, um die Ursachen der Verspätungen besser einordnen zu können. Wenige große Abweichungen sprechen für Vorfälle, die zwar nicht regelmäßig auftreten, dafür aber einen hohen Auswirkung auf die Verspätung haben. Für diese Vorfälle sollten Sonderregelungen getroffen werden, wie in den entsprechenden Fällen reagiert werden soll. Sind viele Aufträge verspätet, allerdings nur zu einem geringen Grad, liegen womöglich grundätzliche Abstimmungs- und Steuerungsprobleme vor. Dann muss geprüft werden, ob die

Termintreue (%)	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil an Aufträgen, die zum vereinbarten Liefertermin (im Rahmen vorgegebener Zeitfenster) ausgeliefert wurden	Erhöhung Kundenzufriedenheit, Flexibilisierung Lieferzeiten, Reduzierung Durchlaufzeiten
Eingangswerte	Funktion
Soll-, Ist- Liefertermine, Standardabweichungen	Kontrolle, Messung, Lenkung

Abb. 4.66 Termintreue

mittlere Verspätung aller Aufträge (Tage)	
$= \frac{\text{Summe}(\text{Ist_Liefertermin} - \text{Soll_Liefertermin})}{\text{Anzahl aller Aufträge}}$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Durchschnittliche Zeitspanne zwischen tatsächlichem und vereinbartem Lieferdatum	Erhöhung Kundenzufriedenheit, Soll-Ist-Abgleich
Eingangswerte	Funktion
Soll- Ist-Liefertermine, Störungen	Kontrolle, Messung

Abb. 4.67 Mittlere Verspätung aller Aufträge

vereinbarten Liefertermine realistisch sind und möglicherweise angepasst werden müssen, oder ob kontinuierliche Probleme im Prozess behoben werden können.

Im Vergleich zur Qualitätsrate sagt die **Reklamationsquote** aus, welche Qualitätsmängel auch nach Prüfungen und Nacharbeit noch beim Kunden bemerkbar sind (Abb. 4.69). Dabei wurden entweder Mängel übersehen bzw. nicht behoben, oder durch den Transport zum Kunden sind weiter Schäden entstanden. Reklamationen verursachen nicht nur Zusatzaufwände durch mögliche Verwaltungsaufwände oder Ermäßigungen, sondern sie führen auch zu Unzufriedenheit bei den Kunden. Unter Reklamationen können auch funktionale Beanstandungen des Produktes fallen, obwohl das Produkt der Vereinbarung und Beschreibung entspricht. Diese Beanstandungen sind zwar auf keinen Qualitätsmangel im eigentlichen Sinne zurückzuführen, allerdings spiegeln sie das Empfinden des Kunden wieder. Dessen Zufriedenheit ist Grundlage für den Erfolg des Unternehmens, dementsprechend sollten auch diese Reklamationen Gehör im Unternehmen finden und in die Betrachtung von Verbesserungsmaßnahmen mit einbezogen werden.

Die **Rücksendequote** gibt nicht nur diejenigen Aufträge an, die reklamiert wurden, sondern auch diejenigen, die tatsächlich an das Unternehmen zurückgesendet wurden.

mittlere Verspätung verspäteter Aufträge (Tage)	
$= \frac{\text{Summe}(\text{Ist_Liefertermin} - \text{Soll_Liefertermin})}{\text{Anzahl verspäteter Aufträge}}$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Durchschnittliche Verspätung verspäteter Aufträge	Erhöhung Kundenzufriedenheit, Verringerung Verspätungen
Eingangswerte	Funktion
Soll- Ist-Liefertermine, Störungen	Kontrolle, Messung

Abb. 4.68 Mittlere Verspätung verspäteter Aufträge

Reklamationsquote (%)	
$= \frac{\text{reklamierte Aufträge}}{\text{Gesamtaufträge}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil der Aufträge mit Kundenreklamationen	Optimierung Produktqualität, Erhöhung Kundenzufriedenheit
Eingangswerte	Funktion
Auftragsstatistiken	Kontrolle, Messung, Lenkung

Abb. 4.69 Reklamationsquote

Dafür fallen entweder Nacharbeitsaufwände an, Ersatzlieferungen oder Rückerstattungen an den Kunden (Abb. 4.70).

Die **Unzufriedenheitsquote** sagt aus, wie viele aller Kunden mit den Produkten und Leistungen des Unternehmens nicht zufrieden sind. Dabei können unterschiedliche Gründe zugrunde liegen, die eingehend analysiert werden müssen, um die richtigen Maßnahmen zur Verbesserung der Kundenzufriedenheit ableiten zu können (Abb. 4.71).

Die **Änderungsquote je Kunde** ist ähnlich wie der Umsatzanteil des Kunden eine gute Klassifizierungsmöglichkeit der Kunden. Ändert ein Kunde häufig seine Aufträge verursacht er dadurch einen hohen Aufwand im Unternehmen, vor allem in Organisation, Planung und Steuerung. Häufige Änderungen führen mittelfristig zu einer Erhöhung der Bestände, da das Unternehmen versucht, sich auf solche Turbulenzen einzustellen, um flexibel darauf reagieren zu können (Abb. 4.72).

Der **Umsatzanteil je Kunde** zeigt auf, welcher Kunde für welchen Anteil des Umsatzes verantwortlich ist (Abb. 4.73). Sinnvoll ist diese Analyse in Kombination mit dem dabei erwirtschafteten Deckungsbeitrag. Wird mit einem Kunden ein hoher Umsatzanteil

Rücksendequote (%)	
$= \frac{\text{zurückgesendete Aufträge}}{\text{Gesamtaufträge}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil der vom Kunden zurückgesendeten Aufträge	Optimierung Produktqualität, Ermittlung Ursachen und Einflussfaktoren zur Kundenbindung
Eingangswerte	Funktion
Auftragsstatistiken	Kontrolle, Messung, Lenkung

Abb. 4.70 Rücksendequote

Unzufriedenheitsquote (%)	
$= \frac{\text{Anzahl unzufriedener Kunden}}{\text{Anzahl aller Kunden}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil unzufriedener Kunden hinsichtlich Produkt, Funktion, Service und/oder Dienstleistung	Erhöhung Kundenzufriedenheit, Identifizierung von Schwachstellen und Potenzial
Eingangswerte	Funktion
Auswertung Reklamationen, Rücksendungen, Garantieanträge, Umfragewerte	Messung, Führung

Abb. 4.71 Unzufriedenheitsquote

Änderungsquote je Kunde (%)	
$= \frac{\text{Anzahl Kundenänderungen}}{\text{Anzahl Aufträge je Kunde}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Anteil der Aufträge mit kundeninduziertem Änderungsbedarf	Strukturierung Kundengruppen nach Änderungsverhalten, Erhöhung Änderungsflexibilität, Anpassung Angebotserstellung
Eingangswerte	Funktion
Kundenaufträge, Änderungsdokumentationen hinsichtlich Zeit, Menge, Spezifikation	Messung, Lenkung, Führung

Abb. 4.72 Änderungsquote je Kunde

Umsatzanteil pro Kunde (%)	
$= \frac{\text{Umsatz pro Kunde}}{\text{Gesamtumsatz}} * 100$	
Beschreibung	Zielsetzung Maßnahmen
Umsatzanteil, der durch Kunde erwirtschaftet wird	Strukturierung Kundengruppen nach Einkaufsverhalten, Optimierung Kalkulation
Eingangswerte	Funktion
Umsatzverteilungen, Kundengruppen	Lenkung, Führung

Abb. 4.73 Umsatzanteil pro Kunde

erzielt, allerdings nur mit Produkten, die einen eher geringen Deckungsbeitrag haben, bzw. hohe Kosten im Unternehmen verursachen, muss hinterfragt werden, warum der Kunde lediglich an möglichen Exotenprodukten interessiert ist und nicht am eigentlich Standardprodukt. Werden von bestimmten Kunden häufig Sonderwünsche geäußert, kann das den hohen Umsatz der mit dem Kunden erzielt wird relativieren. Im Gegensatz dazu können Kunden, die zwar einen geringeren Umsatz für das Unternehmen erzielen, allerdings mit hohen Deckungsbeiträgen, durchaus für das Unternehmen von großer Bedeutung sein.

Controlling hat im Wesentlichen die Aufgaben Planung, Berichterstattung, Interpretation, Bewertung und Beratung. Die Kostenrechnung erfasst, verteilt und rechnet die Kosten, die zur Bewertung der betrieblichen Leistungserstellung notwendig sind. Diese verursachten Kosten werden den Leistungen gegenübergestellt um das Betriebsergebnis zu ermitteln und um Leistungsarten, Umsatz und Bestandsänderungen bestimmen zu können. Setzt man Kosten und Leistungen in Abhängigkeit zu bestimmten Einflussgrößen und Kostentreibern, können zukünftige Entwicklungen abgeschätzt und Entscheidungen unterstützt werden. Wenn die geplanten Kosten, den tatsächlich entstandenen Kosten gegenübergestellt werden, kann die Wirtschaftlichkeit des Betriebes überprüft werden. Die Kostenrechnung nimmt somit eine zentrale Funktion im Unternehmen ein. Zum einen um den Ist-Zustand in quantitativen Werte darzustellen und zum anderen um Prognosen für die betriebliche Entwicklung abzugeben. Die Kostenrechnung dient als Basis für die Ermittlung der Produktkosten, dabei spielen insbesondere die Zuschlagskalkulation und die Prozesskostenrechnung eine wesentliche Rolle.

5.1 Kostenrechnung und Zuschlagskalkulation

In der **Kostenartenrechnung** werden alle Kosten erfasst und systematisiert bzw. kategorisiert. Die detaillierte Aufnahme und Einteilung der Kosten in unterschiedliche Kostenarten vereinfacht die Zuordnung der Kosten zu Kostenstellen und Kostenträgern. Die Transparenz über die Höhe der jeweiligen Kostenartenkosten ist die Grundlage für die Analyse und Optimierung von Prozessen nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Kostenarten teilen sich in einem ersten Schritt in Einzel- und Gemeinkosten. Einzelkosten können dabei direkt einem Kostenträger zugerechnet werden, während Gemeinkosten für mehrere Kostenträger und -stellen anfallen und dementsprechend verteilt werden. Eine weitere Unterteilung kann in Materialkosten, Personal- und Personalnebenkosten, Abschreibungen, Zinsen, Fremdleistungen, sonstige Abgaben, usw. erfolgen.

Die Kostenarten werden den unterschiedlichen **Kostenstellen** zugeordnet, in denen die Kosten entstanden sind. Kostenstellen beschreiben dabei verschiedene Unternehmensbereiche und verursachen Kostenbeträge in unterschiedlichen Zeiträumen. Die Tätigkeiten innerhalb der Kostenstelle können dabei den Kostenträgern direkt zugeordnet werden oder es entstehen innerhalb von Kostenstellen Gemeinkosten, die anteilig auf die Kostenträger umgelegt werden müssen. **Kostenträger** beanspruchen die Kapazitäten der Kostenstellen und müssen dementsprechend die dadurch entstehenden Kosten tragen. Durch den Verkauf der Produkte/Kostenträger, werden Erlöse erwirtschaftet, die zur Kostendeckung herangezogen werden. Der Kostenträger trägt in der Regel die Materialeinzel- und -gemeinkosten, Fertigungseinzel- und -gemeinkosten, Sondereinzelkosten, Verwaltungs- und Vertriebsgemeinkosten.

Fertigungseinzelkosten sind dabei diejenigen Kosten, die durch Fertigung des einzelnen Kostenträgers – durch Maschinenbeanspruchung und Fertigungslöhne – entstehen. Materialeinzelkosten sind diejenigen Materialkosten, die dem Kostenträger direkt zugeordnet werden können. Die Gemeinkostensätze, die für die indirekte Umlage der Gemeinkosten auf die einzelnen Kostenträger in der **Zuschlagskalkulation** benötigt werden, werden durch einen unternehmenseigenen Schlüssel festgelegt. Gemeinkosten entstehen meistens durch Prozesse und Aufwände, die ohne weitere Analysen nur für die Gesamtheit der Kostenträger messbar sind, wie beispielsweise Werkstätten, Fertigungsleiter, Lager, etc.. Fertigungseinzel- und -gemeinkosten, sowie Materialeinzel- und -gemeinkosten bilden zusammen die Herstellkosten – diese können für jede Produktvariante und die zugehörigen Aufwände in der Produktion unterschiedlich hoch ausfallen. Zu den Herstellkosten kommen dann noch die Verwaltungs- und Vertriebsgemeinkosten, um die Selbstkosten zu ermitteln. Diese führen mit Gewinnaufschlag und sonstigen Zuschlägen zu einem angestrebten Nettoverkaufspreis.

Die Gemeinkostenzuschläge werden dabei meist anteilig zu den jeweils zugehörigen Einzelkosten berechnet. Das bedeutet, dass die Materialeinzelkosten als Basis für die Berechnung der Materialgemeinkostengelten dienen – die Materialgemeinkosten ergeben sich dabei als prozentualer Zuschlag zu den Materialeinzelkosten. Gleiches gilt für die Entstehung und Verrechnung der Fertigungsgemeinkosten. Durch diese Vorgehensweise werden Zusammenhänge unterstellt, die möglicherweise nicht der Produktionsrealität entsprechen. So sind die in den Materialgemeinkosten enthaltenen Beschaffungskosten meist nicht vom Materialwert des einzelnen Produktes abhängig, wie es die Zuschlagskalkulation unterstellt, sondern eher von der Menge der bestellten Teile und Materialien, der Anzahl unterschiedlicher Bestellungen, o. ä. Gleiches gilt für Planung und Steuerung der Produktion, die in den Fertigungsgemeinkosten enthalten sind. Diese steigen nicht zwangsläufig mit der Maschinenlaufzeit oder den Lohnkosten, sondern verändern sich vielmehr mit der Komplexität der Produkte oder den zugehörigen Losgrößen.

Wird durch die Zuschlagskalkulation der beschriebene Zusammenhang fälschlicherweise angenommen, führt das in der Regel dazu, dass Standardprodukte, die einfach zu handhaben sind und auch häufig in großen Stückzahlen und mit Skaleneffekten produziert werden können, zu teuer kalkuliert werden. Produkte hingegen, die nur selten und

in kleinen Stückzahlen produziert werden, verursachen häufig einen hohen Aufwand in der Einsteuerung der Produkte in die Fertigung, auch wenn die Materialwerte und Bearbeitungszeiten nicht gravierend von den Standardprodukten abweichen. Darüber hinaus entstehen beispielsweise Rüstaufwände, die von nur wenigen produzierten Einheiten getragen werden müssten. Diesen Produkten werden die beschriebenen Aufwände durch Zuschlagskalkulation häufig nicht angerechnet und sie somit zu günstig kalkuliert. Solange die teuer kalkulierten Standardprodukte den Exotenprodukten (Sonderartikel in kleiner Stückzahl) zahlenmäßig überlegen sind und diese Fehlkalkulation ausgleichen können, besteht für die Deckungsbeiträge des Unternehmens keine Gefahr. Im Gegenteil, aus Sicht der Kundenorientierung kann es kurz- bis mittelfristig sogar Teil der Unternehmensstrategie sein, Spezialwünsche der Kunden ohne große Preiserhöhung zu erfüllen, um sie überhaupt als Kunden gewinnen zu können oder Produkte im Markt zu etablieren. Ist der dadurch entstehende Effekt allerdings nicht im Unternehmen transparent und eingeplant, kann eine unbewusste Verschiebung von Anteilen an Standard- und Exotenprodukten entstehen (Abb. 5.1). Werden nämlich die so genannten Exotenprodukte zu günstig kalkuliert und dementsprechend mit einem zu günstigen Preis angeboten, fördert das das Kaufverhalten und die Spezialwünsche des Kunden. Dadurch entstehen immer größere Mehraufwände in Planung und Steuerung, Einkauf, Vertrieb, etc., so dass die Gemeinkosten weiter steigen und das beschriebene Problem verstärken.

Im schlechtesten Fall kann das dazu führen, dass zwar viele unterschiedliche Produkte und Varianten abgesetzt werden können, das allerdings nicht zwingend auch tatsächlich das produzierte Volumen erhöht wird. Möglicherweise wird zwar dieselbe Anzahl an Produkten verkauft, allerdings erwirtschaftet nur noch ein geringer Anteil der Produkte einen ausreichenden Deckungsbeitrag.

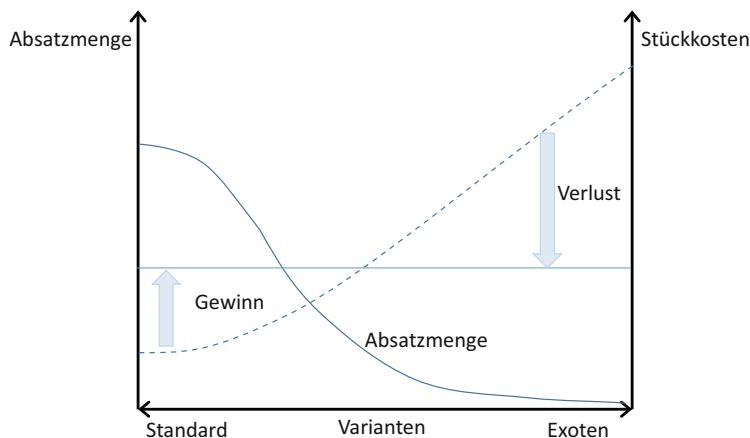


Abb. 5.1 Stückkostenentwicklung bei Exotenprodukten

- Beschaffungskosten
= Funktion von: Anzahl Bestellpositionen, Anzahl Bestellungen, ...
≠ Funktion von: Materialwert
- Kosten für Planung, Steuerung, Überwachung, Koordination
= Funktion von: Komplexität und Standardisierung der Produkte, Losgrößen, ...
≠ Funktion von: Maschinenlaufzeit, Lohnkosten

In den letzten Jahren haben sich die Kostenstrukturen produzierender Unternehmen vermehrt dahin entwickelt, dass die Kosten der indirekten Bereiche – also der Bereiche, in denen die Gemeinkosten größtenteils entstehen – im Vergleich zu den Kosten der direkten Bereiche – also der Entstehung von Einzelkosten – zugenommen haben (Abb. 5.2).

Das ist zum einen auf den steigenden Automatisierungsgrad zurückzuführen, der zwar den Kapitalbedarf in der Fertigung erhöht, allerdings die benötigten produktiven Mitarbeiter drastisch reduziert. Dafür steigen durch Automatisierung meistens die benötigten Steuerungs- und Planungsaufwände. Um die Auslastung der Maschinen und Anlagen zu sichern fallen immer mehr Aufgaben in den indirekten Bereichen an, die sich mit der Steuerung von Anlagen beschäftigen, mit der Synchronisierung von Arbeitsabläufen, der produktionsgerechten Anlieferung von Material und mit der Handhabung der Bestände, die durch die ständig angestrebte Anlagenauslastung vorgehalten werden. Eine zunehmende Verkürzung der Produktlebenszyklen führt dazu, dass Produktkonzepte in kürzer werdenden Abständen überarbeitet oder neu entwickelt werden. In der Folge muss auch die Produktion laufend angepasst und optimiert werden, um den geänderten Anforderungen an Produktionsbearbeitung, Qualität oder Flexibilität gerecht zu werden. Schließlich

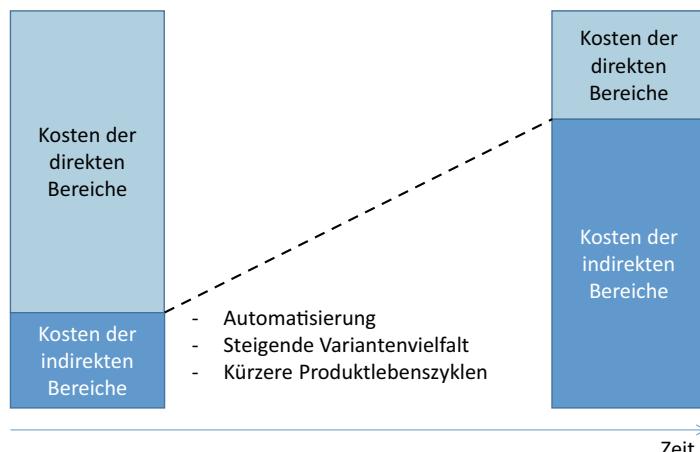


Abb. 5.2 Kostenentwicklung in indirekten Bereichen

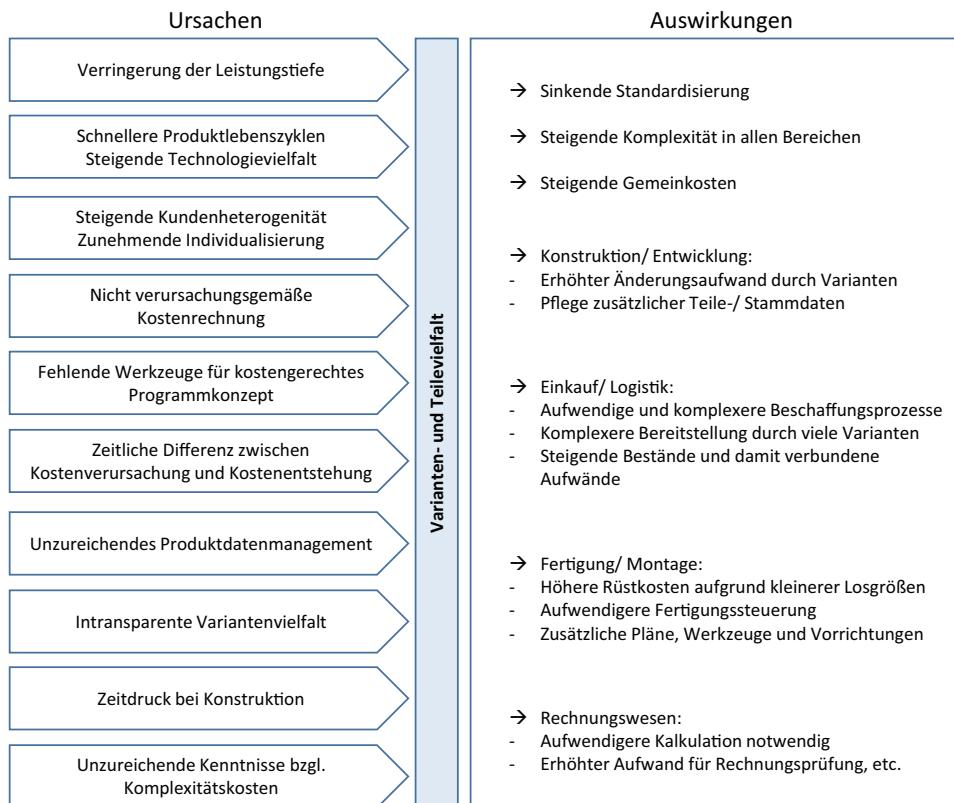


Abb. 5.3 Ursachen und Auswirkungen von Variantenvielfalt

führt ebenfalls der beschriebene Effekt der Varianten- und Spezialitätenerhöhung zu einer Erhöhung des Planungs- und Steuerungsaufwands der Produktion. Die Ursachen für eine steigende Varianten- und Teilevielfalt sind ähnlich breit gestreut, wie die damit verbundenen Auswirkungen (Abb. 5.3).

Die damit möglicherweise verbundene sinkende Wettbewerbsfähigkeit führt dann zu einem sich verstärkenden Regelkreis, wenn zur Erhaltung der Wettbewerbsposition und zur Erschließung neuer Marktsegmente weitere neue Varianten eingeführt werden (Abb. 5.4).

Abb. 5.4 Regelkreis aus Varianten- und Komplexitätssteigerung



5.2 Verursachungsgerechte Kalkulation von Produkten und Prozessen

Die beschriebene Verschiebung des Verhältnisses von direkten zu indirekten Kosten führt dazu, dass die Zuschlagskalkulation zu einem immer unschärferen Ergebnis führt, da diejenigen Kosten, die über Zuschlagssätze auf die Produkte verteilt werden, einen immer größeren Anteil einnehmen. Eine verursachungsgerechnete Kostenverteilung wird dadurch zunehmend schwerer und es entsteht eine zunehmende Intransparenz der Kostenentstehung. Die Kostenrechnung sollte es demnach anstreben, die Kostenentstehung bestmöglich nach dem Verursachungsprinzip abzubilden. Dabei dürfen einem Kostenträger nur diejenigen Kosten zugerechnet werden, die er auch wirklich verursacht hat. Erst wenn diese Zuordnung wirklich nicht mehr gelingt, werden die Kosten anteilig verrechnet.

Nutzen verursachungsgerechter Kalkulation

- Detaillierte Abbildung von Unternehmensprozessen, insbesondere im indirekten Leistungsbereich (Transparenz der Gemeinkosten)
- Visualisierung von benötigten Unternehmensprozessen für die Produkterstellung

- Kostentransparenz in der Produktkalkulation
- Keine Gleichverteilung von Kosten bei Renner- und Exoten-Produkten
- Analyse zur Erschließung von Potenzialen in den direkten und indirekten Bereichen
- Bereitstellung von Kosteninformationen für die mittel- und langfristige Unternehmensplanung und zu deren Umsetzung
- Bereitstellung von Informationen im indirekten Leistungsbereich für die Kontrolle und Sicherung der Wirtschaftlichkeit

Basis für eine verursachungsgerechte Kalkulation ist die Prozesskostenrechnung. Die Prozesskostenrechnung konzentriert sich auf die indirekten Bereiche und die Zurechnung von Kosten zu Prozessen. Sie ist ein Kostenrechnungssystem, das sämtliche Vorgänge und Aktivitäten bestimmten Kostentreibern und Maßgrößen zuordnet und dadurch eine Verbindung von Kostenentstehung und dafür verantwortliche Auslöser ermöglicht. Für ein Prozesskostenrechnungssystem werden in den indirekten wie in den direkten Bereichen feste Buchungspunkte benötigt, an denen die Aktivitäten dokumentiert und zeitlich erfasst werden, was einen sehr hohen Aufwand erfordert. Dieser Aufwand muss natürlich im Verhältnis zum dadurch erzielten Nutzen stehen. Wenn die gewählten Zuschlagssätze eine verlässliche Prognose für die Selbstkosten liefern, kann die Einrichtung eines Prozesskostenrechnungssystems möglicherweise keinen weitreichenden Effekt erzielen und durch den hohen Einrichtungsaufwand keinen wirtschaftlichen Einsatz rechtfertigen. Schwierig ist allerdings, vorab den Nutzen der Prozesskostenrechnung oder auch die Güte der Zuschlagskalkulation zu bewerten. Dementsprechend ist es notwendig, die Zuschlagssätze zu analysieren, um herauszufinden, inwieweit sie die Realität abbilden können.

Vorgehen zur prozessorientierten Kalkulation

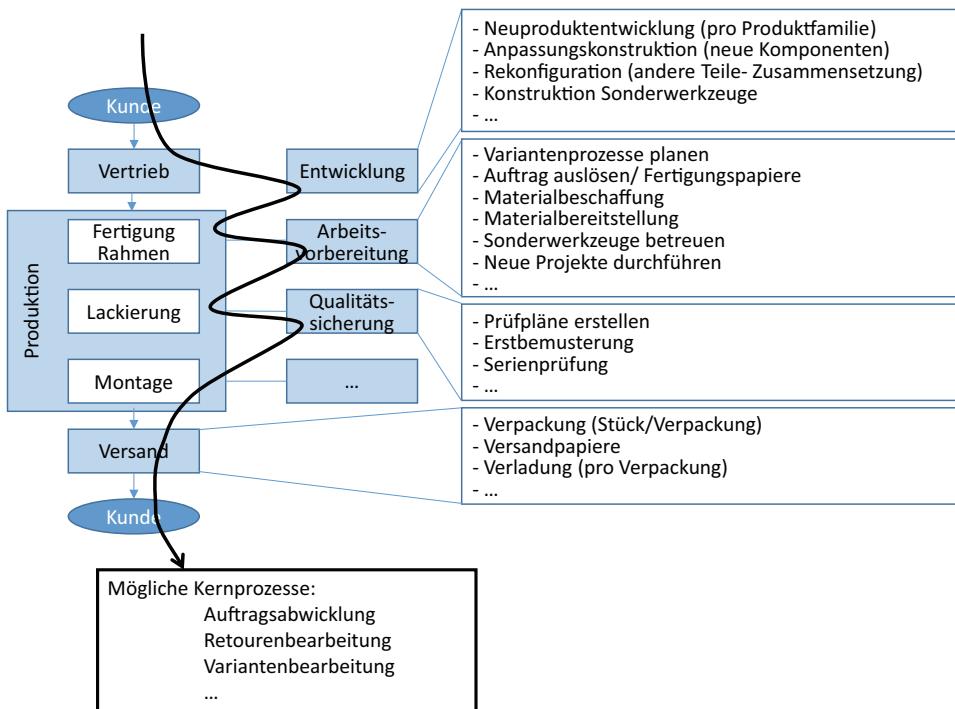
- Erstellung einer Prozessübersicht (z. B. Retourenprozess, Reklameprozess, Auftragsabwicklungsprozess, etc.) und Auswahl des zu betrachtenden Prozesses
- Erstellung einer Tätigkeitsanalyse der beteiligten Kostenstellen im Prozess
- Generierung einer Liste aller beteiligten Tätigkeiten im Prozess (welche Tätigkeiten innerhalb aller Kostenstellen gehören zum Prozess)
- Kostenanalyse der zugehörigen Kostenstellen
- Definition der Kostentreiber und Aufnahme von Mengengerüsten (Anzahl je Kostentreiber)
- Zusammenhänge zwischen Prozessen und Produkten herstellen
- Erstellung des prozessorientierten Produktkalkulationsschemas

Die verursachungsgerechte oder prozessorientierte Kalkulation von Produkten hilft dem Unternehmen die jeweiligen Deckungsbeiträge zu überprüfen und notwendige Strategieanpassungen rechtzeitig vorzunehmen. Darüber hinaus kann es durchaus sinnvoll sein, auch einzelne Prozesse im Unternehmen mit Kostensätzen zu hinterlegen, um einerseits die Wirtschaftlichkeit der Unternehmensprozesse zu prüfen und andererseits Transparenz über die tatsächlichen Ursachen von Turbulenzen und versteckten Aufwänden in den indirekten Bereichen zu schaffen.

Schlüsselfragen der prozessorientierten Kalkulation

- Wie hoch sind die Kosten von Renner- und Exotenprodukten?
- Werden Exotenprodukte von den Rennerprodukten mitfinanziert?
- Welche Unternehmensabteilungen verursachen in der Prozessanalyse und in der Produktkalkulation die größten Kostenanteile?
- Was kosten die einzelnen Prozesse wirklich?
- Wo sind die besten Ansatzpunkte zum Erschließen von signifikanten Rationalisierungspotentialen?

Die prozessorientierte Kalkulation ist eine Methode zur verursachungsgerechten Produktkostenermittlung und zur Visualisierung von Verbesserungspotenzialen in Produktions- und Unternehmensprozessen. Dabei wird auf die Grundlagen der Prozesskostenrechnung zurückgegriffen, ohne dabei ein komplettes Rechnungssystem einrichten zu müssen und dadurch die Detailliertheit der Prozesskostenrechnung zu erfordern. Ziel ist eine schnelle Analyse von bestehenden Prozessen und zugehörigen Kosten und das ohne den erheblichen Aufwand einer Prozesskostenrechnung. Die Zuschlagskalkulation wird dabei vorerst wie bisher weitergeführt, es werden lediglich die unterschiedlichen Zuschlagssätze überprüft. Zuerst müssen dafür die bestehenden Prozesse im Unternehmen in eine Übersicht gebracht werden, um herauszufinden, welche Prozesse stattfinden und welche für die prozessorientierte Kalkulation herangezogen werden (Abb. 5.5). Sollen ein oder mehrere Produkte und deren Selbstkosten prozessorientiert ermittelt werden, muss der gesamte Auftragsabwicklungsprozess betrachtet werden. Finden dabei für bestimmte Produkte Sonder schritte beispielsweise in Konstruktion und Entwicklung statt, müssen auch diese berücksichtigt werden. Für eine ganzheitliche Optimierung und Kostenrechnung bietet sich oftmals die Betrachtung des gesamten Auftragsabwicklungsprozesses an. Diese ermöglicht es, viele Abteilungen und Bereiche in die Betrachtung mit einzubeziehen, die von der ersten Kundenanfrage über die produktive und logistische Abwicklung bis hin zur Auslieferung gehen. Allerdings kann es auch sinnvoll sein, die Analyse mit einem weniger umfassenden Prozess (beispielsweise Retourenprozess, Reklamationsprozess, etc.) zu starten, um die Methodik kennen zu lernen und ein schnelles erstes Ergebnis zu generieren.

**Abb. 5.5** Prozess- und Tätigkeitsanalyse

Nach Auswahl des zu betrachtenden Prozesses werden alle an dem Prozess beteiligten Kostenstellen analysiert und alle darin stattfindenden Tätigkeiten aufgenommen. Um diese Tätigkeiten mit Kostensätzen hinterlegen zu können, können sie per Zeitmessung aufgenommen und die Mitarbeitersätze damit verrechnet werden. Dieser Prozess ist für alle Tätigkeiten sehr aufwendig, demnach kann auch eine Rückwärtsrechnung zielführend sein. Hierfür müssen die Gesamtkosten der betrachteten Kostenstelle auf die unterschiedlichen Tätigkeiten verteilt werden. Dafür gibt es unterschiedliche Herangehensweisen, die zu unterschiedlichen Detaillierungsgraden führen. Der einfachste Schritt ist es, die Gesamtkosten der Kostenstelle (z. B. aus dem Betriebsabrechnungsbogen) auf alle in der Kostenstelle beschäftigten Mitarbeiterkapazitäten (FTE = Full-Time-Equivalent; es geht um die vom Mitarbeiter verfügbare Kapazität – beispielsweise bei einer Halbtagesstelle: FTE = 0,5) umzulegen. Dadurch kann der Kostensatz für eine Mitarbeiterkapazität ermittelt werden. Die unterschiedlichen Mitarbeiter können allerdings auch mit ihren tatsächlichen Kostensätzen angesetzt werden. Dann müssen die in der Kostenstelle zusätzlichen Kosten für beispielsweise Equipment dennoch auf die Mitarbeiter umgelegt werden – entweder nach tatsächlicher Nutzung oder pauschal über alle Kapazitäten gleichmäßig. Anschließend muss der ungefähre anteilige Aufwand aller verfügbaren Kapazitäten für jede Tätigkeit der Kostenstelle geschätzt werden (z. B. „0,5 Mitarbeiter im

Vertrieb beschäftigen sich durchschnittlich mit der Durchführung der Tätigkeit „Auftrag annehmen und bearbeiten“).

Als nächstes muss festgelegt werden, für welche Tätigkeiten Kostentreiber existieren, die die Tätigkeit auslösen. Beispielsweise werden die Auftragsannahme und -bearbeitung im Vertrieb von jedem eingehenden Auftrag angestoßen. Der Kostentreiber für die Tätigkeit Auftragsannahme und -bearbeitung ist dementsprechend die Anzahl der Aufträge. Im Gegensatz dazu fallen innerhalb einer Kostenstelle auch Tätigkeiten an, denen keine klaren Kostentreiber zugeordnet werden können, wie beispielsweise die Leitung der Abteilung. Die Kosten für die dafür notwendigen Kapazitäten werden wiederum auf die verbliebenen Kapazitäten, denen ein Kostentreiber zugeordnet werden konnte, umgelegt – die Kosten pro Kapazität und damit für die verbleibenden Tätigkeiten erhöhen sich. So wird sichergestellt, dass alle Kosten über die Kostentreiber auf die unterschiedlichen Produkte verrechnet werden. Die einer Tätigkeit direkt zugeordneten Kosten sind die leistungsmengeninduzierten Kosten, die Kosten, die aufgrund der Umlage von Tätigkeiten ohne Kostentreiber zugeschlagen werden, nennt man leistungsmengenneutrale Kosten. Je weniger Tätigkeiten ohne Kostentreiber verbleiben, desto genauer und verursachungsrechter ist die Verteilung der Kosten. Je mehr Tätigkeiten ohne Kostentreiber übrig sind, umso größer der Anteil der Kosten, der als tatsächliche Gemeinkosten in der Kostenstelle verbleibt und gleichmäßig auf alle Kapazitäten in der Kostenstelle umgelegt werden muss.

Wurden alle Tätigkeiten analysiert und wenn möglich Ihren Kostentreibern zugeordnet, kann durch die Anzahl des jeweiligen Kostentreibers (z. B. Anzahl an Aufträgen) zurückgerechnet werden, wie viel die einmalige Durchführung der Tätigkeit kostet. Ist beispielsweise für die Tätigkeit eine Kapazität von 0,5 Mitarbeiter notwendig und die jährlichen Kosten für eine Mitarbeiterkapazität belaufen sich 65.000 Euro inklusive Kostenstellengemeinkosten pro Person (für Equipment, Räumlichkeiten, etc.), dann fallen für die Tätigkeit pro Jahr 32.500 Euro an. Hinzu kommen anteilig die Kosten die Umlagen aus der Abteilungsleitung. Ist eine von 6 FTEs in der Abteilung dafür vorgesehen, müssen die Kosten für dieses FTE auf die restlichen 5 FTEs umgelegt werden (13.000 Euro pro FTE). Für die beschriebene Tätigkeit kommen also 6500 Euro pro Jahr dazu und es ergibt sich eine Gesamtsumme von 39.000 Euro. Werden pro Jahr ca. 600 Aufträge vergeben, kostet die Annahme und Bearbeitung eines Auftrages 65 Euro (Abb. 5.6 und 5.7).

Im nächsten Schritt müssen die einzelnen Tätigkeiten dahingehend untersucht werden, ob sie im betrachteten Prozess (also Auftragsabwicklung, Reklamation, o. ä.) anfallen oder nicht. Nur wenn die Tätigkeiten Teil des Prozesses sind, fließen sie auch mit in die Bewertung ein. Darüber hinaus muss überprüft werden, ob diese Tätigkeit tatsächlich für alle Produkte anfällt, oder möglicherweise nur für bestimmte Produkte oder Produktfamilien. Dann darf die Tätigkeit auch nur für das betreffende Produkt verrechnet werden. Sind alle Zusammenhänge bekannt, kann das Kalkulationsschema aufgebaut und alle Tätigkeiten für das Produkt oder die Produktfamilie bzw. den Wertstrom (siehe auch Abschn. 8.2.1) innerhalb des betrachteten Prozesses aufgelistet werden. Bevor die Kostensätze addiert werden können, muss noch eine Umrechnung auf das einzelne produzierte Produkt erfolgen. War beispielsweise der Kostentreiber die Anzahl der Aufträge und der Kostensatz

Kostenstelle X (KSt)	Kosten-treiber	Anzahl/Jahr	Anteil Mitarbeiter-kapazität	leistungsmengen-induziert (lmi) [EUR]	leistungsmengen-neutral (lmn) [EUR]	Summe [EUR]	Summe EUR/Kosten-treiber	Teil des betrachteten Wertstroms ja/nein
Tätigkeit	Stückzahlen	x	FTE_lmi	FTE_lmi* FTE_Kosten	(FTE_lmn* FTE_Kosten)/(\sum FTE_KSt-1)* FTE_lmi	lmi + lmn	Summe/Stück	nein
Tätigkeit 1	Anzahl Aufträge	600	0,5	0,5*65.000€= 32.500€	1*65.000€/5*0,5= 6.500€	32.500€+ 6.500€	39.000€/ 600=65€	nein
Tätigkeit 2	Anzahl Varianten	① 2	② 2	③	④	⑤	⑥	⑦ ja
Tätigkeit 3	produzierte Lose		2					nein
Tätigkeit 4	...		0,5					ja
Tätigkeit 5	keine		1(FTE_lmn)					
	Σ		Summe Mitarbeiter-kapazität (\sum FTE_KSt)= 6				Kostenstellen Kosten (BAB)	

Abb. 5.6 Kostenstellenanalyse

wurde dementsprechend für einen Auftrag berechnet, muss dieser Kostensatz noch durch die Anzahl der Produkte geteilt werden, die in einem Auftrag durchschnittlich enthalten sind. Dann hat man den tatsächlichen Kostensatz für das einzelne Produkt (Abb. 5.8). Dieses Produkt finanziert dementsprechend die Tätigkeit inklusive der darin enthaltenen Gemeinkosten der Kostenstelle mit.

Abb. 5.7 Berechnung Prozesskostensätze

- ① Ermittlung Tätigkeiten, Kostentreiber (wenn möglich) und Anzahl der Kostentreiber
- ② Ermittlung Mitarbeiterkapazität pro Tätigkeit (FTE_lmi)
- ③ Berechnung leistungsmengeninduzierte Kosten: #FTE_lmi*Kosten pro FTE(FTE_Kosten)
- ④ Berechnung leistungsmengen neutrale Kosten: FTE_lmi*((FTE_lmn*FTE_Kosten)/(\sum FTE_KSt-1)*FTE_lmi)
- ⑤ Addition leistungsmengeninduziert und leistungsmengen neutrale Kosten
- ⑥ Umrechnung der Gesamtkosten pro Tätigkeit auf einmalige Durchführung der Tätigkeit
- ⑦ Zuordnung Tätigkeiten zu betrachteter Produktfamilie/Wertstrom: ja/ nein

Produktfamilie A	Kosten pro Tätigkeit	Kostentreiber	Umrechnung pro Produkt	Kosten
Materialeinzelkosten				€/Stück
Fertigungskosten		(Fertigungszeit * Fertigungskosten pro Zeit)		€/Stück
Prozesskosten Kostenstelle X				
Tätigkeit 2	€ pro Tätigkeit	Anzahl Varianten	€ pro Tätigkeit / Stück pro Variante	€/Stück
Tätigkeit 4	€/Stück
Tätigkeit 5	€/Stück
Prozesskosten Kostenstelle Y				
Tätigkeit	€/Stück
Tätigkeit	€/Stück
Selbstkosten pro Produkt A				Σ €/ Stück

Abb. 5.8 Berechnung Prozesskosten pro Produkt

Einsatzbereiche der prozessorientierten Kalkulation

- Vorkalkulation/Preisliste
- Inventurkalkulation
- Nachkalkulation/Deckungsbeitragsrechnung
- Neuproduktkalkulation
- Projektkalkulation (Vor- und Nachkalkulation)
- Sonderanfertigungen
- Prozessoptimierung und Szenarienbewertung

6.1 Bedeutung von Kennzahlen und Kennzahlensystemen

Im Vergleich zu einzelnen Kennzahlen, zeigt ein Kennzahlensystem die Beziehungen von einzelnen Kennzahlen zueinander auf. Diese Beziehungen können sowohl rechnerisch abbildbar sein, als auch lediglich als Abhängigkeiten angenommen werden. Ziel ist es, die Auswirkungen von Änderungen in der Produktion anhand der Kennzahlen abzulesen. Dadurch lassen sich komplexe Zusammenhänge vereinfacht darstellen. Anhand bestimmter Kennzahlen können Rückschlüsse auf die Entwicklung anderer Kennzahlen und Sachverhalte gezogen werden und daraufhin von den entsprechenden Verantwortungsbereichen (z. B. der Geschäftsführung) gezielt gesteuert werden.

Ein Kennzahlensystem ist dabei nicht nur die Summe aller darin enthaltenen Kennzahlen, sondern generiert Synergieeffekte dadurch, dass die Kennzahlen ein an einem übergeordneten Zweck ausgerichtetes Gesamtabbild der momentanen Situation abbilden. Die Kennzahlen stehen zueinander in Verbindung, können sich gegenseitig verstärken oder einander entgegenwirken – diese Wechselwirkungen werden nur im Rahmen eines Kennzahlensystems ausreichend deutlich.

Ein Kennzahlensystem

ist mehr als die Summe seiner enthaltenen Kennzahlen, weil die Kennzahlen im Kennzahlensystem:

- zueinander in Beziehung stehen,
- sich in ihrer Aussagekraft gegenseitig ergänzen,
- untereinander einheitlich sind und
- auf einen übergeordneten Zweck ausgerichtet sind!

Rechensysteme gehen von einer Spitzenkennzahl aus, zu der verschiedene Kennzahlen aggregiert werden. Die Kennzahlen sind dabei rechnerisch miteinander verknüpft, müssen also direkt quantifizierbar sein. Qualitative Nebeneffekte werden dabei ausgeblendet. Das bekannteste Beispiel eines Rechensystems ist das DuPont-Schema, das den Return on Investment berechnet, also die Rendite des eingesetzten Kapitals (siehe auch Abschn. 6.4).

Ordnungssysteme ergeben sich aus der Zusammenstellung sämtlicher Kennzahlen, die für eine bestimmte Fragestellung relevant sein können, sowohl quantitativer, als auch qualitativer Natur. Die Kennzahlen werden dazu unterschiedlichen Bereichen zugeteilt. Bei Ordnungssystemen steht die vollständige, systematische Erfassung aller Kennzahlen im Rahmen der Fragestellung im Vordergrund, so dass in der Regel eine Vielzahl an Kennzahlen entsteht, was mit hohen Erfassungs- und Interpretationsaufwänden verbunden ist.

Im Folgenden wird eine Herangehensweise angestrebt bei der ausgehend von einem Zielsystem nur diejenigen Kennzahlen herangezogen werden, die ein bestimmtes Ziel beschreiben und abbilden können und deren Optimierungsrichtung klar ist. Um nicht-ziel-relevante Kennzahlen zu vermeiden, wird das Ziel meist in mehrere Teil- und Unterziele zerlegt.

6.2 Aufstellung eines Zielsystems für die Produktion

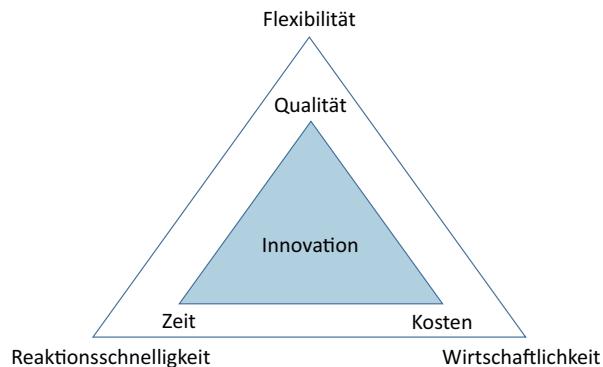
Ein Zielsystem ist das Zusammenwirken verschiedener strategischer Ziele, die für den Erfolg des Unternehmens relevant sind. Die strategischen Ziele leiten sich dabei aus der langfristigen Vision des Unternehmens ab und können dementsprechend für jedes Unternehmen variieren und unterschiedliche Ausprägungen annehmen. Die Vision beschreibt den Zielzustand des Unternehmens, der langfristig erreicht werden soll, wie beispielsweise Marktführerschaft, Qualitätsführerschaft, Ökologieziele, etc. Für die Produktion werden strategische Ziele erst relevant, wenn sie in Parameter übersetzt wurden, die die Produktion direkt beeinflussen kann. Dabei können auch mehrere Parameter für die Erreichung eines Ziels notwendig sein. Parameter können Ziele auch lediglich indirekt beeinflussen, wenn ein Zusammenhang zwar angenommen werden kann, eine rechnerische Abhängigkeit jedoch nicht unmittelbar besteht.

Das Unternehmen bewegt sich dabei in einer ständigen Zielkonkurrenz. Um den Kundenanforderungen gerecht zu werden spielen die Faktoren Zeit, Qualität und Kosten eine große Rolle, die nicht immer gleichzeitig verbessert werden können. Eher das Gegenteil ist der Fall, da eine Verbesserung eines Faktors häufig mit einer Verschlechterung eines anderen Faktors einhergeht. Durch die wachsenden Marktanforderungen hat sich dieses so genannte „magische Dreieck“ über die Jahre erweitert. Die Innovationszyklen neuer Produkte und Entwicklungen haben sich verkürzt, was sich auf die Faktoren Zeit, Kosten und Qualität auswirkt und einen zunehmenden Wettbewerbsvorteil für die Unternehmen darstellt. Innovationen werden dann häufig in den Vordergrund gestellt und deren Auswirkungen auf die Produktion vorerst vernachlässigt. Darüber hinaus können die ursprünglichen Faktoren nicht mehr absolut betrachtet werden. Die Qualität muss sich an den Anforderungen der Kunden ausrichten. Diese sind nicht grundsätzlich bereit, eine maximale Qualität zu bezahlen, sondern lediglich die von ihnen als relevant angesehene Qualität. Das gleiche gilt für den Faktor Zeit.

Die Kunden fordern eine zunehmend steigende Flexibilität von den Unternehmen ein, nämlich individuelle Produkte und Varianten in individuellen Stückzahlen zu fertigen. Für die Unternehmen ist diese Flexibilität maßgeblich, um im Wettbewerb zu bestehen. Dabei reicht die Flexibilität an sich nicht aus – es muss außerdem sichergestellt werden, dass die geforderten Veränderungen in einer angemessenen Zeit stattfinden, d. h. eine gewisse Reaktionsschnelligkeit voraussetzen. Darüber hinaus muss ein Unternehmen die Wirtschaftlichkeit dieser Flexibilität und Reaktionsschnelligkeit sicherstellen, um langfristig bestehen zu können. Das „magische Dreieck“ wird deshalb um insgesamt 4 Faktoren erweitert (Abb. 6.1):

- Flexibilität,
- Reaktionsschnelligkeit,
- Wirtschaftlichkeit,
- Innovation.

Abb. 6.1 Spannungsdreieck



Im Rahmen dieser konkurrierenden Zielsetzungen müssen für die Erstellung eines Kennzahlensystems die für das eigene Unternehmen maßgeblichen Zielsetzungen identifiziert werden. Dabei kann es hilfreich sein, die im magischen Dreieck enthaltenen Zielsetzungen hinsichtlich der Bedeutung im eigenen Unternehmen zu hinterfragen – beispielsweise mit den Fragen:

- Was bedeutet Wirtschaftlichkeit für mein Unternehmen?
- Was sind die besonderen Herausforderungen, um wirtschaftlich arbeiten zu können?
- Welche konkreten Ziele verbergen sich dahinter für mein Unternehmen?

Möchte man strategische Ziele in beeinflussbare Zielsetzungen für die Produktion übersetzen, müssen Teilziele, Erfolgsfaktoren und Methoden identifiziert werden, die die Ableitung von Richtlinien und Kennzahlen in der Produktion ermöglichen.

6.3 Ermittlung von Erfolgsfaktoren und Ableitung von Kennzahlen

Abgeleitet von der Vision des Unternehmens, stehen die strategischen Ziele für die Richtung, die das Unternehmen zur Erreichung der Vision einschlagen will. Diese Ziele stehen für das gesamte Unternehmen und können durch verschiedene Hierarchieebenen beeinflusst werden. Die unterschiedlichen Einflüsse dieser Bereiche müssen dementsprechend identifiziert werden, um daraus die geeigneten Teilziele zu identifizieren und Zielwerte und Maßnahmen für die Verbesserung der ausgewählten Kennzahlen ermitteln zu können (Abb. 6.2).

Einen wesentlichen Schritt in der Erstellung des Kennzahlensystems stellen die Erfolgsfaktoren dar, die für die Erreichung der Ziele maßgeblich sind. Dementsprechend werden alle Ziele hinsichtlich ihrer Erfolgsfaktoren hinterfragt und möglichst in Form eines Treiberbaumes aufgegliedert. Erst wenn die Erfolgsfaktoren ermittelt wurden, können daraus Kennzahlen abgeleitet werden. Beispielsweise können von der übergeordneten Herausforderung „Wirtschaftlichkeit“ für das Unternehmen die Zielsetzung „Gewinn und

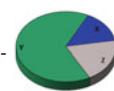
	Ziele	Analyse	Maßnahmen
Vision ↓	Marktführer Nummer 1	Stärken-Schwächen-Analyse 	Schwäche: z.B. hoher Preis Potenzial: Produktivität
Strategie	Produktivität + 6%	Prozess-, Zeitenanalyse	Reduzierung von Stillstandzeiten
Operative Kennzahlen ↓	Anlageneffizienz +10%	Videoanalysen, Verschwendungsanalysen	Vermeidung von Fehlbedienung durch Visualisierung und Standards

Abb. 6.2 Beispiel: Von der Vision zur Kennzahl

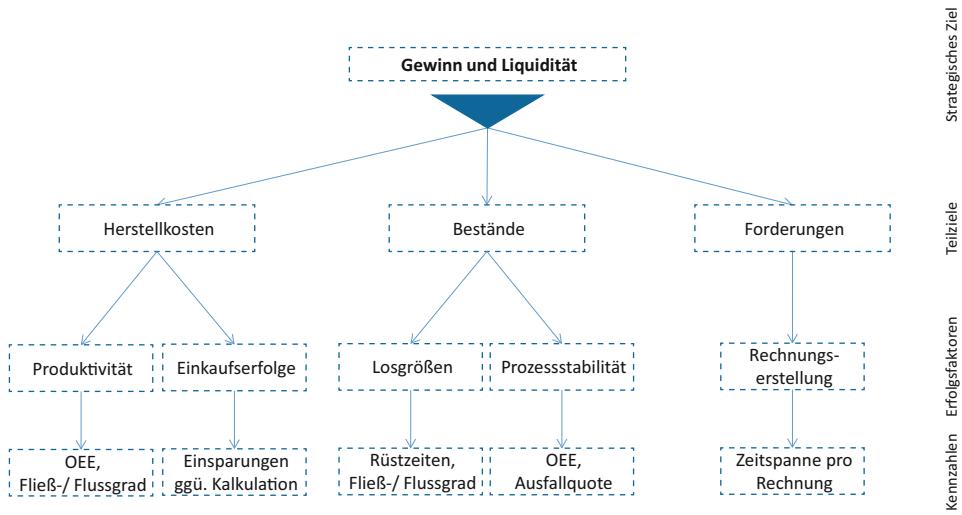


Abb. 6.3 Beispiel: Treiberbaum Gewinn und Liquidität

„Liquidität“ und die Teilziele Herstellkosten, Bestände und Forderungen abgeleitet werden (Abb. 6.3). Für die Herstellkosten lassen sich dann die Erfolgsfaktoren Produktivität und Einkaufserfolge ableiten, für Bestände die Erfolgsfaktoren Fließgrad und Prozessstabilität und für die Forderungen der Erfolgsfaktor schnelle Rechnungserstellung. Erst dann ist es sinnvoll Kennzahlen zu definieren, die diese Erfolgsfaktoren beschreiben können. Dieser Zwischenschritt unterstützt die Identifizierung der tatsächlichen Stellhebel für die Zielerreichung. Werden direkt aus den Zielen Kennzahlen abgeleitet, besteht die Gefahr, dass die Kennzahlen den Zusammenhang zwischen Zielsetzung und tatsächlichem Handlungsfeld nur unzureichend wiedergeben, bzw. nicht wirklich zur Zielerreichung beitragen können.

Zur Ermittlung der Erfolgsfaktoren für ein Ziel oder Teilziel können verschiedene Ansätze gewählt werden. Eine prozessorientierte Strukturierung des Ziels in die unterschiedlichen Prozesse oder Bereiche des Unternehmens unterstützt die umfassende Betrachtung aller möglichen Einflüsse auf das Ziel anhand der zeitlichen Abläufe im Unternehmen. Eine Unterteilung in beteiligte Kostenstellen oder sonstige Unternehmensbereiche anhand einer funktionalen Struktur erzielt einen ähnlichen Effekt für die vollständige Betrachtung der Einflussfaktoren. Bei Zielen, die Kosten oder Zeiten im Fokus haben können im einfachsten Fall rechnerische Zusammenhänge als Strukturierung gewählt werden. Eine weitere einfache Methode ist die Unterteilung in die verschiedenen Ms: Mensch, Maschine, Material, Mitwelt, Methode und Messsystem (Abb. 6.4). Darüber hinaus können beliebige Strukturen und Erfolgsfaktoren verwendet werden.

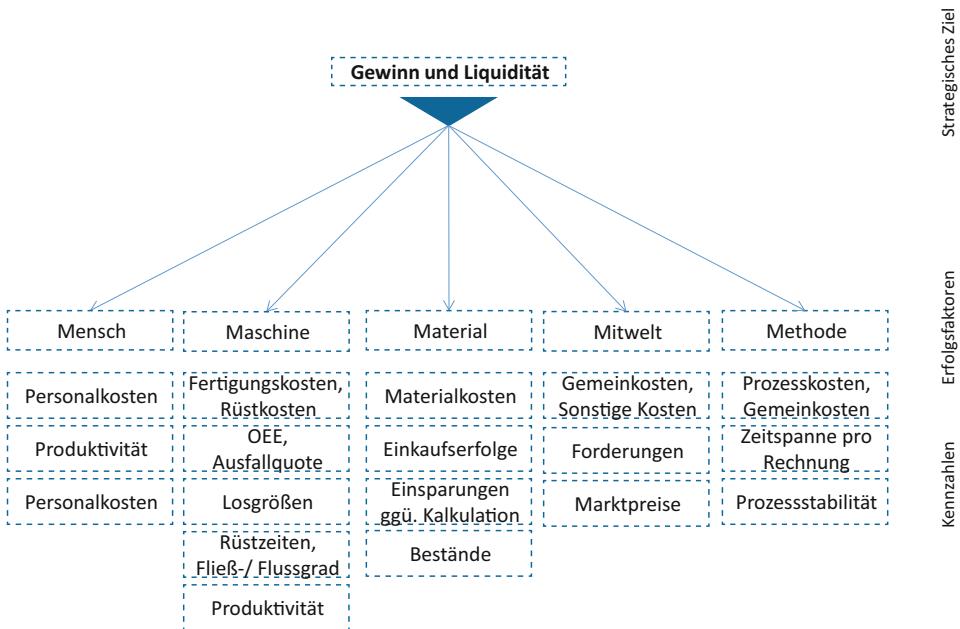


Abb. 6.4 Beispiel: alternative Strukturierung Erfolgsfaktoren

Mögliche Erfolgsfaktorstrukturen

- Prozessorientierte Struktur (z. B. zeitliche Abläufe)
- Zusammensetzung des Unternehmensziels (z. B. bei Kosten und Zeiten)
- Kalkulationsstruktur/Kostenstellen
- 6 Ms – Mensch, Maschine, Material, Mitwelt, Methode, Messsystem
- Funktionsorientierte Struktur (Unternehmensfunktion/Organisationseinheit)
- Wirkkette – was hat Einfluss auf das Unternehmensziel?

Die Ableitung der Kennzahlen wird durch die identifizierten Erfolgsfaktoren entscheidend vereinfacht, indem diejenigen Aussagen, die zur Beschreibung der Erfolgsfaktoren dienen, in Kennzahlen übersetzt werden. Durch die Beschreibung und Messung der Erfolgsfaktoren werden die Ursachen für mögliche Zielverfehlungen adressiert, nicht lediglich die Symptome. Als Quercheck für die Prüfung der Kennzauswahl dient die Frage: Hat die Kennzahl Einfluss auf mein Zielsystem – und wenn ja, welcher Art? Sind die Kennzahlen ermittelt, müssen die Wechselwirkungen untereinander hinterfragt werden und die Nutzungsmöglichkeiten innerhalb des Kennzahlensystems. Dabei können Kennzahlen sowohl zur Steuerung, zur Optimierung, zum Monitoring oder zur Abbildung von

Trends oder Entwicklungen genutzt werden (siehe auch Abschn. 3.3). Es sollte geklärt werden, wie die Kennzahl im Bedarfsfall beeinflusst werden kann und welche Analysemethoden und Maßnahmen dafür geeignet sind. Darüber hinaus gelten die Kriterien und Schwierigkeiten für sinnvolle Kennzahlen (siehe auch Abschn. 3.5) vor allem die Definition von Zielwerten und die wirtschaftliche Ermittlung der Kennzahlen muss dabei rechtzeitig überprüft werden.

Hat die Kennzahl keine eindeutige Zielrichtung bzw. kommt an einer anderen Stelle mit einer gegensätzlichen Zielrichtung vor oder steht in Konkurrenz zu anderen Kennzahlen, muss dies mit der jeweiligen Kennzahl dokumentiert werden, um sich dieser Wechselwirkungen zukünftig bewusst zu sein, selbst wenn sich der Konflikt nicht lösen lässt.

Fragen, die zu jeder Kennzahl beantwortet werden müssen

- Hat die Kennzahl Einfluss auf mein Zielsystem?
- Welchen Einfluss hat die Kennzahl auf das Zielsystem? Positiv/Negativ/Indirekt, etc.
- Handelt es sich um eine tatsächliche Stellgröße oder lediglich einen Indikator?
- Wie ist die Wechselwirkung zwischen den einzelnen Kennzahlen?
 - Gibt es konkurrierende Kennzahlen?
 - Hat die Kennzahl eine eindeutige Zielrichtung?
 - Kommt die Kennzahl an einer anderen Stelle mit einer gegensätzlichen Zielrichtung vor?
- Wird die Kennzahl zur Steuerung oder zur Optimierung eingesetzt?
- Handelt es sich um eine interne oder externe Kennzahl?
- Können Ziel-/Sollwerte identifiziert werden?
- Ist die Kennzahl wirtschaftlich ermittelbar?
- Können Datenerfassung und Visualisierung automatisiert werden?

Fragen auf dem Weg zum Kennzahlensystem

Zieldefinition

- Welche Aussagen sollen getroffen werden?
- Welche Informationen werden dafür benötigt?

Erfolgsfaktoren

- Welche Bereiche, Systeme, Einheiten, Verantwortlichkeiten, Wertstromabschnitte, Objekte, etc. haben Einfluss auf die gesetzten Ziele?
- Wie lassen sich diese Faktoren klassifizieren? (z. B. Mensch, Material, Maschine, Mitwelt, Methoden, Messung)

Konzeption Kennzahlensystem

- Welche Messgrößen beschreiben die Erfolgsfaktoren?
- Welche Kennzahlen können aufgenommen werden?
- Welche Soll- oder Zielwerte sollen für die Kennzahlen gesetzt werden?

Konzept zur Kennzahlenaufnahme

- Welche Möglichkeiten bestehen für die Datenermittlung?
- Kann die Ermittlung wirtschaftlich erfolgen?

Kommunikationskonzept und Umsetzung

- Welche Kommunikationskanäle können genutzt werden?
- Werden zusätzliche Kommunikationskanäle benötigt?
- Wie können die Ergebnisse und zugehörige Interpretationen visualisiert werden?

Ableitung von Maßnahmen/KVP

- Welche Maßnahmen können definiert werden?
- Welche Maßnahmen können sofort umgesetzt werden?
- Wie kann der Erfolg der Maßnahmen überprüft werden?

6.4 Bekannte Kennzahlensysteme

Bestehende Kennzahlensysteme decken ein breites Spektrum an unterschiedlichen Herangehensweisen ab. Folgende 2 Beispiele gehören zu den Bekanntesten:

Die Balanced Scorecard (BSC) ist ein sehr weit verbreitetes Kennzahlensysteme. Sie nimmt unterschiedliche Perspektiven ein und konzentriert sich auf die Verknüpfung von Kennzahlen mit der Strategie des Unternehmens. Das älteste Kennzahlensystem ist das DuPont Schema in dessen Mittelpunkt die Gesamtkapitalrendite oder Return on Investment (ROI) steht. Innerhalb des Systems stehen im Gegensatz zur BSC alle Kennzahlen in rechnerischer Abhängigkeit zueinander.

6.4.1 Balanced Scorecard

Die Grundüberlegungen der Balanced Scorecard zielen auf die Defizite unternehmenseigener Kennzahlensysteme. Dementsprechend sollen zu der Finanzsicht und Vergangenheitsorientierung noch zusätzliche Perspektiven mit in das Kennzahlensystem einfließen. Darüber hinaus soll eine stärkere Konzentration auf die Umsetzung von Strategien in konkrete Aktionen und auf die gezielte Einführung von Prozessen stattfinden, um ein ausgewogenes, balanciertes Kennzahlensystem entstehen zu lassen. Für den Aufbau einer Balanced Scorecard werden vier Hauptperspektiven eingenommen:

Die **finanzielle Perspektive** stellt die Schnittstelle zum Rechnungswesen dar. Die darin enthaltenen finanzwirtschaftlichen Kennzahlen informieren über die Zusammenhänge zwischen den strategischen Zielen des Unternehmens und deren Wirkung und Ergebnisse.

Die **Kundenperspektive** bildet die Schnittstelle zum Marketing. Dargestellt werden sollen die strategischen Ziele des Unternehmens durch Ziele, Maßnahmen und Kennzahlen, die die relevanten Kunden- und Marktsegmente betreffen.

Die **interne Prozessperspektive** betrachtet die betrieblichen Wertschöpfungsprozesse und bildet die Prozesse ab, die die Erreichung der beschriebenen finanziellen und kundenorientierten Ziele wesentlich beeinflussen.

Die **Lern- und Wachstumsperspektive** definiert die Schnittstelle zur Organisation und Personal. Dabei sollen die mittel- bis langfristigen Investitionen in die Organisation und die zugehörigen Ziele, Kennzahlen und Maßnahmen betrachtet werden.

4 Perspektiven der Balanced Scorecard

- Finanzielle Perspektive
- Kundenperspektive
- Interne Prozessperspektive
- Lern- und Wachstumsperspektive

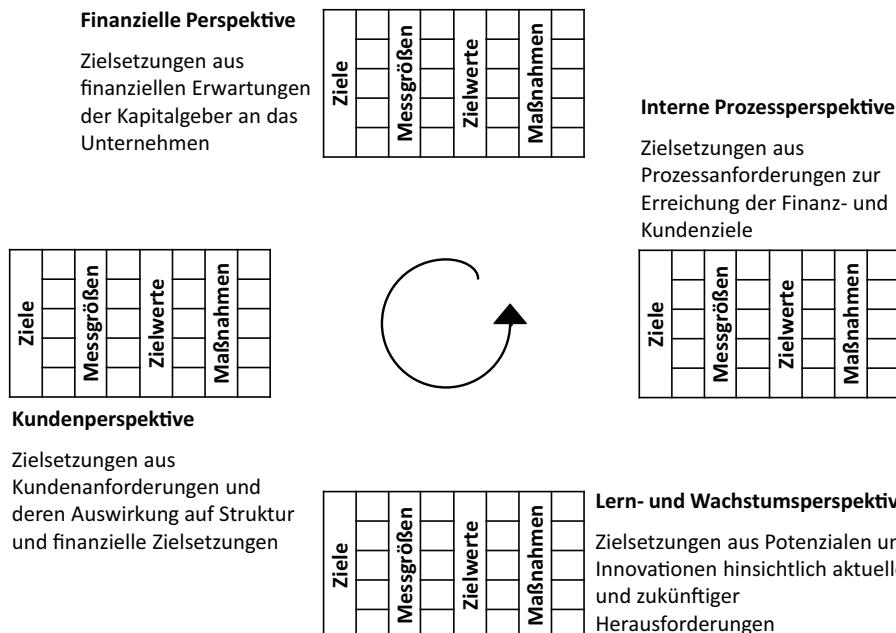


Abb. 6.5 Balanced Scorecard

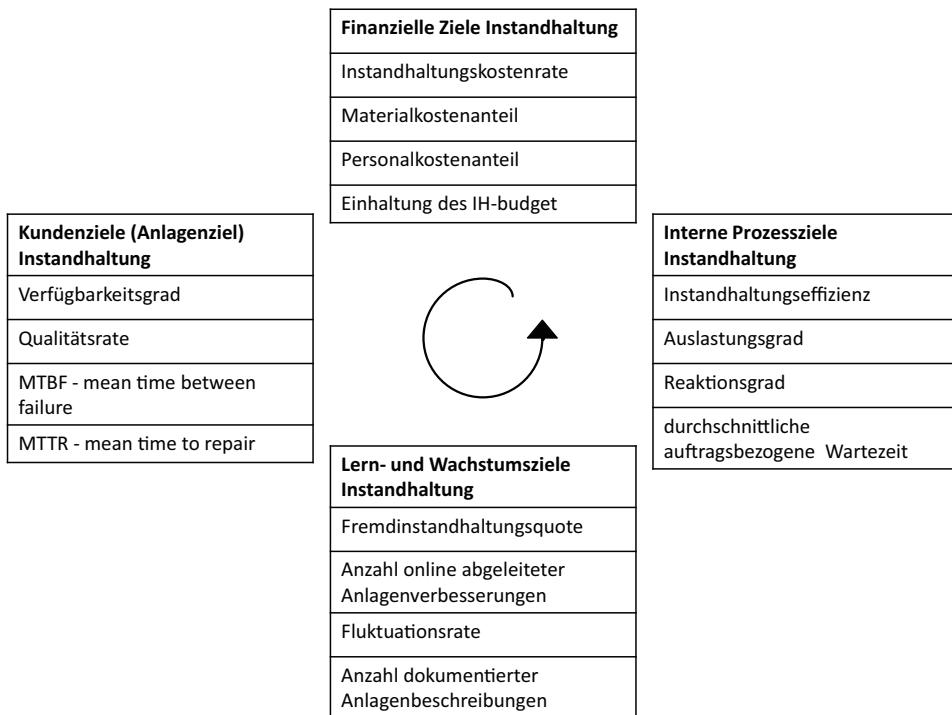


Abb. 6.6 Beispiel: Balanced Scorecard Ziele Instandhaltung

Für die jeweiligen Perspektiven werden **Ziele** definiert, die mit **Messgrößen**, zugehörigen **Zielwerten** und abgeleiteten **Maßnahmen** hinterlegt werden. Jeweils 5 Ziele sollen für die jeweilige Perspektive ausreichen (Abb. 6.5).

Eine Herausforderung der Balanced Scorecard ist die Festlegung der unterschiedlichen Perspektiven hinsichtlich der betrachteten Bereiche. Der Kunde stellt dabei nicht immer den Endkunden dar, sondern vielmehr den Kundenprozess oder diejenigen Ressourcen und Prozesse, die vom betrachteten Bereich oder Prozess maßgeblich abhängig sind (Abb. 6.6).

6.4.2 Return on Investment (ROI)

Der Return on Investment beschreibt die Rentabilität des eingesetzten Kapitals. Dabei wird die Umsatzrendite mit dem Kapitalumschlag ins Verhältnis gesetzt (Abb. 6.7). Um jedoch die tatsächlichen Beiträge der Produktion zu ermitteln, müssen die einzelnen Komponenten weiter detailliert werden und auf ihre Zielrichtung bzw. Zielwerte hin untersucht zu werden. Die direkten Einflussgrößen aus Produktionssicht sind dabei begrenzt und beziehen sich hauptsächlich auf Kostenaspekte. Weitere Einflussmöglichkeiten sind meist lediglich indirekt gegeben.

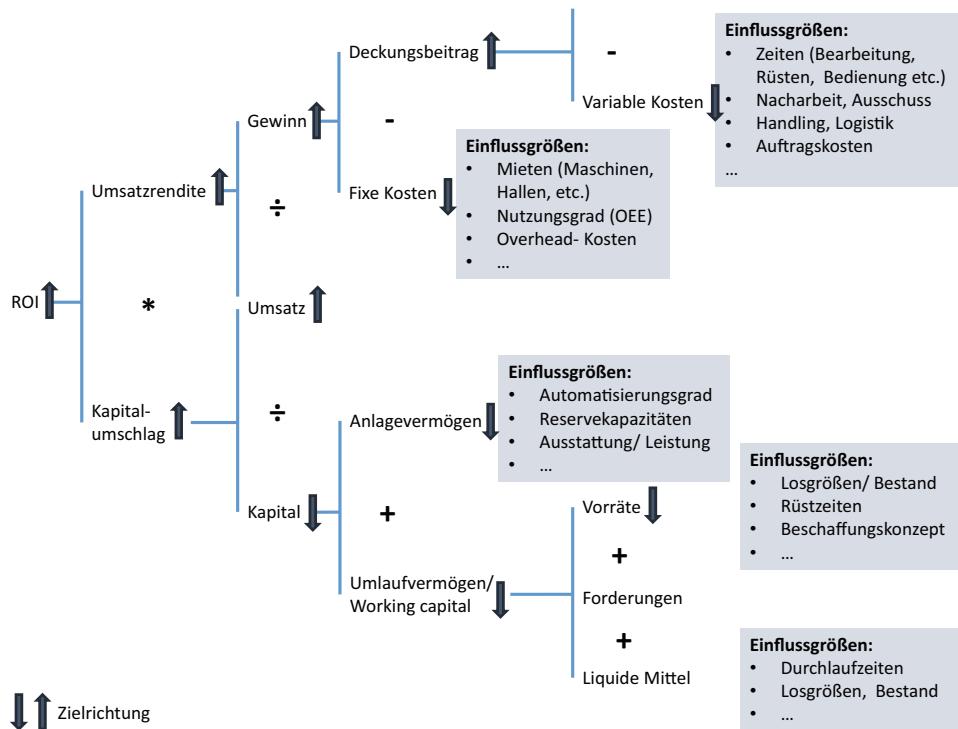


Abb. 6.7 Beispiel: Balanced Scorecard Ziele Instandhaltung

Einflussmöglichkeiten auf den ROI

- Variable Kosten: Einfahrzeiten, Rüstzeiten, Handbedienzeiten, Nacharbeit/Ausschuss, Handling/Logistik, Zykluszeiten, Auftragskosten
- Fixe Kosten: Maschinenmieten, Hallenmiete/Fläche, Overhead Kosten, Nutzunggrad/OEE
- Anlagevermögen: Automatisierungsgrad, Reservekapazitäten, Ausstattung/Leistung
- Vorräte: Losgrößen/Bestand, Rüstzeiten, Beschaffungskonzept
- Liquidität: Durchlaufzeiten, Losgrößen/Bestand

Das Wertstromkennzahlensystem

7

Das Wertstromkennzahlensystem entsteht durch die grundlegenden Anforderungen von Produktionen. Bei Bedarf kann diese Vorgehensweise auch dann übernommen werden, wenn unterschiedliche Zielsetzungen und Erfolgsfaktoren adressiert werden sollen. Dabei können sowohl Zielsetzungen, Erfolgsfaktoren als auch Kennzahlen ersetzt oder angepasst werden. Wie bereits beschrieben unterstützt die Wertstrombetrachtung die konsequente Ausrichtung der Produktion auf wertschöpfende Tätigkeiten und damit auf eine Konzentration auf die Effizienz der Produktionsabläufe. Dementsprechend lassen sich auch die Kennzahlen entlang des Wertstroms einordnen – dabei steht die Orientierung am Kunden an oberster Stelle.

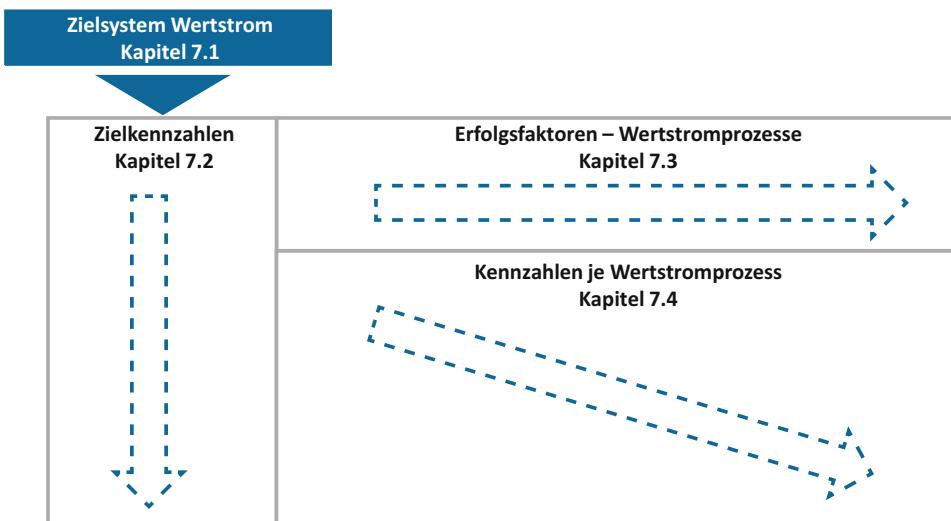


Abb. 7.1 Aufbau des Wertstromkennzahlensystems

Das Wertstromkennzahlensystem leitet aus einem Zielsystem übergeordnete Zielkennzahlen für den Wertstrom ab. Erfolgsfaktoren werden dabei von den unterschiedlichen Wertstromprozessen abgebildet, die dabei helfen die übergeordneten Zielkennzahlen aufzugliedern und konkrete Kennzahlen für jeden Wertstromprozess abzuleiten (Abb. 7.1). Das Wertstromkennzahlensystem gibt dabei wie bestehende Kennzahlensysteme lediglich einen Rahmen vor, an dem sich der Anwender orientieren kann. Die Übertragung des Wertstromkennzahlensystems auf branchen- und unternehmensspezifische Eigenheiten und Anforderungen kann dem Anwender dabei nicht abgenommen werden.

7.1 Zielsystem und Zielkennzahlen

Die Kundenorientierung als oberster Maßstab der Wertstromorientierung gibt das Zielsystem des Wertstromkennzahlensystems vor, da die konsequente Konzentration auf die Kundenwünsche den Unternehmenserfolg sicherstellt. Aus Kundensicht spielen der Preis und die dafür erbrachte Leistung eine entscheidende Rolle. Aus Produktionssicht lassen sich aus diesen Faktoren wesentliche Zielsetzungen ableiten (Abb. 7.2).

Der Kunde hat unterschiedliche Anforderungen an **Zeit** und **Qualität** der Leistung. Die Qualität der Leistung beinhaltet dabei auch mögliche Serviceleistungen, die vom Unter-

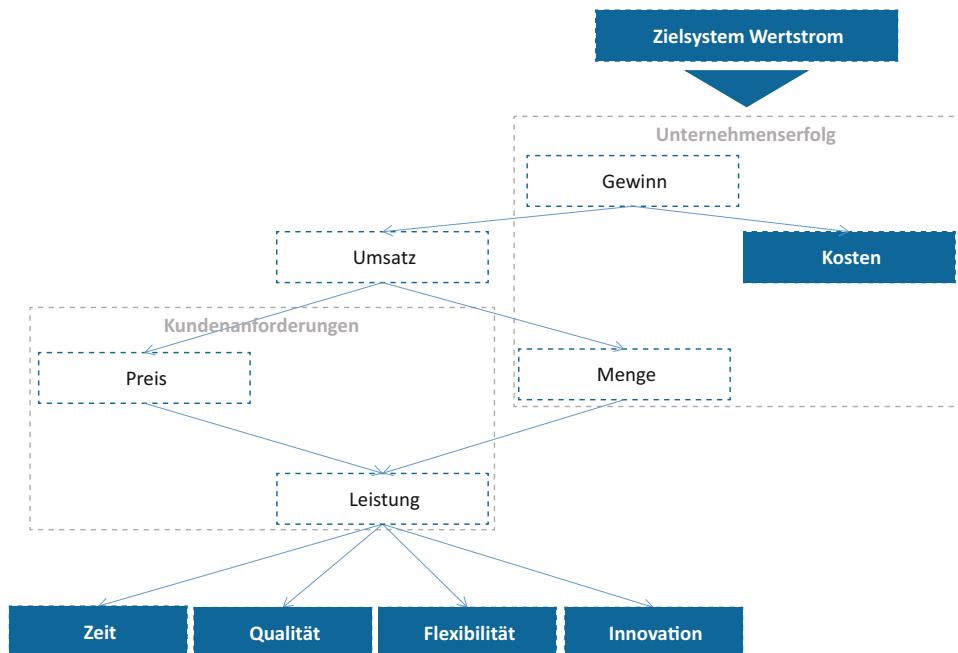


Abb. 7.2 Zielsystem Wertstrom

nehmen angeboten werden. Darüber hinaus ist eine gewisse **Flexibilität** für den Kunden häufig Voraussetzung, um sich für ein bestimmtes Produkt zu entscheiden. Diese Flexibilität muss vom Unternehmen in Form von Reaktionsfähigkeit bereitgestellt werden – wesentlich für das Unternehmen ist dabei, diese Flexibilität möglichst ohne Mehraufwände, Zeit- oder Qualitätsverluste zu handhaben. Eine weitere wesentliche Zielsetzung stellt zunehmend die Innovationsfähigkeit des Unternehmens dar. **Innovation** bezieht sich dabei sowohl auf die Produkte, die nicht nur dem aktuellen Stand der Entwicklungen entsprechen sollen, sondern darüber hinaus möglichst Alleinstellungsmerkmale aufweisen, die den Kunden zu einer Entscheidung für das Produkt bringen. Neben Produktinnovationen, die aus Kundensicht relevant sind, tragen Innovationen in neue Technologien, Prozesse, Methoden und Systeme dazu bei, dem Unternehmen die Produktherstellung zu vereinfachen, maßgebliche Kosteneinsparungen zu ermöglichen oder die Zielsetzungen Qualität, Zeit und Flexibilität entscheidend als Wettbewerbsvorteil auszubauen. Für diese Zielsetzungen ist der Kunde bereit einen entsprechenden Preis zu zahlen.

Kosten hingegen sind für den Kunden nicht direkt sichtbar, allerdings für das Unternehmensergebnis maßgeblich. Gemäß dem Wirtschaftlichkeitsprinzip sollte entweder der Output bei bestehenden Mitteln maximiert, oder bei einem gegebenen oder geplanten Output der Mitteleinsatz minimiert werden. Dieses Prinzip kann anhand der Stückkosten überprüft werden, die in beiden Fällen minimiert werden sollen.

Diese, aus den Kundenanforderungen abgeleiteten übergeordneten Zielsetzungen, müssen in konkrete, messbare Ziele für den Wertstrom übersetzt werden. Für diesen ergeben sich Zielkennzahlen, die als Ausgangsziele für das Wertstromkennzahlensystem festgelegt und in einem nächsten Schritt anhand von Erfolgsfaktoren weiter aufgegliedert werden (Abb. 7.3).

Die **Kosten pro Einheit** ermöglichen einerseits die Betrachtung sämtlicher im Unternehmen anfallender Kosten inklusive Gemeinkosten und andererseits die Berücksichtigung von Mengeneffekten, die durch die Verteilung der Fixkosten auf alle produzierten Güter entstehen können. Gegenüber dem Kunden sind die Kosten pro Einheit zwar nicht direkt relevant, allerdings sind sie entweder ausschlaggebend für die Preisfindung des Unternehmens, oder bei gegebenen Preisen für die Gewinnspanne des Unternehmens. Selbst



Abb. 7.3 Übergeordnete Zielkennzahlen für den Wertstrom

wenn eine Senkung der Kosten pro Einheit nicht an den Kunden weitergegeben wird, steigt es die Profitabilität des Unternehmens.

Der **Fließgrad** sagt aus, wieviel Zeit für die Bearbeitung von Produkten im Verhältnis zu Liege- und Wartezeiten innerhalb der gesamten Durchlaufzeit aufgewendet wird. Dadurch können sowohl wertschöpfende Zeitanteile, als auch unterstützende oder verschwenderische Zeitanteile berücksichtigt werden. Je höher der Fließgrad, umso weniger Zeit wird durch Transport, Liege- oder Wartezeiten verschwendet.

Die **Termintreue** ist aus Kundensicht die relevante Größe für die Zuverlässigkeit des Unternehmens. Alternativ ist aus Kundensicht die Lieferzeit relevant. Allerdings lässt sich dazu nur schwer eine absolute Zielrichtung angeben, da sie stark vom Produkt und den Anforderungen und Erwartungen der Kunden abhängig ist. Im Wertstromkennzahlensystem wird die Lieferzeit durch den Fließgrad mitberücksichtigt, da eine Erhöhung des Fließgrades die Lieferzeit für das Unternehmen beeinflussbar macht.

Für den Kunden ist die **Auslieferqualität** relevant, unabhängig davon wie viele Mängel entlang des Prozesses bereits entfernt oder überarbeitet werden müssen. Nichtsdestotrotz verursachen alle Mängel Aufwände im Unternehmen und stellen Verschwendungen dar, so dass die Auslieferqualität als Summe aller vorherigen Qualitätsstufen im Unternehmen angesehen werden muss.

Die Flexibilität stellt für die Bewertung von Unternehmen eine große Herausforderung dar, da sie stark von den Kundenwünschen abhängt und nicht zu Lasten erhöhter Kosten und Aufwände gehen soll. Dabei spielt die **Reaktionsfähigkeit** eine wesentliche Rolle, also die Möglichkeit auf kurz- bis mittelfristige Veränderungen in der Nachfrage und deren Verteilung oder auf Änderungen bestehender Bestellungen zu reagieren. Die Reaktionsfähigkeit impliziert dabei eine angemessene Reaktionsgeschwindigkeit und muss wirtschaftlich umsetzbar sein. Außerdem ist aus Wertstromsicht die **Variantenflexibilität** wesentlich, also die technischen und organisatorischen Möglichkeiten, mehrere Varianten innerhalb eines Wertstroms abzubilden.

Der **Innovationsgrad des Wertstroms** ist für die langfristige Wettbewerbsfähigkeit und für die Innovationskraft des Unternehmens maßgeblich, da nicht nur Produktinnovationen dem Unternehmen Erfolgssprünge ermöglichen, sondern auch Innovationen in Produktionsmodelle, Technologien, Systeme, etc.

7.2 Erfolgsfaktoren

Die Erfolgsfaktoren des Wertstromkennzahlensystems werden anhand der Wertstromsystematik festgelegt. Entlang des Wertstromes ergeben sich daraus 5 Erfolgsfaktoren (Abb. 7.4).

Die **Kundenprozesse** beinhalten diejenigen Prozesse, die bei der Auslieferung der Produkte an den Kunden eine Rolle spielen. Darin sind sowohl die zugehörigen Transportprozesse, als auch mögliche operative Serviceleistungen enthalten. Die Kundenprozesse

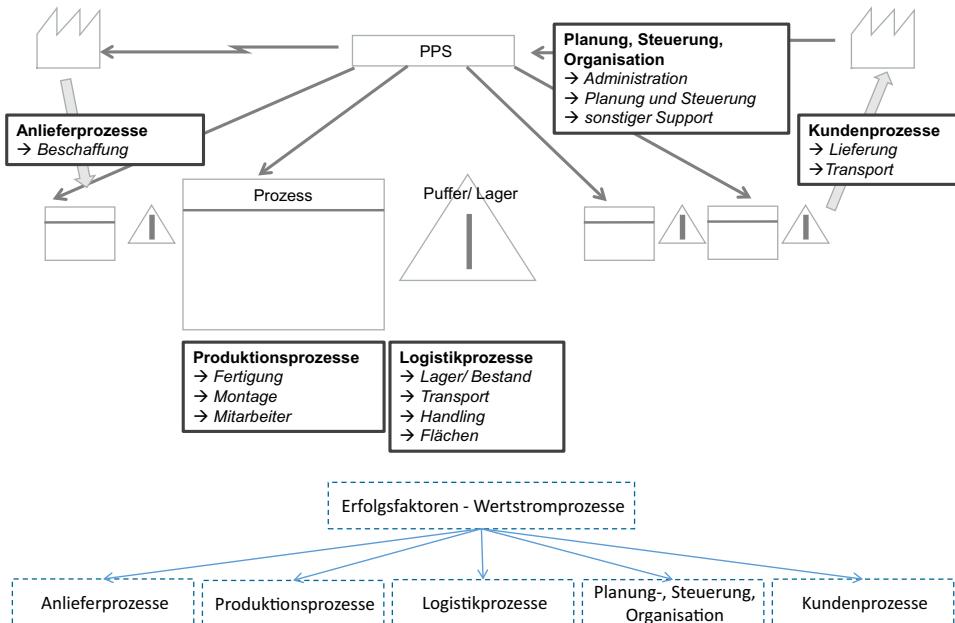


Abb. 7.4 Erfolgsfaktoren: Prozesse im Wertstrom

stellen zwar den letzten Schritt im Wertstrom dar, allerdings werden die Zielwerte des Wertstroms an ihnen gemessen.

Die Prozesse in **Planung, Steuerung und Organisation** beinhalten alle indirekten Bereiche, die für reibungslose Abläufe in Produktion, Logistik, Beschaffung und Auslieferung zuständig sind. Dazu gehören die Einplanung der Aufträge, die Einstreuierung dieser in die Produktion, die Auslegung von Losgrößen, die Festlegung von Entkopplungs- und Einstreuierungspunkten für Aufträge, die Planung von Serviceleistungen, sowie die Festlegung und Einhaltung von Standardisierungsmaßnahmen. Alle indirekten Prozesse, die für den Betrieb des Unternehmens notwendig sind, werden in Planung, Steuerung und Organisation zusammengefasst. Können die zugehörigen Werksplanungs-, Entwicklungs- oder Vorserienprozesse dem jeweiligen Wertstrom zugeordnet werden, können auch diese mit in die Betrachtung einfließen.

Die **Logistikprozesse** beinhalten alle operativen logistischen Tätigkeiten, die für die Versorgung der Produktion notwendig sind. Dazu gehören auch sämtliche Lager- und Pufferprozesse, sowie Handling und innerbetrieblicher Transport. Logistikprozesse sind – wie die Prozesse in Planung, Steuerung und Organisation – keine direkt wertschöpfenden Tätigkeiten und sollen dementsprechend so schlank wie möglich gestaltet werden.

Die **Produktionsprozesse** stellen die eigentliche Wertschöpfung im Unternehmen dar. Dazu gehören alle automatischen und manuellen Bearbeitungsprozesse, die zugehörigen Maschinen und Anlagen, Mitarbeiter, aber auch unterstützende Tätigkeiten wie Wartung,

Instandhaltung und Rüsten. Für die Produktionsprozesse wird häufig ein erheblicher Anteil der Fixkosten im Unternehmen benötigt, dementsprechend spielen Vermögenswerte eine wesentliche Rolle.

Die **Anlieferprozesse** beschreiben alle Prozesse, die für die Anlieferung der Kaufteile an das Unternehmen notwendig sind. Dazu gehören sowohl Transportprozesse, als auch mögliche vorgelagerte Lagerhaltungsprozesse und der Wareneingang. Dabei sind die Einkaufsmengen und die notwendigen Vorlaufzeiten für Bestellungen von großer Bedeutung – sie beeinflussen die Planung und Steuerung der Produktion maßgeblich.

Ausgehend von den beschriebenen übergeordneten Zielsetzungen, muss im Rahmen des Wertstromkennzahlensystems geprüft werden, inwiefern sich diese Zielsetzungen auf die jeweiligen Wertstromkomponenten auswirken, bzw. wie diese Komponenten zur Erfüllung der kundenorientierten Zielsetzung beitragen können.

7.3 Kennzahlen

Durch die Gegenüberstellung der Wertstromzielkennzahlen und der beschriebenen Erfolgsfaktoren in Form der Wertstromprozesse ergibt sich eine Matrix, anhand der sich die wesentlichen Messgrößen, Kennzahlen oder Indikatoren der Erfolgsfaktoren ermitteln und deren Auswirkungen auf die Wertstromziele abgleichen lassen (Abb. 7.5).

Für sämtliche Messgrößen und Kennzahlen der Matrix muss geklärt und definiert werden, was in die Kennzahlen mit einfließt, welches die wichtigsten Schritte und Indikatoren sind, bzw. welche Interpretationsmöglichkeiten für die Kennzahl beachtet werden sollten. Außerdem sollten die möglichen Maßnahmen für Verbesserungen durchdacht werden, für den Fall dass die Auswertung der jeweiligen Kennzahlen Optimierungspotenziale aufzeigt. Zielsetzung ist es, für die übergeordneten Zielkennzahlen im Wertstrom durch die jeweiligen entsprechenden Kennzahlen in den Wertstrombereichen bzw. Erfolgsfaktoren einen Gesamtwert zu generieren, um dadurch das Gesamtoptimum des Wertstroms abzubilden und zu beeinflussen.

7.3.1 Kosten pro Einheit

Zielsetzung innerhalb der Kosten pro Einheit ist die verursachungsgerechte Zuordnung von Kosten auf unterschiedliche Produkte bzw. Produktfamilien. Auch Querschnittsthemen wie die Qualität sollten dabei soweit wie möglich auf die unterschiedlichen Verursacher zurückgeführt werden. Je nachdem in welchem Wertstrombereich die Kosten für Qualität durch Ausschuss oder Nacharbeit verursacht werden sollten diese Kosten auch in die Berechnung einfließen.

Die Ermittlung der Kosten pro Einheit hat den Vorteil gegenüber den Gesamtkosten innerhalb der Bereiche über alle Einheiten, dass mögliche Mengeneffekte mit berücksichtigt werden können, die bei einer Gesamtkostenbetrachtung verloren gehen würden. Um die

Erfolgsfaktoren - Wertstromprozesse					
Ziel-kennzahl	Anlieferprozesse	Produktions-prozesse	Logistikprozesse	PPS*, Organisation	Kundenprozesse
Kosten/ Einheit	Materialkosten	Produktions-kosten	Logistikkosten	Prozesskosten	Transportkosten
Fließgrad	Wiederbe-schaffungszeit	Bearbeitungs-zeiten	Liegezeiten/ Reichweiten	Losgrößen	Transportzeiten
Termintreue	Abweichung Liefertermin	Abweichung Produktionszeit	Materialverfüg-barkeit	Abweichung Lieferzeit	Abweichung Transportzeit
Auslieferqualität	Fehlerquote	Produktionsfehler -quote	Handlingfehler-quote	Falschverbau-quote, Bestände	Transportschäden -quote
Reaktionsfähig-keit	Wiederbe-schaffungszeit	EPEI, OEE	Materialverfgb./ interne WBZ	Losgrößen	Transportwege
Varianten-flexibilität	Variantenflex. Lieferant	Variantenflex. Produktion	Variantenflex. Logistik	Variantenflex. PPS, Organisation	Variantenflex. Transport
Innovationsgrad Wertstrom	Innovationsgrad Anlieferpr.	Innovationsgrad Produktion	Innovationsgrad Logistik	Innovationsgrad Organisation	Innovationsgrad Kundenprozesse

* Produktionsplanung und -steuerung

Abb. 7.5 Erfolgsfaktoren und Kennzahlen im Wertstromkennzahlensystem

Abhängigkeit der Kosten pro Einheit von der produzierten Anzahl an Produkten aufzuzeigen, muss eine Unterscheidung in fixe und variable Kosten für alle Kostenarten erfolgen. Während variable Kosten von vornehmlich auf die einzelnen produzierten Stück berechenbar sind, müssen die fixen Kosten nach einer Gesamtaufsummierung durch die Anzahl der zugehörigen Produkte geteilt werden. Im Sinne der verursachungsgerechten Kostenzuordnung tragen all diejenigen Produkte die fixen Aufwände, die diese tatsächlich nutzen und beanspruchen und zwar anteilig, nach dem Umfang der Nutzung. Belegt ein Produkt beispielsweise eine Anlage länger als ein anderes Produkt, muss es einen höheren Anteil des fixen Aufwandes tragen.

Da die Kosten pro Einheit bei entsprechenden Marktbedingungen auch für die Preisfindung genutzt werden können ist es sinnvoll, die Kosten pro Einheit bereits vor der tatsächlichen Produktion der berechneten Produkte prozessorientiert zu kalkulieren. Dabei ist zu beachten, dass die Schätzung der zu produzierenden Stückzahlen sich über die Verteilung der fixen Kosten maßgeblich auf die Kosten pro Einheit auswirken kann und dementsprechend möglichst realitätsnah erfolgen sollte. Die kalkulierten Kosten müssen allerdings den tatsächlich entstandenen Kosten im Nachgang gegenübergestellt werden, um einerseits mögliche preispolitische Entscheidungen zu beeinflussen und andererseits kritische Abweichungen von den Soll-Kosten zu hinterfragen und Optimierungspotenziale aufzudecken. Die Kosten pro Einheit (Abb. 7.6) setzen sich aus den Kosten der jeweiligen Erfolgsfaktoren zusammen:

Kosten pro Einheit	= Materialkosten
	$+ \sum_{n=1}^n \frac{\Sigma \text{ Produktionskosten je Variante}}{\text{Anzahl Produkte je Variante}}$
	$+ \sum_{n=1}^n \frac{\Sigma \text{ Handlingkosten je Variante}}{\text{Anzahl Produkte je Variante}}$
	$+ \sum_{n=1}^n \frac{\Sigma \text{ Prozesskosten je Variante}}{\text{Anzahl Produkte je Variante}}$
	$+ \sum_{n=1}^n \frac{\Sigma \text{ Transportkosten je Variante}}{\text{Anzahl Produkte je Variante}}$
	mit n = 1, 2, 3, ..., n Anzahl Varianten

Abb. 7.6 Kosten pro Einheit

- Anlieferprozesse: Materialkosten
- Produktionsprozesse: Produktionskosten
- Logistikprozesse: Logistikkosten
- PPS, Organisation: Prozesskosten
- Kundenprozesse: Transportkosten

Die **Materialkosten** sind dabei mit den Einkaufspreisen ab Wareneingang gleichzusetzen. Die Materialkosten stehen häufig in großer Abhängigkeit zur bestellten Menge und der geforderten Materialqualität. Bei einer hohen Bestellmenge werden vom Lieferanten häufig geringere Preise angesetzt, wodurch der Lagerbestand erhöht wird. Das führt wiederum möglicherweise zu erhöhten Lagerkosten, erhöhtem Handling-Aufwand und steigenden Prozesskosten. Wird aus Kostengründen auf minderwertige Materialien gesetzt, können mögliche Konsequenzen durch Nacharbeitsbedarfe oder erhöhten Ausschuss auftreten. Generell sollten die durch Qualitätsmängel im Material verursachten Verluste auch den Materialkosten hinzugerechnet werden, sofern ein Zusammenhang im Nachhinein noch hergestellt werden kann.

Produktionskosten beinhalten alle direkten Kosten, die bei der Bearbeitung anfallen, inklusive zugehöriger Instandhaltungskosten, Werkstattkosten, Fertigungsleitungskosten, etc. Die Produktionskosten beinhalten zu einem großen Teil fixe Kosten durch Maschinen, Anlagen, Werkzeuge und Mitarbeiter. Durch Fremdvergaben und Outsourcing können die Produktionskosten reduziert werden, allerdings erhöhen sich dadurch die Material- und Prozesskosten durch erhöhte Einkaufs-, Steuerungs- und Planungsaufwände. Qualitätsverluste durch Bearbeitungsfehler und dadurch verursachter Ausschuss oder Nacharbeit sind ebenfalls Teil der Produktionskosten. Entsteht ein Ausschuss, muss dieser in Höhe des eingesetzten Materials und der erfolgten Bearbeitungs- und Handling-Aufwände zu den Produktionskosten hinzugerechnet werden.

Unter **Logistikkosten** werden alle Kosten zusammengefasst, die für den innerbetrieblichen Transport, die Lagerhaltung und das Handling anfallen. Darüber hinaus werden an dieser Stelle auch die Kapitalbindungskosten aufgeführt, die sowohl das Kapital umfassen, das in das Material, als auch das in die bereits erfolgten Bearbeitungsschritte geflossen ist. Das Handling beinhaltet dabei Ein- und Auslagerungsvorgänge, Transportvorgänge und dafür notwendige Hilfs- und Betriebsmittel, und Tätigkeiten zur Bereitstellung, Sequenzierung, Re-Sequenzierung, etc. Qualitätsverluste durch Handling-Fehler, Bereitstellungsfehler oder auch durch lange oder falsche Lagerhaltung und dadurch verursachter Ausschuss oder Nacharbeit sind dementsprechend Teil der Logistikkosten. Entsteht ein Ausschuss, muss dieser in Höhe des eingesetzten Materials und der Bearbeitungs- und Handling-Aufwände zu den Logistikkosten hinzugerechnet werden.

Prozesskosten stellen sehr komplexe Kosten in sämtlichen indirekten Bereichen der Produktion dar. Darunter fallen vor allem Kosten zu Planung und Steuerung der Produktion und zugehörigem Personal, aber auch Kosten für Einkauf, Transportplanung- und Steuerung. Die Schwierigkeit bei der Ermittlung der Prozesskosten liegt in der verursachungsgerechten Zuordnung der Kosten auf die jeweiligen Produkte bzw. Produktfamilien. Qualitätsverluste durch Steuerungsfehler, beispielsweise durch die Vertauschung von Bereitstellungsreihenfolgen und den dadurch verursachten Falschverbau, verursachen Ausschuss oder Nacharbeit und sind dementsprechend Teil der Prozesskosten. Entsteht ein Ausschuss, muss dieser in Höhe des eingesetzten Materials und der Bearbeitungs- und Handling-Aufwände zu den Prozesskosten hinzugerechnet werden. Die durch Planungs- und Steuerungsprozesse verursachten Qualitätsverluste sind häufig schwer zu ermitteln, da sie eine eingehende Ursachenanalyse erfordern. Nichtsdestotrotz kann sich der dafür benötigte Aufwand lohnen, wenn dadurch Wiederholfehler vermieden werden können.

Die **Transportkosten** beinhalten diejenigen Kosten, die für den Transport und die Bereitstellung des Fertigproduktes anfallen. Darüber hinaus müssen mögliche Beschädigungen, die durch die Transporte, oder Auf- und Abladenvorgänge verursacht wurden, mit in die Transportkosten einfließen. Entweder verursachen diese Schäden Nacharbeitskosten oder Gewährleistungskosten gegenüber dem Kunden. Bei Ausschuss müssen das eingesetzte Material und bereits erfolgte Aufwände mit in die Transportkosten einbezogen werden.

Die Auswirkungen auf die Kosten pro Einheit sind vielfältig und nicht immer direkt darstellbar, da beinahe alle Prozesse und Vorgänge im Unternehmen mindestens einen indirekten Einfluss auf die Kosten pro Einheit haben. Dementsprechend müssen die wesentlichen Stellhebel identifiziert und mit Maßnahmen hinterlegt werden (Abb. 7.7).

7.3.2 Fließgrad

Der Fließgrad und die darin enthaltene Durchlaufzeit eines Wertstromes sagen aus, wieviel Zeit das Produkt tatsächlich bearbeitet wird in Gegenüberstellung zu der Zeit, die das

	Lieferanten	Produktion	Logistik	PPS, Organisation	Kunde/ Transport
Kosten pro Einheit	Kosten für Material, Einkauf, Beschaffung,...	Kosten für Anlagen, Betrieb, Werkstoffe,...	Kosten für innerbetriebliche Transporte, Handling, Bestände, Lagerung,...	Kosten in indirekten Bereichen für Verwaltung, Planung, Steuerung,...	Kosten für Transport zum Kunden, Aufbereitung,...
Abhängigkeit von...	Sourcingstrategien, Lieferanten- netzwerk, Rahmenverträgen, Qualitäts- ansprüchen,...	Automatisierungs- grad, Kapazitäts- ausnutzung, Abschreibung, Qualitätsmängel,...	Handlingaufwänden, Umpackvorgängen, Ein- und Auslager- vorgängen, Kunden- entkopplungspunkt, Umplanung,...	Abstimmungs- aufwänden, Komplexität von Regelkreisen, Reihen- folgeplanung, Umplanung,...	Produktionsnetz- werk, Spediteure, Aufbereitungs- aufwänden,...
Ansätze zur Kosten- reduzierung	Erhöhung Gleichteile, Lieferanten- entwicklung, Erhöhung Planungssicherheit, Anpassung Regressansprüche, ...	Fremdleistung, Anpassung Qualitätsniveau, Low Cost Automation,...	Automatisierung, Vermeidung von Verschwendungen, Synchronisierung von Prozessen, Gleichteilerhöhung, Standardisierung, Reduzierung Bestände,...	Vermeidung von Verschwendungen, Automatisierung, Prozess- orientierung, selbststeuernde Regelkreise, Standardisierung, ...	Anpassung Fremdleistung, Anpassung Qualitätsniveau,...

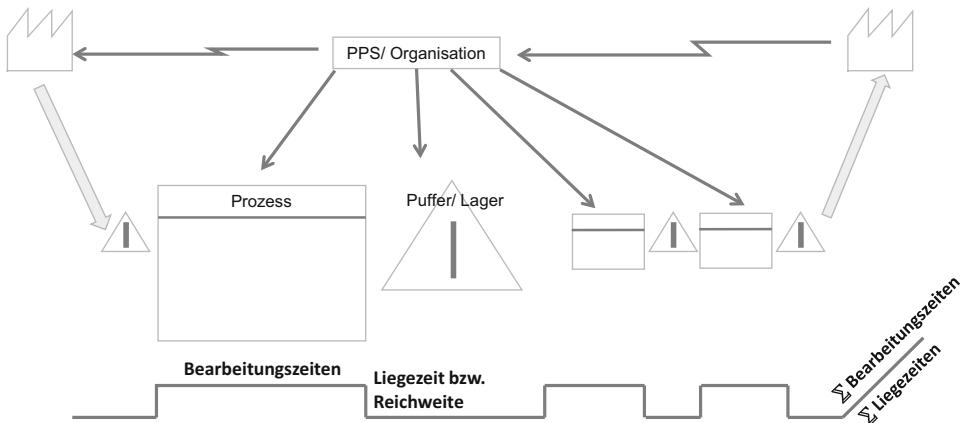
Abb. 7.7 Abhängigkeiten und Verbesserungsansätze zu Kosten pro Einheit

Produkt liegt, wartet, transportiert wird, o. ä. Im Gegensatz zur Lieferzeit als absolute Kennzahl kann somit eine Verhältniskennzahl betrachtet werden, die es ermöglicht, die wesentlichen Zeitpotenziale im Wertstrom sichtbar zu machen (Abb. 7.8).

Der Fließgrad des Wertstroms lässt sich separat als end-to-end-Kennzahl (also am Ende des Wertstroms und über den gesamten Wertstrom) berechnen als Quotient aus Bearbeitungszeit und Durchlaufzeit (siehe auch Abschn. 4.6). Dabei wird der Fließgrad allerdings auf unterschiedliche Weise von den unterschiedlichen Erfolgsfaktoren bzw. Wertstrombereichen beeinflusst (Abb. 7.9):

- Anlieferprozesse: Wiederbeschaffungszeit
- Produktionsprozesse: Bearbeitungszeit
- Logistikprozesse: Liegezeiten/Reichweiten
- PPS, Organisation: Losgrößen
- Kundenprozesse: Transportzeiten

Die **Wiederbeschaffungszeit** innerhalb der Anlieferprozesse sagt aus, wie lange der jeweilige Lieferant braucht, um die Bestellung des Unternehmens zu bearbeiten und die Produkte auszuliefern. Die Wiederbeschaffungszeit spiegelt demnach auch den Vorlauf wieder, den das eigene Unternehmen berücksichtigen muss, wenn es die benötigten Teile rechtzeitig erhalten möchte. Im Idealfall bestellt der Kunde beim produzierenden Unternehmen und das Unternehmen ist in der Lage bis zum gewünschten Liefertermin sowohl die benötigten Teile und Materialien zu bestellen und nach Anlieferung das Produkt herzustellen, ohne dafür Halbfertig- oder Fertigware vorzuhalten. Dafür ist es notwendig, dass der Lieferant in der Lage ist, in der benötigten Zeit die benötigten Teile zu liefern. Ist



$$\text{Fließgrad (\%)} = \frac{\sum \text{Bearbeitungszeiten}}{\text{Durchlaufzeit}} = \frac{1}{\text{Flussgrad}}$$

$$\text{Durchlaufzeit} = \sum \text{Bearbeitungszeiten} + \sum \text{Liegezeiten}$$

Abb. 7.8 Fließgrad

die externe Wiederbeschaffungszeit größer, als der vom Unternehmen benötigte Bedarf in diesem Zeitraum, müssen Teile im Unternehmen vorgehalten werden. Um die Wiederbeschaffungszeit beim Lieferanten zu beeinflussen, müssen die Ursachen für eine hohe Wiederbeschaffungszeit hinterfragt werden. Neben hohen Bearbeitungszeiten des Lieferanten kann eine hohe Wiederbeschaffungszeit auch organisatorische Ursachen haben und damit einen Optimierungsansatz auch aus Kundenunternehmenssicht bieten. Produziert der Lieferant beispielsweise in Losgrößen, kann die Wiederbeschaffungszeit die reine Produktions- und Lieferzeit übersteigen. Zunehmend hohe Entfernung der Lieferanten führen außerdem zu hohen Wiederbeschaffungszeiten. Selbst wenn ein weit entfernter Lieferant Teile vorrätig hat, ist die Wiederbeschaffungszeit mindestens so hoch wie die Lieferzeit, außer es werden Teile in näher liegenden Lagern vorgehalten.

Durch die Unterteilung aller Teile in verschiedene Lieferzyklen und Bereitstellprinzipien kann die zu hohe Wiederbeschaffungszeit auf die tatsächlich kritischen Teile eingeschränkt werden. Dadurch kann zumindest die Höhe der vorgehaltenen Materialien reduziert werden.

Teile mit großen Volumina, hoher Wertigkeit, hohem Gewicht und hoher Varianz sollten möglichst kurzfristig und möglichst direkt an den Verbauort angeliefert werden, um Bestände und vor allem Fläche einzusparen. Dafür eignen sich Steuerungsmethoden wie Just-in-Time, Just-in-Sequence oder Direktanlieferung. Just-in-Time (JIT) beschreibt die

$$\text{Wiederbeschaffungszeit Lieferant} = \frac{\text{Summe (Anlieferzeitpunkte} - \text{Bestellzeitpunkte)}}{\text{Anzahl aller Bestellungen}}$$

Bearbeitungszeiten = Summe aller wertschöpfenden Bearbeitungszeiten eines Produktes entlang des Wertstroms

$$\text{Bestandsreichweite} = \frac{\text{Lagerbestand}}{\text{durchschnittlicher Verbrauch}}$$

Losgrößen : Übersteigen die Losgrößen an einer Anlage die Kundenbestellmenge entstehen Bestände mit einer Reichweite = $\frac{\text{Losgröße}}{\text{Kundenbestellmenge}}$

Transportzeiten: Summe aller Transportzeiten, die vom Kunden gewünscht und gezahlt werden, können zu den wertschöpfenden Zeiten hinzugerechnet werden – sonstige Transportzeiten verlängern die Bestandsreichweite

Abb. 7.9 Fließgrad: Kennzahlen und Indikatoren

Anlieferung der geforderten Teile in der bestellten Anzahl und zu dem Zeitpunkt des geplanten Einbaus. Im Vergleich dazu hat Just-in-Sequence (JIS) den Anspruch, die Teile zudem in der richtigen Reihenfolge, in der sie eingebaut werden, anzuliefern, so dass keine Zusatzaufwände für Handling mehr im Unternehmen anfallen. JIT-Teile sind demnach in der Regel sortenrein, das bedeutet, dass sie in einer Variante vom Lieferanten geliefert werden. Bei der Direktanlieferung handelt es sich in der Regel ebenfalls um sortenreine Teile, die allerdings nicht zwingend ihrem genauen Einbauzeitpunkt zugeordnet sind.

Grundvoraussetzung für JIT und JIS ist eine geringe Entfernung des Lieferanten, die es dem Lieferanten ermöglicht im Abrufzeitraum die bestellten Teile zu liefern und im besten Fall auch noch zu produzieren. Eine Direktbelieferung lässt höhere Entfernung zu, allerdings wird dafür auch ein höherer Platzbedarf mit mehr Flexibilität benötigt um mögliche Lieferabweichungen ausgleichen zu können.

Innerhalb der Produktion spielen die **Bearbeitungszeiten** eine wesentliche Rolle für den Fließgrad, da sie für die tatsächliche Wertschöpfung stehen. Die Bearbeitungszeiten sind dabei diejenigen Zeiten, in denen sich das Produkt tatsächlich auf den Anlagen oder im Montageprozess befindet. Darunter fallen auch mögliche, notwendige Prüfprozesse, die die vorangegangenen Bearbeitungsschritte überprüfen. Rüstzeiten sind keine direkt wertschöpfenden Tätigkeiten und werden dementsprechend auch nicht zu den wertschöpfenden Zeiten hinzugerechnet. Während die Anlage gerüstet wird, warten die Teile und Produkte vor der Anlage auf Weiterverarbeitung – diese Wartezeit wird in den Liegezeiten und Bestandsreichweiten im Wertstrom mit berücksichtigt. Die Rüstzeiten müssen allerdings in der Interpretation von Ergebnissen und möglichen Maßnahmen differenziert betrachtet werden, da Rüstzeiten die Losgrößen in der Produktion maßgeblich beein-

flussen und dementsprechend für die Reichweiten und Liegezeiten entscheidend sind. Losgrößen sind wiederrum verantwortlich für die Gesamtbelegungszeit der Anlage – die Maschine oder der Mitarbeiter produziert durch hohe Losgrößen möglicherweise Teile, die nicht unmittelbar benötigt werden.

Die **Liegezeiten bzw. Reichweiten** von Beständen sind diejenigen Zeiten, die den Produktionsfluss unterbrechen. In dieser Zeit wird keine Wertschöpfung dem Produkt hinzugefügt. Stattdessen verursachen sie zusätzliche Kosten durch Handling-Aufwände, Lagerungen oder Transporte. Die Reichweite sagt aus, wie lang die Teile im Bestand ausreichen würden, um weiterproduziert zu können, bis der Bestand aufgebraucht ist. Sie berechnet sich durch die Bestandsmenge geteilt durch die durchschnittliche Verbrauchsrate pro Artikel. Die Reichweite beschreibt somit diejenige Zeit, die ein Teil durchschnittlich im Lager oder Puffer verbleibt.

Die Reichweiten werden maßgeblich von den produzierten **Losgrößen** bestimmt. Die Losgrößen stellen dabei einen wesentlichen Indikator für die Kundenorientierung in Planung und Steuerung dar. Die Losgrößen sollten möglichst den Kundenbestellungen entsprechen. Je geringer die Losgrößen, umso geringer die Reichweiten in Puffern und Lagern, umso schneller die Weiterverarbeitung der Teile und Produkte und umso höher der Fließgrad.

Die **Transportzeiten** sind letztendlich derjenige Zeitanteil, der nach der Fertigstellung des Produktes anfällt, um das Produkt zum Kunde zu bringen. Die Transportzeiten vom Unternehmen zum Kunden stellen zwar keine direkte Wertschöpfung, aber eine gewisse Serviceleistung für den Kunden dar und können demnach als wertschöpfend empfunden werden. Dementsprechend sollten sie in tatsächliche Transportzeiten und mögliche Zwischenwartzeiten unterschieden werden und nur diejenigen Zeiten zu den wertschöpfenden Zeiten gezählt werden, die tatsächlich als wertschöpfend für den Kunden empfunden werden. Interne Transportzeiten bzw. Transporte während der Herstellung werden hingegen als Verschwendungen angesehen.

	Lieferanten	Produktion	Logistik	PPS, Organisation	Kunde/ Transport
Fließgrad	Wiederbeschaffungszeit,...	Bearbeitungszeiten,...	Liegezeiten, Reichweiten,...	Losgrößen,...	Transportzeiten,...
Abhängigkeit von...	Entfernung der Lieferanten, Bestellmengen, Planungshorizont,...	Skaleneffekte, Bearbeitungsverfahren, Qualitätsansprüchen,...	Sicherheitsbeständen, Kundenentkopplungspunkt, Rüstzeiten, Losgrößen,...	Rüstzeiten, Planungsaufwänden, Skaleneffekte, Planungshorizont,...	Entfernung der Kunden, Transportmitteln, Transportzyklen,...
Ansätze zur Fließgrad-erhöhung	Segmentierung, Local Sourcing,...	Vermeidung von Verschwendungen im Prozess, Anpassung Verfahrgeschwindigkeit & Beschleunigung,...	Losgrößen-reduzierung, Rüstzeit-reduzierung, Synchronisierung Prozesse,...	Kundentakt, Wertstrom-orientierung, Engpass-orientierung, Schrittmacherprozess,...	Routenplanung, Losgrößen-reduzierung, Produktionsnetzwerk-optimierung,...

Abb. 7.10 Abhängigkeiten und Verbesserungsansätze zum Fließgrad

Der Fließgrad kann maßgeblich von organisatorischen Anpassungen beeinflusst werden (Abb. 7.10), da Ursachen eines niedrigen Fließgrades häufig an den Schnittstellen zwischen Prozessen verursacht werden.

7.3.3 Termintreue

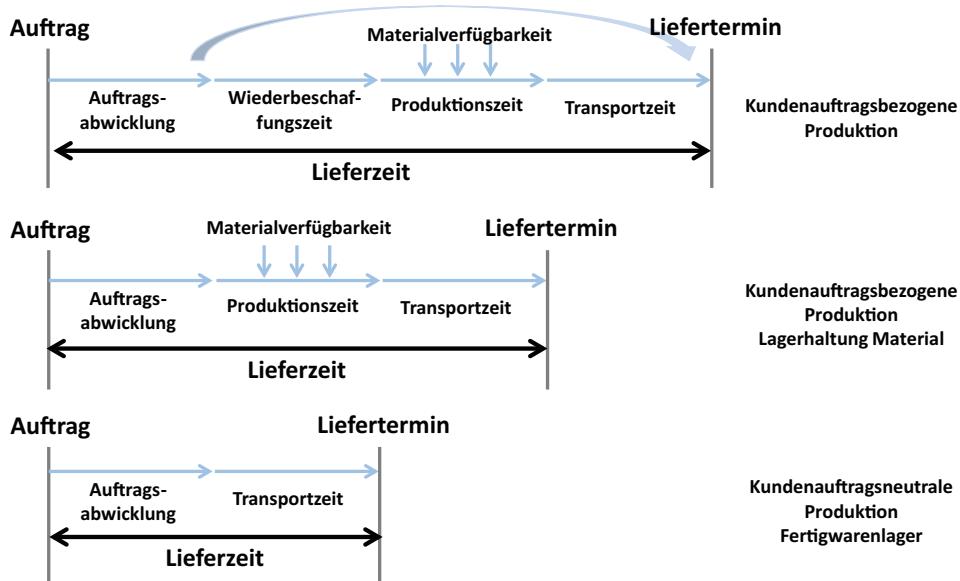
Aus Kundensicht wird die Termintreue als Treffgenauigkeit des vereinbarten Termins aufgefasst. Je nach Branche und Vereinbarung kann ein Liefertermin sowohl eine genaue Uhrzeit, als auch ein festgelegter Tag oder auch ein Zeitraum sein, in dem das Produkt angeliefert werden soll. Wird der vereinbarte Termin eingehalten, ist die Termintreue erfüllt – weicht der tatsächliche Ausliefertermin von dem vereinbarten Termin ab, hängt es vom Empfinden des Kunden ab, ob er das als Nachteil empfindet. Beispielsweise kann es für den Kunden eines Konsum- oder Luxusgutes durchaus vorteilhaft sein, wenn er das gewünschte Produkt vor dem vereinbarten Liefertermin erhält, da sein Wunschliefertermin möglicherweise vor dem vereinbarten Liefertermin liegt. Der Kunde einer Anlage dagegen hat dafür womöglich erst zum tatsächlich vereinbarten Liefertermin Platz und Ressourcen geschaffen und empfindet eine vorgezogene Lieferung als enorme Belastung. Darüber hinaus ist er möglicherweise nicht bereit, die Anlage zum vorgezogenen Liefertermin zu bezahlen, dann bleiben Kapitalbindung und Risiko auf Seiten des Lieferanten.

Auf den Liefertermin wirken mehrere Zeitspannen. Die Auftragsabwicklung beschreibt den Zeitraum, bis der Auftrag in das Unternehmen eingesteuert ist und weitere Schritte, wie Beschaffung und Produktion angestoßen werden. Die Wiederbeschaffungszeit ist der Zeitraum, den der eigene Lieferant benötigt, um die notwendigen Teile bereit zu stellen. Sind die Teile bereits im Unternehmen vorrätig, spielt diese Zeit keine Rolle für den Liefertermin. Die Produktionszeit wird für die tatsächliche Herstellung des Produktes benötigt. Voraussetzung für die Einhaltung der Produktionszeit ist die Verfügbarkeit des Materials an den richtigen Stellen der Produktion zur richtigen Zeit, so dass keine Verzögerungen in der Produktion stattfinden. Hat das Unternehmen die gewünschten Produkte in einem Fertigwarenlager vorrätig, ist die Produktionszeit für den Liefertermin irrelevant. Die Transportzeit wird letztendlich benötigt, um die Produkte zum Kunden zu bringen, bzw. die Produkte vor Ort den Kunden bereitzustellen (Abb. 7.11).

Das Gleiche wie für die Termintreue des Unternehmens gegenüber dem eigenen Kunden gilt für die Kunden-Lieferanten Beziehung zwischen produzierendem Unternehmen und seinen Lieferanten. Dementsprechend wird die Termintreue von unterschiedlichen Zeitpunkten und deren Einhaltung bzw. Abweichungen beeinflusst (Abb. 7.12). Die Termintreue kann selbst als end-to-end Kennzahl berechnet werden, sollte aber in Zwischenmesspunkte unterteilt werden. Zu diesen Zeitpunkten wird eine Zwischen-Termintreue gemessen, um mögliche Verspätungen bereits vor Fertigstellung des Produktes zu identifizieren. Die zeitgerechte Einhaltung der Messpunkte kann von mehreren möglichen Abweichungen gefährdet werden:

- Anlieferprozesse: Abweichung Liefertermin
- Produktionsprozesse: Abweichung Produktionszeit
- Logistikprozesse: Materialverfügbarkeit
- PPS, Organisation: Abweichung Lieferzeit
- Kundenprozesse: Abweichung Transportzeit

Die durchschnittliche **Abweichung des Lieferterms** des Lieferanten ergibt sich aus der Summe aller Abweichungen des tatsächlichen Lieferterms vom vereinbarten Liefertermin durch die Anzahl aller Aufträge. Auch dabei ist die Grundlage des vereinbarten Lieferterms relevant, also wurden Tag und genaue Uhrzeit vereinbart oder lediglich eine Kalenderwoche. Die wesentlichen Kenngrößen, die in diese Kennzahlen einfließen, sind der vereinbarte und der tatsächliche Liefertermin. Häufige Abweichungen können demnach entweder an einer fehlerhaften Lieferterminbestimmung liegen, als auch an Prozessschwierigkeiten des Lieferanten. Letztere liegen außerhalb der Einflussmöglichkeiten des Kundenunternehmens, müssen allerdings dennoch identifiziert werden, um die Anforderungen an den Lieferanten zu konkretisieren und mögliche Ansprüche geltend zu



$$\text{Terminintreue (\%)} = \frac{\text{Anzahl termintreu gelieferter Aufträge}}{\text{Anzahl aller Aufträge}}$$

Abb. 7.11 Terminintreue

$$\text{Abweichung d. Liefertterms (LT)} = \frac{\text{Summe (Ist_LT - Soll_LT)}}{\text{Anzahl aller Aufträge}}$$

$$\text{Abweichung der Produktionszeit} = \frac{\text{Summe (IstProduktionszeit - SollProduktionszeit)}}{\text{Gesamtfertigungsaufträge}}$$

$$\text{Materialverfügbarkeit (\%)} = \frac{\text{befriedigte Materialanfragen}}{\text{Gesamtmaterialanfragen}} * 100$$

$$\text{Abweichung der Lieferzeit} = \frac{\text{Summe (Ist_Lieferzeit - Soll_Lieferzeit)}}{\text{Anzahl aller Aufträge}}$$

$$\text{Abweichung der Transportzeit} = \frac{\text{Summe (Ist_Transportzeit - Soll_Transportzeit)}}{\text{Anzahl aller Aufträge}}$$

Abb. 7.12 Termintreue: Kennzahlen und Indikatoren

machen. Neben der Abweichung des Liefertterms kann auch die mittlere Verspätung der Aufträge von Interesse sein (siehe auch Abschn. 4.1).

Die **Abweichung der Produktionszeit** ermittelt denjenigen Zeitanteil, der für zeitliche Verzögerungen innerhalb der Produktion steht. Dabei wird vergleichbar zur Lieferzeit die Abweichungen der benötigten Produktionszeit zur geplanten Produktionszeit gemessen. Abweichungen der Produktionszeit können beispielsweise durch falsche Vorgabezeiten entstehen. Wurden zusätzliche Produktionsschritte, wie beispielsweise zusätzliche Prüfvorgänge, nicht ordnungsgemäß eingefügt, oder Prozessverbesserungen nicht entsprechend durch Reduzierung der Vorgabezeiten eingepflegt, kann die tatsächliche Produktionszeit von der geplanten Produktionszeit abweichen. Darüber hinaus kann eine Vielzahl von Ursachen wie Maschinenausfälle, Qualitätsprobleme oder Fehlbedienungen zu einer Verzögerung der Produktionszeiten führen. Die Ermittlung der Hauptursachen kann dazu führen, dass gezielte zusätzliche Kennzahlen wie beispielsweise Ausfallzeiten für Maschinen und Anlagen und damit verbundenen Reparationszeiten (z. B. MTBF und MTTR, siehe auch Abschn. 4.2) ermittelt werden müssen. Darüber hinaus kann auch die Abweichung des Produktionsstarts, also der Differenz auch Ist-Starttermin und geplantem Starttermin, nützlich sein, um zu sehen, ob der Auftrag rechtzeitig in der Produktion starten konnte.

In den Logistikprozessen wirkt sich in erster Linie die **Materialverfügbarkeit** maßgeblich auf die Einhaltung von Lieferterminen gegenüber dem Kunden aus. Stehen die Materialien nicht zum richtigen Zeit am richtigen Ort zur Verfügung, verzögert sich die gesamte Wertschöpfungskette. Eine kritische, lieferanteterminunabhängige Materialverfügbarkeit kann dabei mehrere Ursachen haben, wie Materialengpässe an den Märkten oder unvorhergesehene Auftragsschwankungen aber auch selbstverschuldete Gründe wie

	Lieferanten	Produktion	Logistik	PPS, Organisation	Kunde/ Transport
Termintreue	Abweichung des Liefertermins,...	Abweichung der Produktionszeit,...	Materialverfügbarkeit,...	Abweichung der Lieferzeit,...	Abweichung der Transportzeit,...
Abhängigkeit von....	Vereinbarungen, Vorlaufzeiten, Planungshorizont,...	Vorgabezeiten, Planzeiten, Störungen, Qualitätsmängeln, Reparaturzeiten,...	Auftragschwankungen, Rohstoffmangel, Abrufzuverlässigkeit, Bereitstellung, Reihenfolgen,...	Fehlkalkulation Liefertermin, Fertigungs-einstreuering, Losgrößen,...	Verkehr, Streiks, Umwelteinflüssen, Planzeiten, Schäden,...
Ansätze zur Erhöhung der Termintreue	Erhöhung Planungssicherheit, Anpassung Vertragsbedingungen	Anpassung Planzeiten, Total Productive Maintenance,...	JIS, Produktions-nivellierung, Anpassung Sicherheits-bestände,...	Anpassung Einstreuering, Anpassung Losgrößen,...	Qualitäts-management, Anpassung Verpackungen & Transportmittel, Handling-standards,...

Abb. 7.13 Abhängigkeiten und Verbesserungsansätze zur Termintreue

falsche oder verspätete interne Abrufe, Fehler in der Bereitstellungsreihenfolge, Bereitstellung am falschen Ort oder auch in der falschen Menge. Eine Erhöhung der Materialverfügbarkeit sollte dementsprechend bei den selbstverschuldeten Ursachen beginnen. Eine Erhöhung des Bestandes zur Absicherung von Bedarfsschwankungen oder Lieferengpässen muss bestmöglich abgestimmt werden, um zu hohe Bestände und dadurch verursachte Verschwendungen in Transport, Handling, Qualität oder Kapitalbindung zu vermeiden.

Die **Abweichung der Lieferzeit** bezieht sich im Fall der Planung und Steuerung auf die durchschnittliche Differenz zwischen tatsächlich benötigter Lieferzeit und geplanter Lieferzeit gegenüber dem Kunden des Unternehmens. Die Abweichung gibt Auskunft über mögliche organisatorische oder planerische Unstimmigkeiten, die für eine mögliche Fehlkalkulation des vorgeschlagenen Liefertermins gegenüber dem Kunden führen können. Die Lieferzeit beinhaltet sowohl die Produktions- und Transportzeiten, als auch die gesamte Auftragsabwicklung, die teilweise zeitlich parallel zur Produktion abläuft, aber auch vor Produktionsstart einen hohen Zeitanteil einnehmen kann. Sie wird geprägt von Entscheidungen über den Produktionsstart, also die Einstreuering von Fertigungsaufträgen, und von den vorgegebenen Losgrößen und damit verbundenen Zykluszeiten. Dementsprechend kann eine Abweichung der Lieferzeit möglicherweise durch die Anpassung von Einstreuungsvorgängen verkürzt werden oder durch Anpassung der Losgrößen gesteuert werden. Auch hier kann es sinnvoll sein, die mittlere Abweichung der Lieferzeit zu messen, um das Ausmaß der Verspätungen richtig einzuschätzen.

Die **Abweichung der Transportzeit** sagt aus, wie viel die geplante Transportzeit von der tatsächlich benötigten Transportzeit abweicht. Abweichungen können dabei durch Verzögerungen im Verkehr, mögliche Streiks, Unwetter, sonstige Ausfälle oder durch transportverursachte Schäden entstehen, die eine Wiederaufbereitung nach sich ziehen. Treten auf bestimmten Strecken regelmäßig Störungen auf, müssen die Planzeiten möglicherweise angepasst werden. Lassen sich die durch den Transport bedingten Schäden bestimmten Ein- und Ausladevorgängen, Ladungsanordnungen oder Streckenabschnitten

zuordnen, können entsprechende Maßnahmen abgeleitet werden, wie beispielsweise die Veränderung von Verpackungen, Handling-Standards oder Transportmittelauswahl.

Die Termintreue ist über den gesamten Wertstrom stark abhängig von Planwerten und der jeweiligen Prozesssicherheit (Abb. 7.13). Dadurch hat sie unter anderem einen starken Bezug zur Auslieferqualität.

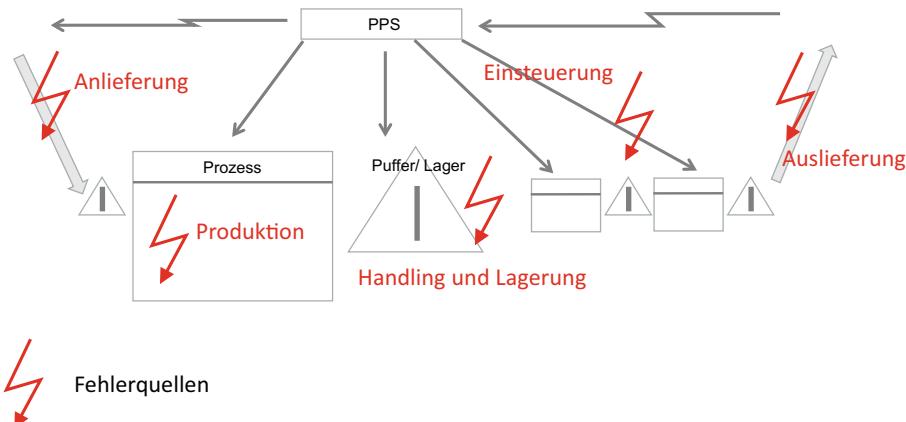
7.3.4 Auslieferqualität

Für den Kunden spielt diejenige Qualität eine Rolle, die bei ihm letztendlich angeliefert wird. Darunter fallen sowohl sichtbare Qualitätsmerkmale, wie mögliche Verschmutzungen oder Verformungen bzw. Kratzer, funktionale Qualitätsmerkmale, wie Bedienerfreundlichkeit oder Handhabungsmerkmale, sowie Qualitätsmerkmale, die die Langlebigkeit des Produktes bzw. den Reparaturaufwand unterstützen. Entspricht die Qualität vor Auslieferung nicht den gewünschten Kriterien und muss durch Nacharbeit oder Zusatzaufwände wiederhergestellt werden, ist der Kunde in der Regel nicht bereit diesen Zusatzaufwand mit zu tragen. Darüber hinaus führt die Kenntnis über derartige Zusatzaufwände beim Kunden möglicherweise zu einem Vertrauensverlust in Produkt und Unternehmen. Nachbereitungen und Aufbesserungen sollten möglichst vermieden werden und die Qualität durch hochwertige Materialien und sichere und stabile Prozesse von Beginn der Produktion an gewährleistet werden. Dementsprechend muss der gesamte Wertschöpfungsprozess betrachtet werden, um herauszufinden, was die Auslieferqualität negativ beeinflussen kann (Abb. 7.14) und welcher Aufwand betrieben werden muss, um die Auslieferqualität sicher zu stellen. Dazu müssen die möglichen Fehlerquellen im Verlauf des Wertstroms beobachtet werden:

- Anlieferprozesse: Fehlerquote
- Produktionsprozesse: Produktionsfehlerquote
- Logistikprozesse: Handlingsfehlerquote
- PPS, Organisation: Falschverbauquote, Bestände
- Kundenprozesse: Transportschädenquote

Die Messung der Fehlerquoten in den Wertstrombereichen dient dabei der Ursachenforschung und der frühzeitigen Fehlerbehebung, um die Auslieferung fehlerhafter Teile zu vermeiden (Abb. 7.15).

Die **Fehlerquote des Lieferanten** beschreibt den Anteil an gelieferten Teilen, der nicht den vereinbarten Qualitätsstandards entspricht. Dabei ist es wichtig, die genauen Anforderungen an die Qualität hinsichtlich Material, Verpackung, Funktionalität, Abmessungen, etc. festzulegen und bei Bedarf durch Stichproben zu bestätigen. Erhöht sich die Fehlerquote des Lieferanten über einen Zeitraum hinweg, kann das ein Anzeichen für Prozessprobleme darstellen. Steigen dann die durch die Prüfung und Aussortierung möglicher Ausschusssteile verursachten Mehraufwände unverhältnismäßig, muss auf den Lieferant



$$\text{Auslieferqualität (\%)} = (1 - \text{Fehlerquote Lieferant}) * (1 - \text{Produktionsfehlerquote}) * \\ \text{ohne Nacharbeit} \quad (1 - \text{Handlingfehlerquote}) * (1 - \text{Falschverbauquote}) * \\ (1 - \text{Transportschädenquote})$$

Abb. 7.14 Fehlerquellen im Wertstrom

eingewirkt werden, oder nach möglichen Alternativen gesucht werden. Sinkt die Fehlerquote des Lieferanten zunehmend, können bei einem ausreichenden Vertrauensverhältnis die Prüfaufwände reduziert werden. Eine Qualitätsprüfung kann dann komplett ausfallen, wenn der Lieferant garantiert, nur fehlerfreie Produkte zu liefern – im Falle eines Scha-

$\text{Fehlerquote des Lieferanten (\%)} = \frac{\text{Anzahl Reklamationen}}{\text{Anzahl Aufträge}} * 100$
$\text{Produktionsfehlerquote (\%)} = \frac{\text{Fehler in der Produktion}}{\text{Gesamtstückzahl}} * 100$
$\text{Handlingfehlerquote (\%)} = \frac{\text{Anzahl fehlerhafter Anlieferungen}}{\text{Gesamtanlieferungen}} * 100$
$\text{Falschverbauquote} = \frac{\text{Anzahl fehlerhafter Einbauten}}{\text{Gesamteinbauten}} * 100$
$\text{Bestandssteigerung} = \frac{\text{Anzahl Bestände heute}}{\text{Anzahl Bestände zum Vergleichszeitpunkt}} * 100$
$\text{Transportschädenquote} = \frac{\text{Anzahl Transportschäden}}{\text{Anzahl Gesamttransporte}} * 100$

Abb. 7.15 Auslieferqualität: Kennzahlen und Indikatoren

dens trägt er dann alle entstandenen Kosten. Trotzdem trägt das Unternehmen weiterhin das Risiko von zeitlichen Verzögerungen und Rückgängen der Kundenzufriedenheit.

Unter der **Produktionsfehlerquote** werden all diejenigen Produkte anteilig erfasst, die durch die Bearbeitung Schäden davongetragen haben. Fehler in der Produktion können mehrere Ursachen haben und sollten möglichst immer einer Ursache zugeordnet werden, um den tatsächlichen Handlungsbedarf ermitteln zu können. Ursachen können falsch eingesetzte Maschinen und Anlagen sein, fehlerhafte Handhabung während der Bearbeitung, Verschmutzungen in Maschinen, aber auch Anlaufphasen von Anlagen nach Rüst- oder Wartungsvorgängen. In letztem Fall entstehen immer dann fehlerhafte Produkte, wenn Anpassungen an Maschinen und Anlagen durchgeführt werden müssen. Danach braucht die Anlage eine bestimmte Hochlaufphase in der die Parameter noch justiert werden müssen, oder beispielsweise Reste von Öl und Spänen die Qualität negativ beeinflussen können. Erhöhen sich diese Anlaufphasen, neigen die Unternehmen dazu möglichst hohe Losgrößen zu bearbeiten, um die Anlaufzeiten bezogen auf die Gesamtproduktzahl zu minimieren. Dies wiederum führt allerdings dazu, dass sich die Bestände in der Produktion erhöhen, was sowohl zu erhöhten Kapitalbindungskosten führt, als auch das Qualitätsrisiko, durch lange Warte- und Liegezeiten und damit verbundenen Handlingaufwänden, erhöht. Die Qualifizierung der Mitarbeiter kann einen maßgeblichen Einfluss auf die Produktionsfehlerquote haben – allein durch ein durchgehend hohes Qualitätsverständnis der Mitarbeiter und einen hohen Standardisierungsgrad können viele Flüchtigkeitsfehler vermieden werden.

Fehler durch Handling enthalten diejenigen Schäden, die durch innerbetriebliche Transporte, Ein- und Auslagervorgänge oder Lagerung entstehen. Steigt die **Handlingfehlerquote** können dafür neue Produkte oder Prozesse verantwortlich sein, aber auch der Anstieg von Handling-Prozessen kann darauf eine Auswirkung haben. Werden Losgrößen verändert oder Lager- und Pufferbestände erhöht, können Mehraufwände für Ein- und Auslagerung, Suchaufwände oder Umsortievorgänge entstehen, die eine zusätzliche Fehleranfälligkeit darstellen. Ebenso wie bei der Produktionsfehlerquote ist ein einheitliches Qualitätsverständnis, Standardisierung und die dahingehende Qualifizierung der Mitarbeiter für eine geringe Handlingfehlerquote wesentlich.

In Planung, Steuerung und Organisation werden die Voraussetzungen für einen reibungslosen Ablauf geschaffen. Werden durch Planung und Steuerung falsche Teile oder lediglich falsche Reihenfolgen in Produktion und Logistik kommuniziert, erhöht sich möglicherweise die **Falschverbauquote**. Darüber hinaus können durch Fehlplanungen von Material und Varianten **Bestände** entstehen, die durch lange Liege- und Wartezeiten einen Qualitätsverlust erleiden können. Diese Umstände können auch durch organisatorische Schwierigkeiten in Kommunikation und Abstimmung entstehen, wenn beispielsweise Verantwortlichkeiten für bestimmte Planungsparameter nicht überschneidungsfrei geklärt wurden. Bestände sind demnach lediglich ein Indikator für mögliche Schwierigkeiten in den indirekten Bereichen und müssen eingehende Analysen nach sich ziehen.

Verlässt ein Produkt fehlerfrei die Produktion, können Transportschäden die Auslieferqualität noch gefährden. Die **Transportschädenquote** beschreibt diejenigen Produkte,

	Lieferanten	Produktion	Logistik	PPS, Organisation	Kunde/ Transport
Ausliefer-qualität	Fehlerquote des Lieferant,...	Produktionsfehler-quoten,...	Handlingfehler-quoten,...	Falschverbau-quoten, Bestände,...	Transport-schädenquoten,...
Abhängigkeit von...	Lieferanten-prozessen,...	Anlagen-einstellungen, Handhabung, Verschmutzung, Anlaufphasen,...	Produktvarianten, Beständen, Anzahl Handlingvorgänge, Sortievorgängen, ...	Produktvarianten, Liegezeiten,...	Dienstleistern, Transportwegen, Anzahl Gefahren-übergängen,...
Ansätze zur Erhöhung der Ausliefer-qualität	Anpassung Prüfaufwände, Lieferanten-entwicklung,...	Qualifizierung, Qualitäts-schulungen, Standardisierung,...	Reduzierung Handling- und Suchvorgänge, Standardisierung,...	Reduzierung Abstimmungs-aufwände, Schnittstellen-reduzierung,...	Erhöhung Qualitäts-verständnis, Dienstleister-entwicklung,...

Abb. 7.16 Abhängigkeiten und Verbesserungsansätze zur Auslieferqualität

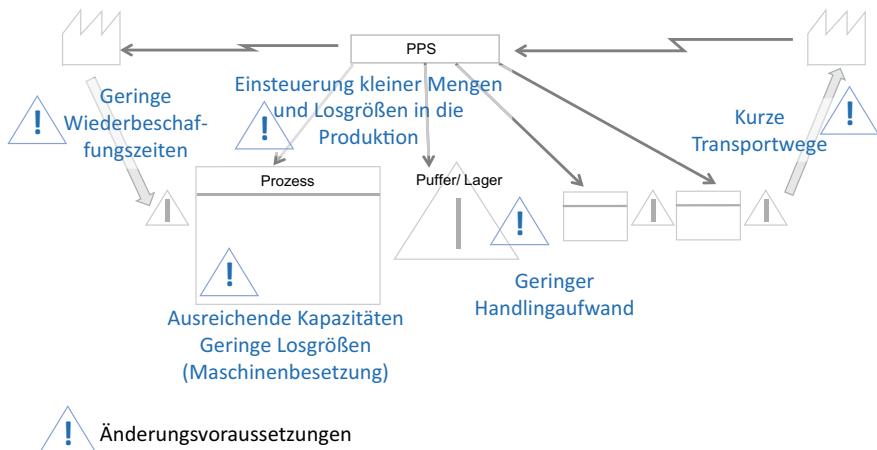
die durch Transporte zum Kunden zu Schaden kommen. Die Transportschäden beinhalten dabei bereits die gesamte Wertschöpfung, die am Produkt geleistet wurde und stellen somit den größten Verlust für das Unternehmen dar. Die Abwicklung von Transporten durch Spediteure oder Dienstleister kann dazu führen, dass das Qualitätsverständnis des Unternehmens nach Verlassen des Unternehmens nicht weitergetragen wird. Selbst wenn das Transportunternehmen die Kosten eines Schadens zu tragen hat, entsteht durch die direkte Auswirkung auf den Liefertermin möglicherweise ein Imageschaden, der wiederum das Unternehmen selbst trifft.

Werden sämtliche Gegenwerte der Fehlerquoten (1-Fehlerquote) der Unternehmensbereiche multipliziert entsteht eine theoretische Auslieferqualität. Diese kann zwar durch Nacharbeiten, Ausbesserungen oder Teileersatz verbessert werden, hilft aber dennoch über die damit verbundenen Aufwände Transparenz zu schaffen und das Qualitätsempfinden zu schärfen. Ziel sollte es sein, eine hohe Auslieferqualität von vorneherein zu produzieren (Abb. 7.16), als im Nachhinein durch Ausbesserungen zu erzeugen.

7.3.5 Reaktionsfähigkeit

Die Reaktionsfähigkeit beschreibt die Flexibilität des Unternehmens auf Veränderungen zu reagieren. Änderungen können dabei von verschiedenen Auslösern herrufen. Mögliche Auslöser sind veränderte Kundenwünsche, Änderungen an Produkt und Teilen oder kurz- und mittelfristige Mengen- und Variantenschwankungen. Im Wertstrom können Voraussetzungen geschaffen werden, die die schnelle und wirtschaftliche Reaktion auf derartige Veränderungen ermöglichen (Abb. 7.17).

Die Reaktionsfähigkeit des Wertstroms lässt sich wie der Fließgrad separat als end-to-end-Kennzahl berechnen, wird dabei aber auf unterschiedliche Weise von den unterschiedlichen Erfolgsfaktoren bzw. Wertstrombereichen beeinflusst. Diese Indikatoren lassen sich ebenfalls messen und ermöglichen somit eine gezielte Verbesserung der Reaktionsfähigkeit:



$$\text{Reaktionsfähigkeit (\%)} = \frac{\text{Anzahl zeitl. \& wirtschaftl. angemessen umgesetzter Änderungen}}{\text{Anzahl aller Änderungen}}$$

Abb. 7.17 Voraussetzungen für Reaktionsfähigkeit im Wertstrom

- Anlieferprozesse: Wiederbeschaffungszeit
- Produktionsprozesse: EPEI, OEE
- Logistikprozesse: Materialverfügbarkeit, interne Wiederbeschaffungszeit
- PPS, Organisation: Losgrößen
- Kundenprozesse: Transportwege

Geringe **Wiederbeschaffungszeiten** des Lieferanten ermöglicht die schnelle Umstellung auf veränderte Kundenwünsche oder auch die Verschiebung von Bestellmengen. Werden neue Produkte oder Teile konstruktiv verändert oder an Qualitäts- oder Sicherheitsvorgaben angepasst, unterstützt eine geringe Wiederbeschaffungszeit beim Lieferanten eine rasche Einführung und Umstellung des Wertstroms. Je schneller der Lieferant in der Lage ist, den Auftrag des betrachteten Unternehmens zu erfüllen und dem Unternehmen bereit zu stellen, umso kurzfristiger kann die Produktion reagieren.

Innerhalb der Produktion stellen ausreichende Kapazitäten inklusive vorgehaltener Flexibilität und eine möglichst geringe zeitliche Belegung von Kapazitäten durch geringe Losgrößen eine hohe Reaktionsfähigkeit sicher. Die Kapazitäten von Anlagen lassen sich anhand der Kennzahl **Gesamtanlageneffektivität/Overall Equipment Effectiveness (OEE)** analysieren (Abb. 7.18 und 7.19). Die OEE sagt aus, wieviel Zeit der maximal möglichen Laufzeit einer Anlage tatsächlich zur Produktion genutzt werden kann, bzw. wieviel Zeit für geplante und ungeplante Störungen, Reparaturen, Justieren, Kurzstillstände

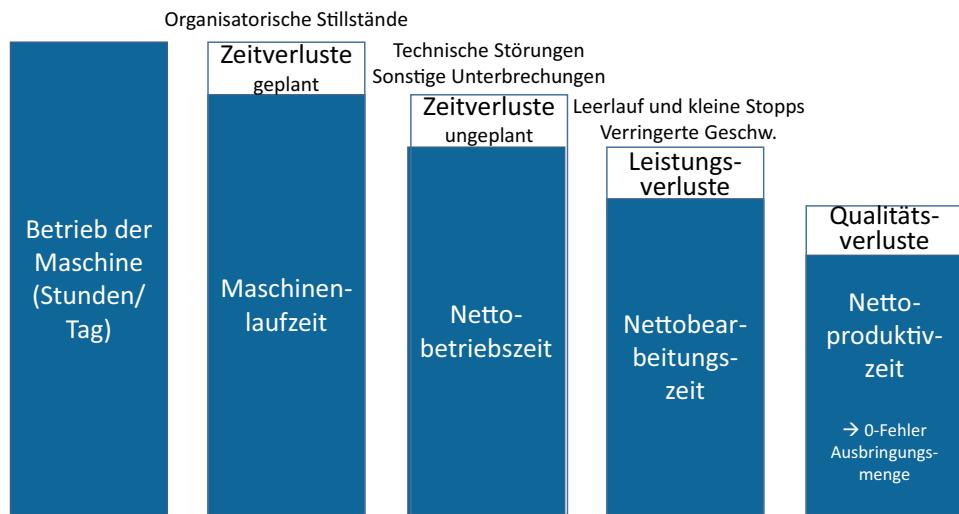


Abb. 7.18 Zusammensetzung Overall Equipment Effectiveness (OEE)



Abb. 7.19 Berechnung OEE

de, Ausschuss, Nacharbeit, etc. verloren geht. Die Rüstzeiten werden für diese Betrachtung nicht von der verfügbaren Laufzeit abgezogen, um die Betrachtung von Auswirkungen möglicher Losgrößenanpassungen nicht zu verfälschen. Diese Betrachtungsweise wird durch die Ermittlung des EPEI eingenommen.

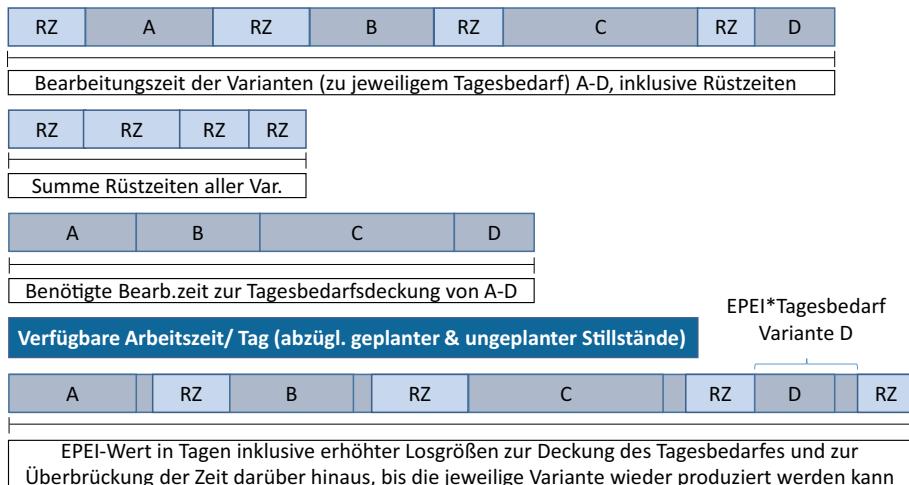


Abb. 7.20 Zusammensetzung Every Part Every Interval (EPEI)

Die Kennzahl **Every Part Every Interval (EPEI)** sagt aus, wie lange eine Anlage benötigt, um alle Varianten oder Produkte an der Anlage in der durchschnittlichen Kundenwunschkmenge zu produzieren, inklusive der dafür benötigten Rüstzeiten (Abb. 7.20). Dafür müssen die durchschnittlichen täglichen Bedarfe ermittelt werden, die zugehörigen Bearbeitungszeiten, sowie die Rüstzeiten je Variante. Die Summe aus diesen Zeiten, geteilt durch die verfügbare Arbeitszeit der Anlage (ermittelt durch die OEE), ergibt den EPEI der Anlage. Der EPEI multipliziert mit dem durchschnittlichen Tagesbedarf der jeweiligen Variante ergibt die Losgrößen, die produziert werden müssen, um den Bedarf solange decken zu können, bis dieselbe Variante wieder produziert werden kann. Ein geringer EPEI ermöglicht es dem Wertstrom sämtliche Varianten in geringen Zyklen zu produzieren, ohne durch zusätzliche Rüstvorgänge Kapazitäten der Anlage zu blockieren. Außerdem ermöglicht ein geringer EPEI bei Änderungen die zügige Umstellung auf verschiedene Varianten, ohne dass die Anlage durch hohe Losgrößen und lange Produktionszyklen blockiert wäre. Der Idealwert des EPEI liegt bei 1.

Ebenso wie die Wiederbeschaffungszeit von Lieferantenteilen ist die **interne Wiederbeschaffungszeit** eine wesentliche Einflussgröße auf die Reaktionsfähigkeit des Wertstroms, ebenso wie eine hohe **Materialverfügbarkeit** in der Produktion. Eine hohe Materialverfügbarkeit ermöglicht der Produktion die Reaktion auf Veränderungen ohne hohe Wartezeiten auf Materialien in Kauf nehmen zu müssen. Die interne Wiederbeschaffungszeit stellt dabei sicher, dass die benötigten Materialien auch zur richtigen Zeit, in der richtigen Menge am Verbrauchsort bereitgestellt werden. Die interne Wiederbeschaffungszeit sagt also aus, wie lange die Logistik benötigt, die notwendigen, im Unternehmen befindlichen Teile bereit zu stellen.

Zusammenhang Fließgrad, Durchlaufzeit und Reaktionsfähigkeit

Die Durchlaufzeit ist *der* wesentliche Bestandteil des Fließgrades und beschreibt die Zeit, die ein konkretes Produkt benötigt, um vom Wareneingang über die Produktion bis zum Warenausgang zu gelangen. Das beinhaltet auch die Zeiten, die das Produkt oder Teil in Puffern oder Lagern auf seine Weiterverarbeitung wartet.

Eine hohe Durchlaufzeit führt dazu, dass Ressourcen, Personal und Fläche für bestimmte Produkte lange beansprucht werden. Ändert sich die Nachfrage des Kunden, ist die Produktion blockiert und es würden möglicherweise Produkte produziert, die vorerst keinen Abnehmer finden. Wird die laufende Produktion aufgrund von wichtigen und eiligen Aufträgen unterbrochen, wurde dennoch Kapital in den unfertigen Produkten gebunden.

Ist die Produktion in der Lage durch geringe Durchlaufzeiten schnell auf unterschiedliche Produktvarianten umzuschalten, können veränderte Kundenanforderungen schneller umgesetzt und die Produktion auf eine veränderte Nachfrage angepasst werden. Die Produktion ist nicht langfristig blockiert, Lagerflächen nicht langfristig besetzt und Kapital so kurz wie möglich im Unternehmen gebunden.

Losgrößen sind nicht nur ein Maß für die produzierte Menge, sie sagen auch aus, wie lange die Produktion durch einen Fertigungsauftrag blockiert ist, bis eine Änderung eingeschleust werden kann. Losgrößen die vom Kundentakt abweichen erhöhen den EPEI, verringern allerdings die Rüstzeiten und möglicherweise auch Handlingaufwände, die durch geringere Losgrößen und dadurch möglicherweise verringerte Transportmengen zu einer erhöhten Transportfrequenz führen können. Große Losgrößen bedeuten im Wertstrom meistens einen hohen Bestand entlang der Wertschöpfungskette, der bei Änderungen des Produktes aufgrund von Konstruktion oder Qualitätsmängeln zu einem hohen Ausschuss führen kann und einen hohen Nachproduktionsaufwand nach sich zieht. Losgrößen lassen sich dabei nicht absolut bewerten, sondern müssen in ein Verhältnis gesetzt werden um aussagekräftig zu sein. Setzt man die bestehenden Losgrößen ins Verhältnis zu den Kundenbestellmengen kann die Reichweite der daraus resultierenden Bestände ermittelt werden.

Transportwege beeinträchtigen die Reaktionsfähigkeit des Wertstroms insofern, als dass auf der Länge der Transportstrecke Änderungen häufig nicht mehr angenommen werden können. Darüber hinaus bedeutet eine lange Transportstrecke einen hohen Work-in-Process innerhalb dieser Transportstrecke. Treten in dieser Zeit Erkenntnisse über mögliche Schäden oder Qualitätsmängel am fertigen Produkt auf, sind nicht nur alle Produkte innerhalb des Transportweges Ausschuss, sondern müssen auch schnell nachproduziert werden, um die Befriedigung der Nachfrage und die Liefertreue nicht zu gefährden.

Die Reaktionsfähigkeit lässt sich nicht direkt durch Addition oder Multiplikation der einzelnen Kennzahlen berechnen. Die genannten Messgrößen stellen demnach in erster Linie Indikatoren für die Reaktionsfähigkeit dar (Abb. 7.21). Die Messung erfolgt dem-

$\text{Wiederbeschaffungszeit Lieferant} = \frac{\text{Summe (Anlieferzeitpunkte} - \text{Bestellzeitpunkte})}{\text{Anzahl aller Bestellungen}}$
$\text{Gesamtanlageneffektivität/ Overall Equipment Effectiveness} - OEE (\%) = \text{Nutzungsgrad} * \text{Leistungsgrad} * \text{Qualitätsgrad}$
$\text{EPEI (Tage)} = \frac{\sum_{n=1}^n (\text{Bearbeitungszeiten} * \text{Stückzahlen}) + \sum_{n=1}^n \text{Rüstzeiten}}{\text{verfügbare Arbeitszeit an Anlage}}$
mit n= 1,2, 3,..., n Anzahl Varianten
$\text{interne Wiederbeschaffungszeit} = \frac{\text{Summe (Anlieferzeitpunkt} - \text{Materialabrufzeitpunkt)}}{\text{Gesamtmaterialanfragen}} * 100$
$\text{Materialverfügbarkeit (\%)} = \frac{\text{befriedigte Materialanfragen}}{\text{Gesamtmaterialanfragen}} * 100$
$\text{Losgrößen : Übersteigen die Losgrößen an einer Anlage die Kundenbestellmenge}$ $\text{entstehen Bestände mit einer Reichweite} = \frac{\text{Bestand}}{\text{Tagesbedarf}}$
$\text{Transportwege: durchschnittliche Transportzeit nach Produktionsende}$

Abb. 7.21 Reaktionsfähigkeit: Kennzahlen und Indikatoren

	Lieferanten	Produktion	Logistik	PPS, Organisation	Kunde/ Transport
Reaktions-fähigkeit	Wieder-beschaffungszeit,...	Gesamtanlagen-effektivität, Every Part Every Interval (EPEI),...	interne Wieder-beschaffungszeit, Material-verfügbarkeit,...	Losgrößen,...	Transportwege,...
Abhängigkeit von...	Entfernung der Lieferanten, Bestellmengen, Planungshorizont, ...	Laufzeit, Störungen, Rüstzeiten, Anzahl Varianten, Ausschuß,...	Sicherheits-beständen, Bereitstellung, Abruf-schwankungen,...	Rüstzeiten, Planungsaufwänden, Skaleneffekten, Planungshorizont,...	Entfernung zum Kunden, Routenplanung,...
Ansätze zur Erhöhung der Reaktions-fähigkeit	Segmentierung, Local Sourcing,....	Reduzierung Rüstzeiten und Losgrößen, Varianten-management, Gleichteile,...	JIS, Produktions-nivellierung, Anpassung Sicherheits-bestände,...	Selbststeuernde Regelkreise, Kundentakt, Wertstrom-orientierung, Engpass-orientierung, Schrittmacher-prozess,...	Routen-optimierung, Losgrößen-reduzierung, Produktions-netzwerk-optimierung,...

Abb. 7.22 Abhängigkeiten und Verbesserungsansätze zur Reaktionsfähigkeit

nach durch die Analyse aus Änderungsanfragen aus der Vergangenheit. Sinken die Reaktionszeiten auf die Änderungen, wurden die richtigen Rückschlüsse anhand der Indikatoren gezogen – wenn nicht, müssen die Abläufe bei Änderungsanfragen eingehender analysiert und hinterfragt werden, um die richtigen Stellhebel zu identifizieren (Abb. 7.22).

7.3.6 Variantenflexibilität

Die Variantenflexibilität des Wertstroms beschreibt die technische und organisatorische Fähigkeit, unterschiedliche Produktvarianten ohne erheblichen Mehraufwand zu produzieren. Dabei können die Produktvarianten in verschiedenen Mengen und je nach Unternehmensorganisation an unterschiedlichen Produktionsstandorten für unterschiedliche Kunden und Märkte produziert werden. Diese Fähigkeit äußert sich in den jeweiligen Wertstrobereichen auf unterschiedliche Art und Weise:

- Anlieferprozesse: Variantenflexibilität Lieferant
- Produktionsprozesse: Variantenflexibilität Produktion
- Logistikprozesse: Variantenflexibilität Logistik
- PPS, Organisation: Variantenflexibilität PPS, Organisation
- Kundenprozesse: Variantenflexibilität Transport

Die Variantenflexibilität wird maßgeblich von der Fähigkeit beeinflusst, verschiedene Produktvarianten mit einer hohen Anzahl an Gleichteilen herzustellen und die Varianz erst gegen Ende der Wertschöpfungskette zu erzeugen. Je später die Varianz oder Individualisierung der Produkte stattfindet, desto länger lassen sich die Prozesse für alle Varianten standardisieren und Synergien in Beschaffung, Produktion, Logistik, Organisation und Transport nutzen – das Gleiche gilt hinsichtlich der **Variantenflexibilität des Lieferanten**. Darüber hinaus wird diese durch die Fähigkeit beschrieben, unterschiedliche Varianten an unterschiedliche Standorte zu liefern, bzw. die lieferanteneigenen Produktionsstandorte anzupassen. Für das Kundenunternehmen ist diejenige Variantenflexibilität des Lieferanten entscheidend, die es ihm selbst ermöglicht, alle gewünschten Varianten im entsprechenden Zeitraum zu produzieren.

Die **Variantenflexibilität der Produktion** äußert sich in erster Linie in den technischen Möglichkeiten der Maschinen und Anlagen, mehrere Varianten zu produzieren und dies mit möglichst geringen Zusatzaufwänden hinsichtlich Rüstaufwänden und Qualifikation der Mitarbeiter. Letztere wird maßgeblich durch standardisierte Prozesse und Aufgaben vereinfacht. Gleiches gilt für die **Variantenflexibilität der Logistik**. Standardisierung ermöglicht dabei eine möglichst selbststeuernde Regelung der Materialbereitstellung.

Für die **Variantenflexibilität in Organisation, Planung und Steuerung** von Wertströmen ist relevant, dass weder eine Erhöhung der Variantenvielfalt, noch die damit womöglich einhergehende Verschiebung der Bestellstrukturen der Kunden hin zu kleineren Mengen über mehrere Varianten verteilt zu einer überproportionalen Steigerung

Variantenflexibilität je Wertstromprozess = Anzahl wirtschaftlich möglicher Varianten

$$\text{Variantenflexibilität} = \min (\text{Variantenflexibilität Lieferant}, \\ \text{Variantenflexibilität Produktion}, \\ \text{Variantenflexibilität Logistik}, \\ \text{Variantenflexibilität PPS/Organisation}, \\ \text{Variantenflexibilität Transport})$$

Abb. 7.23 Variantenflexibilität: Berechnungsmöglichkeit

der Aufwände führt. Kleinere Bestellmengen können beispielsweise bei hohen Losgrößen in der Produktion zu einer noch größeren Zusammenfassung von Kundenaufträgen zu Fertigungsaufträgen führen und dadurch die Bestände erhöhen und die Flexibilität des Wertstromes einschränken. Ist die Organisation nicht in der Lage, sich schnell und aufwandsarm auf diese Veränderungen einzustellen, können die bestehenden Prozesse die Komplexität nicht mehr wirtschaftlich beherrschen.

Variantenflexibilität im Transport äußert sich vor allem in den gemeinsamen Nutzungsmöglichkeiten von Transportmitteln und -wegen. Dafür notwendig sind ähnliche Packungsgrößen der Varianten.

Die Variantenflexibilität des Wertstroms ist das Minimum aller Variantenflexibilitäten, das bedeutet der Wertstrobereich mit der geringsten Variantenflexibilität begrenzt die Variantenflexibilität des Wertstroms (Abb. 7.23). Die Definition und Erfassung zugehöriger Kennzahlen ist schwierig und muss anhand der Gegebenheiten im Unternehmen erfolgen (Abb. 7.24).

	Lieferanten	Produktion	Logistik	PPS, Organisation	Kunde/ Transport
Variantenflexibilität	Anzahl lieferbarer Varianten, Gleichteile, ...	Anzahl produzierbarer Varianten, Entkopplungspunkt, ...	Anzahl handhabbarer Varianten, Gleichteile, ...	Anzahl plan- und steuerbarer Varianten → Zusatzaufwände, ...	Anzahl transportierbarer Varianten, ...
Abhängigkeit von...	Produktspektrum des Lieferanten, ...	Anlagenflexibilität, Rüstaufwänden, Qualifikation, ...	Behältern, Transportmitteln, Qualifikation, ...	Kapazitäten & Qualifikation Mitarbeiter, ...	Packungsgrößen, Transportmitteln, ...
Ansätze zur Flexibilitäts-erhöhung	Lieferanten-auswahl, Mass Costumization, ...	Reduktion Rüstaufwände, Anlagenredundanz, Anlagenauswahl, ...	Verringerung Handlingaufwände, innerbetriebliche Transport-optimierung, ...	Prozessoptimierung, Standardisierung, ...	Transportmittel-optimierung, ...

Abb. 7.24 Abhängigkeiten und Verbesserungsansätze zur Variantenflexibilität

7.3.7 Innovationsgrad

Der Innovationsgrad des Wertstroms ist eine schwer messbare und theoretische Kennzahl. Wichtig ist dabei, Innovationen nicht nur auf die Produkte selbst zu beziehen, sondern in sämtlichen Wertstrombereichen nach Möglichkeiten zu suchen, Sprünge in der Entwicklung zu machen und sich entscheidende Wettbewerbsvorteile zu sichern. Lassen sich die Innovationsgrade der einzelnen Erfolgsfaktoren und Wertstrombereiche ermitteln, ergibt sich der Innovationsgrad des Wertstroms als Durchschnitt aus diesen:

- Anlieferprozesse: Innovationsgrad Lieferant
- Produktionsprozesse: Innovationsgrad Produktion
- Logistikprozesse: Innovationsgrad Logistik
- PPS, Organisation: Innovationsgrad Organisation
- Kundenprozesse: Innovationsgrad Transport

Die Messung eines Innovationsgrades ist meist nur quantitativ möglich, beispielsweise durch die Anzahl der Innovationen im Verhältnis zu der gewünschten Anzahl oder im Verhältnis zu Benchmark-Werten. Eine qualitative oder inhaltliche Bewertung in Form von Kennzahlen ist dagegen schwierig. Einer qualitativen Bewertung kann man sich durch die Einordnung einzelner innovativer Ansätze in deren Umsetzungsmöglichkeiten, deren tatsächlichen Umsetzung und deren Wirksamkeit nähern.

Der **Innovationsgrad der Lieferanten** bezieht sich auf die Fähigkeit des Lieferanten, neue Konzepte zur Anlieferung und Bereitstellung zu entwickeln und darüber hinaus den Konstruktions- und Entwicklungsprozess des betrachteten Unternehmens positiv zu beeinflussen. Dies gilt neben Produkten auch für Container, Behälter, Transportmittel und Verpackungen.

Der **Innovationsgrad der Produktion** zeigt sich in der Entwicklung und im Einsatz neuer Technologien, neuer Produktionskonzepte, aber auch innovativer Rüstvorgänge, Wartungsprinzipien oder Instandhaltungsprozesse. Auch der innovative Umgang mit Mitarbeitern, deren Qualifikation und Ausbildung oder deren Kommunikationsmöglichkeiten beeinflusst den Innovationsgrad der Produktion.

Ein hoher **Innovationsgrad der Logistik** ermöglicht neue Bereitstellungsstrategien, Ein- und Auslagervorgänge, Bereitstellungsprinzipien, Bestandsermittlungen und den Umgang mit Losgrößen. Neue Lagertechnologien, die Nutzung innovativer Systemunterstützungen oder Optimierungsmethoden erhöhen ebenfalls den Innovationsgrad.

In **Planung, Steuerung und Organisation** äußert sich der **Innovationsgrad** maßgeblich in neuen Informationssystemen, die die Vernetzung von Mitarbeitern und Ressourcen im Wertstrom ermöglichen und dadurch positive Effekte in Zeitersparnis oder Ressourcenbedarf erzielen. Auch die Umstellung auf neuartige Organisationsformen und Nutzung moderner Kommunikations- und Planungsmethoden wirken sich auf den Innovationsgrad aus. Darüber hinaus können Entlohnungsmodelle, Bewertungsmodelle und -methoden,

$$\text{Innovationsgrad je Wertstromprozess} = \frac{\text{Anzahl umgesetzter Innovationen}}{\text{Anzahl vorgegebener Innovationen}}$$

$$\text{Innovationsgrad Wertstrom} = \frac{\text{Durchschnitt}(Innovationsgrad Lieferant + \text{Innovationsgrad Produktion} + \text{Innovationsgrad Logistik} + \text{Innovationsgrad Planung, Steuerung, Organisation} + \text{Innovationsgrad Transport})}{}$$

Abb. 7.25 Innovationsgrad: Berechnungsmöglichkeit

Qualitäts- und Servicekonzepte oder Controlling-Instrumente die Wettbewerbsfähigkeit des Wertstromes verbessern.

Der **Innovationsgrad im Transport** kann durch neuartige Ideen für Transportmittel, -behälter, und -wege erhöht werden, genauso wie durch die Entwicklung von Zusammenarbeits- oder Kommunikationsmodellen mit dem Kunden, Produktverfolgungsmethoden, Kundenbindungsangebote, Service- oder Gewährleistungskonzepte.

Die Ermittlung der einzelnen Innovationsgrade wird dabei in Abhängigkeit von Vergleichswerten ermittelt. Die Umsetzung von Innovationen eines bestimmten Zeitraumes steht dabei beispielsweise im Verhältnis zu von der Geschäftsführung gewünschten Innovationen oder zu denen, welche Wettbewerber oder andere Bereiche erreichen konnten. Der Gesamtinnovationsgrad ist dann der Durchschnittswert aller Innovationsgrade der Wertstromprozesse (Abb. 7.25). Die Abhängigkeiten und Verbesserungsansätze zum Innovationsgrad unterliegen branchenabhängigen und unternehmenseigenen Gegebenheiten, dementsprechend ist eine generische Vorgehensweise zur Ermittlung der Innovationsgrade schwierig (Abb. 7.26).

	Lieferanten	Produktion	Logistik	PPS, Organisation	Kunde/ Transport
Innovationsgrad	Innovationsgrad des Lieferanten,...	Innovationsgrad der Produktion,...	Innovationsgrad der Logistik,...	Innovationsgrad in der Organisation,...	Innovationsgrad im Transport,...
Abhängigkeit von...	Anzahl Innovationen des Lieferanten,...	Anzahl Innovationen in Technologien,...	Anzahl Innovationen in der Logistik,...	Anzahl Innovationen in Organisation,...	Anzahl Innovationen im Transport,...
Ansätze zur Erhöhung des Innovationsgrades	Anlieferkonzepte, Behälterkonzepte...	Technologie-management, Material-innovationen,...	Lagertechnologien, Behälter-innovationen, System-unterstützung,...	Innovations-management, Kommunikations-konzepte, Planungssysteme, Entlohnungsan-reize, Mitarbeiter-entwicklung,...	Geschäftsmodelle,...

Abb. 7.26 Abhängigkeiten und Verbesserungsansätze zum Innovationsgrad

Um von einem reinen Messprozess zu einem Steuerungsprozess zu kommen, müssen die Erkenntnisse, die aus den Kennzahlen generiert werden, Optimierungsmaßnahmen auslösen. Dazu werden die Kennzahlen analysiert und die größten Potenziale identifiziert. Diese Potenziale müssen auf das tatsächliche Problem und zugehörige Ursachen eingegrenzt werden, so dass eine weiterführende Analyse effektiv durchgeführt werden kann.

Der Ist-Zustand der bestehenden Prozesse schafft Transparenz und macht Stellhebel sichtbar, die zur Verbesserung der auslösenden Kennzahlen beitragen. Der Ideal-Zustand gibt die Zielrichtung für die betrachteten Prozesse vor und ermöglicht es, über bestehende Strukturen hinweg zu denken und mögliche, neue Ideen und Lösungen in Betracht zu ziehen. Der Soll-Zustand übersetzt den Ideal-Zustand in bestehende Strukturen und Restriktionen. Dabei entstehen in der Regel mehrere Alternativen und nicht nur eine Lösung. Diese Alternativen müssen miteinander verglichen und bewertet werden, um die bestmögliche Alternative auszuwählen. Sind die Maßnahmen umgesetzt müssen die Kennzahlen weiterhin überprüft werden und bei neuen Auslösern den Steuerungsprozess erneut anstoßen (Abb. 8.1).

8.1 Ursachenanalyse und Problemeingrenzung

Anhand von Kennzahlen werden Probleme oder Auswirkungen offenbart, deren Ursachen meist erst ermittelt werden müssen, da es mehrere potenzielle Gründe für die Veränderung eines Kennwertes geben kann. Dementsprechend werden durch strukturiertes Vorgehen die Ursachen für mögliche Probleme identifiziert, um anschließend grundlegende Analysen am Prozess der Ursache durchführen und gezielte Maßnahmen ableiten zu können.

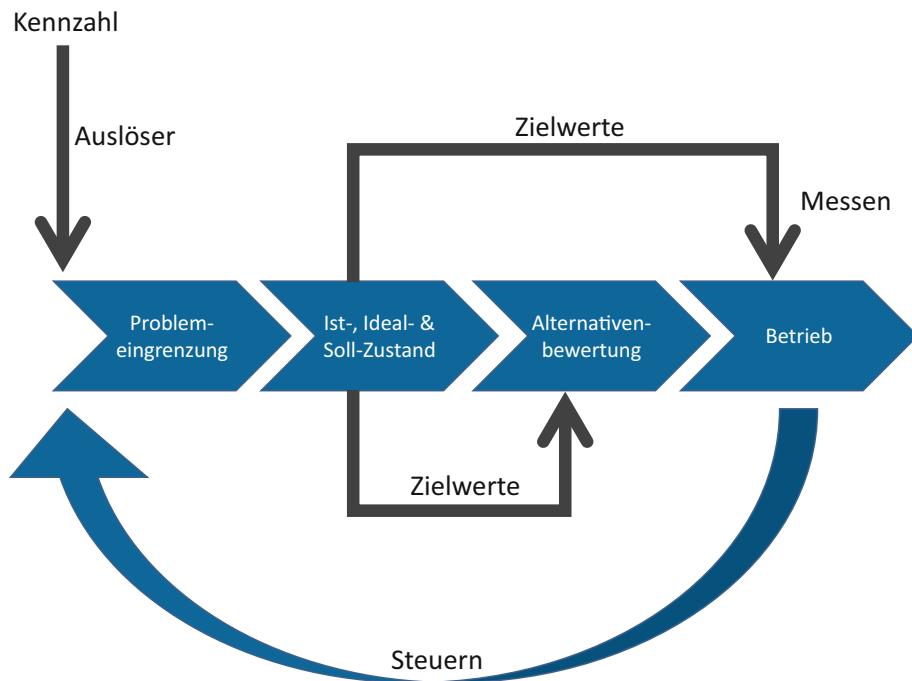


Abb. 8.1 Regelkreis Messen – Steuern

8.1.1 Analyse von Ursache und Wirkung nach Ishikawa

Das Ishikawa-Diagramm oder Fischgrätdiagramm bietet dem Anwender die Möglichkeit, mit mehreren Beteiligten ein Problem auf seine Ursachen hin zu untersuchen und Lösungsansätze mit notwendigen Anforderungen und Rahmenbedingungen abzuleiten. Dadurch können die wesentlichen Ansatz- und Handlungsschwerpunkte identifiziert und somit das Problem eingegrenzt werden.

Dazu werden unterschiedliche Haupteinflussgrößen identifiziert, die das beschriebene Problem maßgeblich beeinflussen und zur genannten Wirkung einen Beitrag leisten. Diese Haupteinflussgrößen werden dann nach möglichen Ursachen untersucht und hinterfragt. Eine gängige Klassifizierung der Haupteinflussgrößen ist die Unterteilung in die 6 Ms – Mensch, Maschine, Material, Methode, Mitwelt, Messsystem. Bei Bedarf können aber auch andere Haupteinflussgrößen gewählt werden.

Mögliche Kategorisierung der Haupteinflussgrößen nach den 6 Ms

- Mensch
 - Maschine
 - Material
 - Methode
 - Mitwelt
 - Messsystem

Zur Vorbereitung wird das Problem bzw. die Wirkung ans Ende des Diagramms gesetzt und davon ausgehend die verschiedenen Haupteinflussgrößen als Äste bzw. Fischgräten abgebildet. Die darin enthaltenen möglichen Ursachen werden dann entlang dieser Äste aufgetragen. Zur Ermittlung möglicher Ursachen innerhalb der Haupteinflussgrößen können sowohl Kontrollfragen herangezogen, als auch die offene Frage nach möglichen Ursachen innerhalb der Haupteinflussgröße gestellt werden. Die ermittelten Ursachen können sich zudem weiter verzweigen, die zugehörige Struktur wird im Rahmen eines Brainstormings festgelegt (Abb. 8.2). Anschließend werden die ermittelten Ursachen bewertet und wenn möglich priorisiert und in eine Reihenfolge gebracht, um das weitere Vorgehen auf die wesentlichen Ursachen konzentrieren zu können.

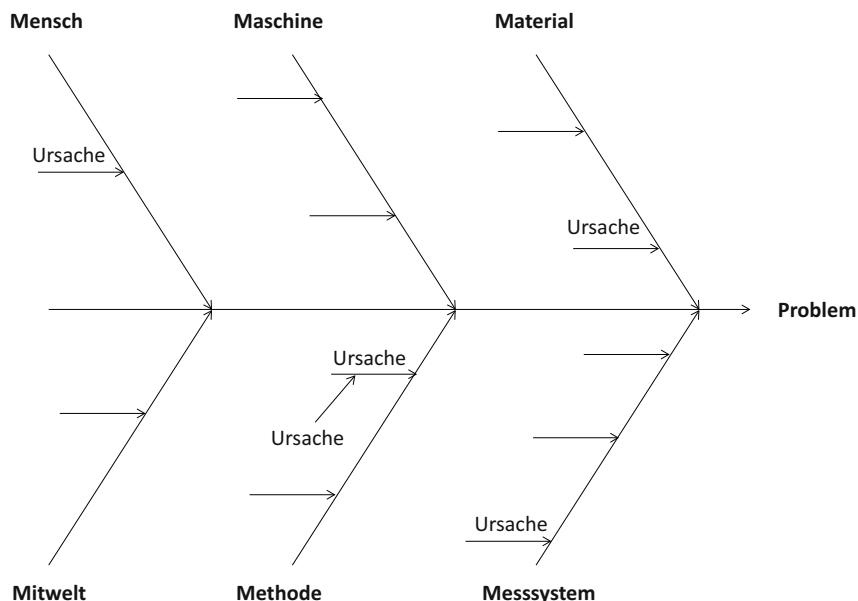


Abb. 8.2 Beispiel: Aufbau eines Ishikawa-Diagramms

Vorgehensweise zur Erstellung des Ishikawa Diagramms

- Definition des Problems (z. B. geringer Fließgrad) oder der gewünschten Wirkung (z. B. Erhöhung des Fließgrads)
- Festlegung der Haupteinflussgrößen (z. B. 6 Ms)
- Ermittlung der Ursachen innerhalb der Haupteinflussgrößen
- Bewertung und Priorisierung der Ursachen
- Auswahl wesentlicher Ursachen zur weiteren Analyse

Kontrollfragen zum Einflussfaktor Mensch

- Werden alle Standards befolgt?
- Wird effizient gearbeitet?
- Werden Probleme identifiziert und beachtet?
- Wird verantwortungsbewusst gehandelt?
- Sind die Mitarbeiter angemessen qualifiziert?
- Kann ausreichend Erfahrung in den Prozess eingebracht werden?
- Existieren passende Arbeitsplätze?
- Werden Verbesserungen angestrebt?
- Werden zwischenmenschliche Beziehungen gepflegt?
- Sind die gesundheitlichen Voraussetzungen vorhanden?
- ...

Kontrollfragen zum Einflussfaktor Maschine

- Werden die Anforderungen des Prozesses erfüllt?
- Werden die Anforderungen der Produktion getroffen?
- Wird ordnungsgemäß gewartet?
- Werden häufige Stillstände möglicherweise mechanisch verursacht?
- Werden die Genauigkeiten eingehalten?
- Sind ungewöhnliche Geräusche zu hören?
- Steht die Maschine an der richtigen Stelle?
- Werden ausreichend Maschinen für den Prozess vorgehalten?
- Gibt es sonstige Probleme?
- ...

Kontrollfragen zum Einflussfaktor Material

- Werden Volumina eingehalten?
- Werden Qualitätsanforderungen eingehalten?
- Ist das Material von der richtigen Marke?
- Sind Verunreinigungen festzustellen?
- Ist der Bestand angemessen?
- Werden Verschnitte und Ausschuss minimiert?
- Wird das Material angemessen transportiert?
- Ist das Material in der richtigen Zeit am richtigen Ort?
- Werden die Transportwege minimiert?
- Sind die richtigen Standards vorgegeben?
- ...

Kontrollfragen zum Einflussfaktor (Arbeits-)Methode

- Werden geeignete Standards vorgegeben?
- Werden die Standards regelmäßig überarbeitet?
- Führt die Methode zu den gewünschten Ergebnissen?
- Führt die Methode in angemessener Zeit zu den gewünschten Ergebnissen?
- Führt die Methode mit angemessenem Aufwand zu den gewünschten Ergebnissen?
- Sind die einzelnen Methodenschritte in der richtigen Reihenfolge?
- Sind alle Schritte notwendig?
- Werden die wesentlichen Rahmenbedingungen (z. B. Temperatur) geschaffen?
- Sind die Schnittstellen eindeutig definiert?
- Sind die Verantwortlichen aller Schritte festgelegt?
- ...

Kontrollfragen zum Einflussfaktor Mitwelt

- Sind alle gesetzlichen Rahmenbedingungen bekannt?
- Werden alle gesetzlichen Rahmenbedingungen eingehalten?
- Können alle Verbrauchs-, Emissions- und sonstige Werte ermittelt werden?
- Existieren klare Maßnahmen zur Erreichung von Zielwerten?
- Können die Zielwerte mit den gesetzten Maßnahmen erreicht werden?

- Wurden die Maßnahmen von Wettbewerbern, anderen Branchen oder anderen Bereichen auf eigene Anwendungsmöglichkeiten überprüft?
- Sind die Verantwortlichen aller Schritte festgelegt?
- Sind die Anforderungen von Stakeholdern und Management bekannt?
- Können die Anforderungen von Stakeholdern und Management erfüllt werden?
- ...

Kontrollfragen zum Einflussfaktor Messsystem

- Werden geeignete Standards zur Datenerfassung vorgegeben?
- Werden die Daten und Standards regelmäßig überprüft und überarbeitet?
- Sind geeignete Kennzahlen etabliert?
- Sind geeignete Messpunkte festgelegt?
- Wird gezielt anhand von Messwerten gesteuert?
- Werden mit den abgeleiteten Maßnahmen die gewünschten Zielwerte erreicht?
- Werden geeignete Systeme zur Datenerfassung, Messung und Steuerung eingesetzt?
- Sind die Verantwortlichen aller Schritte festgelegt?
- Werden die Ist-Kosten aller Prozesse gemessen?
- Werden geeignete Maßnahmen zur Kostensenkung ergriffen?
- ...

8.1.2 6-W-Methode

Die 6-W-Methode hilft, Informationen zu detaillieren, wesentliche Inhalte zu identifizieren und richtige Zusammenhänge zu erkennen. Dadurch können die tatsächlichen Ursachen erkannt und das Problem eingegrenzt werden. Durch gezieltes Nachfragen „Wer hat was wann wo wie warum getan?“ werden möglichst viele potenzielle Ursachen adressiert und somit verhindert, dass lediglich an den Symptomen gearbeitet wird, anstatt den eigentlichen Problemen auf den Grund zu gehen (Abb. 8.3).

Fragen	Was...	Wer...	Wo...	Wann...	Wie...	Warum...
1	... muss getan werden?	... macht den Prozess/ die Tätigkeit?	... wird der Prozess/ die Tätigkeit getan?	... wird der Prozess/ die Tätigkeit getan?	... wird der Prozess/ die Tätigkeit getan?	... wird es getan?
2	... wird gerade getan?	... macht den Prozess momentan?	... wird es momentan getan?	... wird es tatsächlich getan?	... wird es tatsächlich getan?	... sollte es getan werden?
3	... sollte eigentlich getan werden?	... sollte den Prozess momentan machen?	... sollte es getan werden?	... sollte es getan werden?	... sollte es getan werden?	... sollte es an dieser Stelle getan werden?
4	... könnte noch getan werden?	... könnte es sonst noch machen?	... könnte es noch getan werden?	... könnte es noch getan werden?	... könnte es noch getan werden?	... sollte es zu dieser Zeit getan werden?
5	... sollte noch getan werden?	... sollte es sonst noch machen?	... sollte es noch getan werden?	... sollte es noch getan werden?	... könnte es woanders auch getan werden?	... sollte es auf diese Weise getan werden?
6	... wird an muda, mura, muri verursacht?	... verursacht muda, mura, muri?	... wird muda, mura, muri verursacht?	... werden muda, mura, muri verursacht?	... wird muda, mura, muri verursacht?	... wird muda, mura, muri verursacht?

Abb. 8.3 6-W-Fragen

8.2 Ist-, Ideal- und Soll-Zustand

Nach der Identifizierung der problematischen Prozessschritte, müssen diese transparent dargestellt werden, um die richtigen und notwendigen Maßnahmen zur Verbesserung abzuleiten. Der **Ist-Zustand** macht durch die strukturierte Abbildung der bestehenden Prozesse die vorhandenen Potenziale deutlich.

Der **Ideal-Zustand** zeigt auf, wie der optimale Zustand des betrachteten Prozesses aussähe, wenn bestehende Restriktionen und Einschränkungen außen vor gelassen werden könnten. Der Ideal-Zustand ist vor allem deshalb wichtig, weil er es dem Betrachter ermöglicht, über bestehenden Grenzen hinweg zu denken und möglicherweise neue Ideen und Lösungsansätze zu generieren. Wird der realistische Soll-Zustand direkt aus dem bestehenden Ist-Zustand entwickelt, werden mögliche, bestehende Kompromisslösungen mit in den Soll-Prozess übernommen, ohne zu überprüfen, ob es bessere Lösungen gäbe, oder ob der Kompromiss tatsächlich notwendig ist. Ausgehend vom Ideal-Zustand dagegen, wird rückwärtsgerichtet der Soll-Zustand mit bestmöglichen Prozessen ausgestattet. Nichtsdestotrotz wird dieser Schritt in der Praxis häufig ausgelassen, da es unter gegebenen Randbedingungen schwierig ist, diese auszublenden und sich von bestehenden Prämissen zu lösen. Dann kann nicht mehr sichergestellt werden, dass die bestmöglichen Soll-Konzepte entwickelt werden. Der Ideal-Zustand eines Prozesses oder Ablaufes erfüllt in der Regel alle Prinzipien des Lean Management und sonstige Gestaltungsprinzipien, die dem Prozess zugrunde gelegt werden.

Durch Hinzunahme der bestehenden Restriktionen zum Ideal-Zustand, wird ein gültiger **Soll-Zustand** sukzessive an die Gegebenheiten angepasst und realistische Zustände gebildet, die dem Ideal-Zustand so nahe wie möglich kommen.

8.2.1 Wertstrommethode

Unternehmen versuchen kontinuierlich ihre Prozesse zu optimieren, um die Leistungsfähigkeit ihrer eigenen Produktionssysteme zu erhöhen. Dabei ist die Reduzierung der Durchlaufzeiten maßgeblich, da sowohl technischer Fortschritt, als auch die Reduzierung der reinen Prozesszeiten zu geringeren Potenzialen führt, als die Vermeidung von Verschwendungen sämtlicher Prozesse. Die Wertstrommethode hilft dabei, eine ganzheitliche Sichtweise der Prozesse einzunehmen und Potenziale und somit Nicht-Wertschöpfung bzw. Verschwendungen im Ablauf der Produktion und der dazugehörigen Steuerung zu identifizieren. Die Wertstrommethode beinhaltet die Schritte Wertstromanalyse zur Ermittlung des Ist-Zustandes, Wertstromdesign zur Konzipierung des Soll-Zustandes und die zugehörige Umsetzung. Die Betrachtung des gesamten Wertstroms als Grundlage einer Optimierung ermöglicht es dem Anwender oder Planer den Produktionsablauf als Ganzes zu betrachten und Insellösungen oder lokale Optima zu vermeiden und anstatt dessen ein Gesamtoptimum anzustreben. Der Wertstrom umfasst dabei alle wertschöpfenden und nicht-wertschöpfenden Tätigkeiten, die bis zur Übergabe des Produktes an den Kunden durchgeführt werden (Abb. 8.4).

Die Wertstrommethode ist ein Instrument zur Umsetzung der schlanken Methoden und wird zur Visualisierung, Analyse und Optimierung von Prozessen in Produktion und Logistik eingesetzt. Bei der Wertstromanalyse der Fabrikzustände werden neben Produktionskennzahlen auch Material- und Informationsströme aufgenommen und daraus ein anzustrebender Zielzustand im Wertstromdesign entwickelt, der idealerweise keine Verschwendungen mehr enthält.

Die Vorgehensweise der Wertstrom-Systematik umfasst die folgenden 4 Schritte:

1. Auswahl einer Produktfamilie,
2. Erfassen des Ist-Wertstroms,
3. Ausarbeiten von Potenzialen,
4. Ableiten des Soll-Wertstroms.

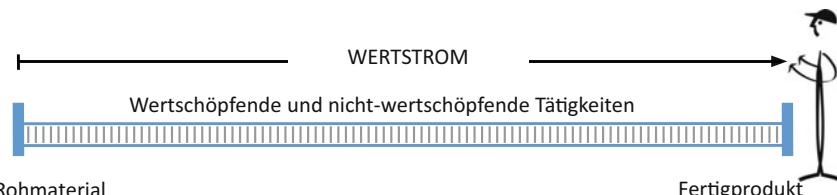


Abb. 8.4 Wertstromsicht

8.2.1.1 Auswahl einer Produktfamilie

Ziel der Wertstromanalyse ist es, durch die umfassende, aber einfache und transparente Darstellung des gesamten Produktionsablaufes und der zugehörigen Rahmenbedingungen ein Gesamtverständnis für die Funktionsweise des Unternehmens und die Produktion zu erzeugen. Bevor mit der eigentlichen Wertstromabbildung begonnen werden kann, muss zunächst eine geeignete Produktfamilie ausgewählt werden, für welche die Analyse durchgeführt werden soll. Eine Produktfamilie zeichnet sich dadurch aus, dass die zugehörigen Produkte große Ähnlichkeiten hinsichtlich der zu durchlaufenden Fertigungsschritte und der im Produktionsprozess benötigten Ressourcen aufweisen. Die Segmentierung des Produktsortiments in Produktfamilien kann durch die Bildung von Produktionsablaufschemata und Ableitung einheitlicher Anforderungen an die Betriebsmittel geschehen. Die Auswahl einer für die Methode geeigneten Produktfamilie kann nach unterschiedlichen Gesichtspunkten, wie zum Beispiel dem Anteil am Gesamtumsatz, der Komplexität des Produktionsablaufs oder auch der Wichtigkeit des Endkunden geschehen und ist immer unternehmensspezifisch abzuwägen. Bezüglich der späteren Wertstromaufnahme ist ein typisches Produkt als Repräsentant der Produktfamilie zu wählen, dessen aufgenommene Kenndaten auf die weiteren Produkte übertragen werden können.

Kriterien zur Produktfamilienauswahl

- Anteil am Gesamtumsatz
- Komplexität des Produktionsablaufs
- Wichtigkeit des Kunden
- Kundenmärkte
- Etc.

8.2.1.2 Erfassen des Ist-Wertstroms

Die Wertstomaufnahme zeigt dem Anwender, welche Prozesse das ausgewählte Produkt bzw. die ausgewählte Produktfamilie vom Lieferanten bis zu den Kunden durchläuft. Dabei werden neben Kernprozessen, die mit dem Produkt arbeiten und damit den Materialfluss betreffen, auch unterstützende Planungs-, Steuer- und Kontrollprozesse durch die Aufnahme von Informationsflüssen einbezogen. Die einzelnen Produktionsprozesse werden gemäß der Ablauffreihenfolge abgebildet. Ein Prozess ist dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Bearbeitungsschritten der Materialfluss nicht unterbrochen wird. Er kann sich folglich aus einem oder auch mehreren Arbeitssystemen zusammensetzen, so lange keine Bestände zwischen den Arbeitsschritten gelagert werden. Jegliche Bestandsmengen, die vor oder zwischen den Produktionsprozessen auftreten, sind durch ein für ein Lager stehendes Dreiecksymbol aufzunehmen und durch die gelagerte Menge an Rohmaterialien, halbfertigen Teilen oder Fertigwaren zu ergänzen.

Das oberste Prinzip der schlanken Produktion stellt den Kunden in den Mittelpunkt der Betrachtung und richtet alle Prozesse auf die Erfüllung seiner Bedürfnisse aus. Nach Aufnahme der Kundennachfrage erfolgt die Erfassung der grundlegenden Produktionsprozesse. Die Betrachtung erfolgt dabei vor Ort und flussaufwärts, vom Endprodukt bis zur Anlieferung des Rohmaterials. Durch diese Vorgehensweise wird die Kundenperspektive aus Sicht des im Moment betrachteten Prozesses eingenommen. Somit wird die Optimierung des Gesamtablaufes sichergestellt und Insellösungen für Einzelprozesse vermieden. Zum Materialfluss gehören:

- „Fertigen“ – Bearbeiten und Prüfen,
- „Bewegen“ – Transportieren und Handhaben und
- „Ruhern“ – Lagern und Warten.

Der Materialfluss im Wertstrom beschreibt die logischen Zusammenhänge der Prozesse (Ablaufreihenfolge der Produktionsschritte), vom Rohmaterial bis hin zum fertigen Produkt in Form eines Prozessbildes. Hier werden sowohl Bearbeitungsschritte, Transport und Bestände systematisch erfasst. Die Prozesse werden durch einen Prozesskasten dargestellt und die dazugehörigen Prozessparameter werden in einem Datenkasten erfasst (Abb. 8.5).

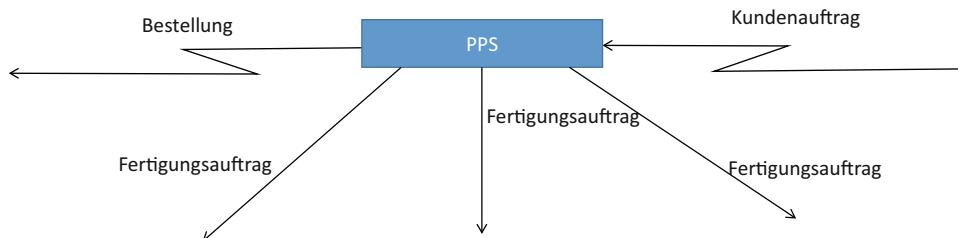
Die Daten der Prozesse bzw. Prozessparameter enthalten je nach Bedarf:

- Zykluszeit (ZZ) [Sek.]: Zeitspanne die nötig ist, um ein Teil zu bearbeiten,
- Rüstzeit (RZ) [Sek.]: Benötigte Zeit, um eine Maschine/einen Prozess auf eine andere Variante umzustellen,
- Maschinenverfügbarkeit (MV) [%] (siehe auch Abschn. 4.2),
- Anzahl Mitarbeiter: Anzahl FTE (siehe auch Abschn. 5.2) zur Durchführung eines Prozesses und Anzahl der gefahrenen Schichten,
- Zahl der Produktvarianten, die über den Prozess laufen,
- Behältergröße für Fertigteile [Stück/Behälter],
- Verfügbare Arbeitszeit pro Schicht [Sek.] abzüglich der Pausen und Unterbrechungen,
- Ausschussquote [%] (siehe auch Abschn. 4.4),
- Nacharbeitungsquote [%] (siehe auch Abschn. 4.4).

Nach der Ermittlung der Materialflüsse und der Belegung mit Bestandsmengen und Daten im Diagramm, erfolgt die Aufnahme der Informationsflüsse. Der Kunde initiiert mit einer Bestellung, dass Informationen flussaufwärts die einzelnen Abteilungen durchlaufen und in den Produktionsplan eingehen, der die Arbeiter darüber informiert, in welcher Reihenfolge und Stückzahl Teile herzustellen sind. Die Hauptaufgabe übernimmt dabei das Produktionsplanungs- und Steuerungssystem (PPS), welches Informationen der Kunden und der Produktion in Einklang bringt und Aufträge an einzelne Prozesse verteilt. Die Darstellung der Informationsflüsse erfolgt durch Pfeile, der Informationsinhalt wird mit angegeben (Abb. 8.6).

**Abb. 8.5** Wertstromsymbole

Beim Informationsfluss geht es in erster Linie darum, wie ein Auftrag vom Kunden in die einzelnen Fertigungsstationen gelangt. Darüber hinaus beschreibt dieser, wie Material bereitgestellt, als auch in Richtung der Zulieferung disponiert wird. Der Informationsfluss umfasst somit folgende Teilprozesse:

**Abb. 8.6** Informationsfluss im Wertstrom

- Erfassen von Kundenaufträgen,
- Materialdisposition,
- Betriebsmitteldisposition,
- Personaleinsatz,
- Auftragssteuerung,
- Logistiksteuerung,
- Dimensionierung der Bestands- und Dispositionsgrößen.

Diese einzelnen Teilprozesse werden als indirekte Tätigkeiten bezeichnet, die notwendig sind, um ein Produkt durch den Fabrikbetrieb zu steuern und entsprechendes Material und Personal bereit zu stellen. Um im Rahmen des vorliegenden Planungsprozesses ein Gesamtbild des betrachteten Wertstroms zu erhalten, müssen diese Teilprozesse identifiziert und abgebildet werden. Neben der Wertstromanalyse in Bezug auf den Informations- und Materialfluss, können für eine ganzheitliche Betrachtung zusätzlich die Prozesskosten für alle bzw. ausgewählte Teilprozesse mit erfasst werden. Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, dass nicht nur die technische Sicht in die anschließende Bewertung, sondern auch die kaufmännische Sicht in Form von den entsprechenden Kosten mit einfließt. Insbesondere bei der Ausplanung der Soll-Wertströme spielen die Veränderungen in den Prozesskosten neben den Investitionen und Einsparungen eine entscheidende Rolle. Der Fokus bei der Aufnahme der Prozesse und deren Verknüpfungen liegt auf dem Hauptfluss der Schlüsselkomponente des Referenzproduktes der Produktfamilie – abzweigende oder separat zulaufende Prozesse werden in separaten Wertströmen erfasst. Bei der Erfassung des Materialflusses kommt den Beständen in Puffern und Lagern eine besondere Rolle zu. Sie sind Anzeichen eines Stillstandes im Materialfluss und stellen erste Ansatzpunkte für die Diskussion in der folgenden Optimierung dar. Bestände im Produktionsablauf werden anhand eines Dreiecks dargestellt und die Anzahl der jeweiligen Teile, die an dieser Stelle entweder zwischengepuffert werden oder aufgrund von nicht synchronisierten Prozessen gelagert werden müssen, eingetragen. Die Reichweite des Bestandes berechnet sich durch die Anzahl der Teile im Verhältnis zum durchschnittlichen Verbrauch des Produktes (siehe auch Abschn. 4.5).

Aufgabe der Wertstromanalyse ist die Ermittlung der Durchlaufzeit, die das Produkt benötigt, um vom Wareneingang durch die Produktion bis in den Warenausgang zu gelangen, inklusive aller Lager- und Verweilzeiten. Zur Erfassung der Durchlaufzeit werden dafür unterhalb der Prozessdarstellung die Bearbeitungszeit jedes Prozesses sowie die Reichweiten der Bestandsmengen eingetragen. Aus der Aufsummierung der einzelnen Zeitangaben kann die Gesamtdurchlaufzeit abgeschätzt und im nächsten Schritt das Verhältnis von tatsächlicher Bearbeitungs- bzw. Zykluszeit zur Gesamtdurchlaufzeit gebildet und somit der Fließ- bzw. Flussgrad ermittelt werden (siehe auch Abschn. 4.6).

Nach Erfassung der oben genannten Komponenten erhält man eine komplette Darstellung des Wertstroms für die ausgewählte Produktfamilie. Bevor mit der Entwicklung von Ideal- und Soll-Wertstrom begonnen wird, werden zum Abschluss der Wertstromanalyse erste Potenziale des Ist-Zustands analysiert. Offensichtliche und bekannte Verbesserungs-

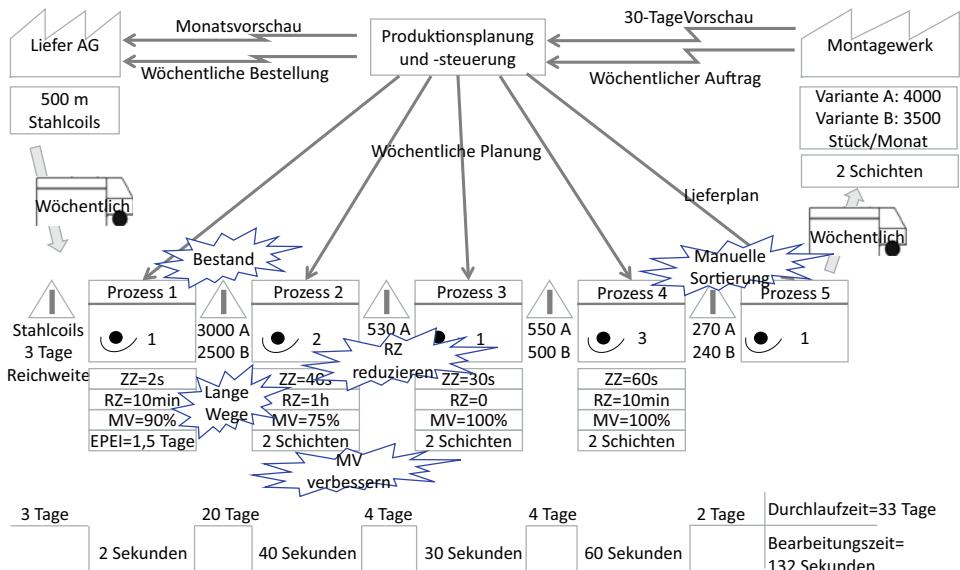


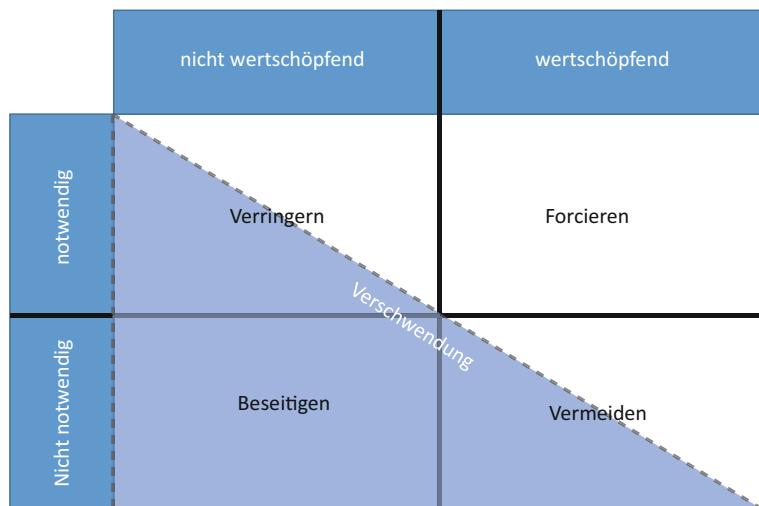
Abb. 8.7 Ist-Wertstrom

möglichkeiten, wie unnötige Transporte oder Qualitätsprobleme und Verschwendungen in Form hoher Bestände, hoher Steuerungsaufwände, unnötiger Transporte oder ungeregelter Reihenfolgeplanung, werden gekennzeichnet und so eine Grundlage für die Konzeption des Soll-Wertstroms im Wertstromdesign geschaffen (Abb. 8.7).

8.2.1.3 Ausarbeiten von Potenzialen

Die Analyse dient in erster Linie der Differenzierung in wertschöpfende und nicht wertschöpfende Tätigkeiten. Nicht wertschöpfende Tätigkeiten, die aufgrund von technischen Gegebenheiten, Anordnungen von Maschinen, Kenntnissen von Mitarbeitern oder auch administrative Prozesse notwendig sind, werden außerdem separat betrachtet. Als Verschwendungen innerhalb eines Wertstroms sind alle Elemente gemeint, die keinen unmittelbaren Beitrag zur Wertsteigerung des Produktes beitragen und somit nicht notwendig sind. Neben den offensichtlichen Verschwendungen, die durch eine Wertstromanalyse sichtbar werden und bestenfalls durch schnelle, einfache Maßnahmen beseitigt werden können, gibt es darüber hinaus Verschwendungen in den Prozessabläufen, die nicht offensichtlich sind, bspw. in Abläufen und Teilprozessen innerhalb des Informationsflusses. Dementsprechend müssen sämtliche Prozesse des Informationsflusses in einzelne Tätigkeiten zerlegt werden und auf ihre Notwendigkeit und Wertschöpfung überprüft werden (Abb. 8.8 und 8.9).

	nicht wertschöpfend	wertschöpfend
notwendig	Tätigkeiten, die keinen direkten Beitrag zur Wertsteigerung des Produktes leisten, aber für die Produktion notwendig sind.	Tätigkeiten, die den Wert des Produktes steigern.
nicht notwendig	Tätigkeiten, die weder den Wert des Produktes steigern, noch für die Produktion zwingend erforderlich sind.	Tätigkeiten, die den Wert des Produktes steigern, allerdings nicht zwingend erforderlich sind.

Abb. 8.8 Einordnung von Tätigkeiten**Abb. 8.9** Umgang mit Verschwendungen

Aktivitäten lassen sich kategorisieren

- **Kerntätigkeiten**, die wertschöpfend sind und sich aus dem jeweiligen Element ableiten lassen → **Forcieren**,

- **Nebentätigkeiten und organisatorische Tätigkeiten**, die unmittelbar mit dem Unternehmenszweck zu tun haben, jedoch nur bedingt wertschöpfend sind → **Verringern**,
- **Scheinprozesse**, die wertschöpfend sein können, allerdings nicht zwingend notwendig sind (z. B. überflüssige Prüfprozesse) → **Vermeiden**, und
- **Verschwendungstätigkeiten**, die weder wertschöpfend noch notwendig sind → **Beseitigen**.

Die Aktivitäten werden kategorisiert und die Zeit, die sie in Anspruch nehmen aufgenommen. Nebentätigkeiten und organisatorische Tätigkeiten nehmen häufig einen großen Zeitanteil ein und stellen daher ein hohes Optimierungspotenzial dar.

Direkt ersichtliche Verschwendungen sind bereits unmittelbar im Wertstrombild zu kennzeichnen.

8.2.1.4 Ableiten des Soll-Prozesses

Nach der Analyse wird im Rahmen des Wertstromdesigns ein Ideal- und daraus ein Soll-Wertstrom ermittelt. Dabei werden Alternativen auf Basis von Potenzialen und Zielvorgaben entwickelt. Um einen optimierten Zustand für den Prozess ableiten zu können, ist ein Verständnis der wesentlichen Konzepte des idealen schlanken Wertstroms erforderlich. In der idealen Fertigung existieren möglichst keine Bestandspuffer zwischen Stationen, keine nicht-wertschöpfenden Prozesse, keine Nacharbeit und kein Ausschuss. Überproduktion wird vermieden, indem Erzeugnisse erst produziert oder bestellt werden, wenn ein entsprechender Bedarf vorliegt. Dadurch wird verhindert, dass falsche Erzeugnisse zu früh oder in zu großen Mengen an benachbarte Prozesse weitergegeben werden. Der ideale Wertstrom ist dementsprechend am optimalen Fluss mit minimalen Beständen und kurzen Durchlaufzeiten ausgerichtet. Im Idealfall wird dabei jedes einzelne Teil oder jede Kundenbestellung von einem Prozess direkt an den nächsten weitergegeben (one-piece-flow).

Ausgehend vom idealen Wertstrom wird anhand der Rahmenbedingungen und Gegebenheiten des Ist-Wertstroms ein Soll-Wertstrom abgebildet. Dafür dienen Gestaltungsrichtlinien und Prinzipien. Durch schrittweises Abarbeitung und Adaption der Gestaltungsprinzipien wird ein ganzheitlich optimierter Soll-Zustand geschaffen, aus dem wiederum Einzelmaßnahmen abgeleitet werden können, die zur Realisierung des erarbeiteten Soll-Konzepts notwendig sind. Durch einen Umsetzungsplan, der diese Maßnahmen ordnet und terminiert, wird die Voraussetzung geschaffen, die geplanten Projekte umzusetzen und den Wertstrom maßgeblich zu verbessern. Die folgenden Leitlinien sind daher Grundlage für die Generierung eines *idealen* Soll-Zustandes und werden von den jeweils zugehörigen Kennzahlen (siehe Kap. 4, Abschn. 7.3) unterstützt.

Leitlinie 1: Montage nach Kundentakt

Ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur schlanken Produktion ist die Ausrichtung der Produktion am Kundentakt – also dem durchschnittlichen Verbrauch durch den Kunden. Durch die Abstimmung der Zykluszeiten der einzelnen Prozesse und deren Orientierung am Kundentakt wird genauso schnell produziert wie der Kunde die Produkte abnimmt und somit Überproduktion vermieden. Im realen Fall ist allerdings von einer Zykluszeit auszugehen, die unter dem ermittelten Kundentakt liegt, da Rüstzeiten und sonstige Maschinenstillstandzeiten die verfügbare Produktionszeit verringern. Die Prozesse sollten so ausgelegt werden, dass sie die durchschnittliche Kundennachfrage jederzeit erfüllen können. Voraussetzung für eine Montage oder Produktion nach Kundentakt ist eine hohe *Reaktionsfähigkeit* durch hohe *Materialverfügbarkeit* über alle Varianten bzw. eine geringe *interne und externe Wiederbeschaffungszeit*.

Leitlinie 2: Einführung einer kontinuierlichen Fließfertigung

Kontinuierliche Fließfertigung bedeutet im Idealfall die direkte Weiterverarbeitung des Teiles oder des Kundenauftrages am jeweils nachfolgenden Prozessschritt ohne Puffer bis zur Fertigstellung des Produkts. Ist eine direkte Weitergabe von einem Prozess zum anderen durch beispielsweise abweichende Bearbeitungszeiten nicht möglich, kann durch eine so genannte First-In-First-Out-Regelung (FIFO) Regelung sichergestellt werden, dass das jeweils erste bearbeitete Teil auch als erstes am nächsten Prozess weiterverarbeitet wird. Das Gleiche gilt, wenn keine Einzelteile durch die Bearbeitungsschritte geführt werden, sondern ganze Kunden- oder Fertigungsaufträge. Wichtig bei einer kontinuierlichen Fließfertigung ist, dass die Reihenfolge der Aufträge nicht verändert wird und das Material so wenig wie möglich steht und wartet. In einer kontinuierlichen Fließfertigung können Sicherheitsbestände nur in Form von FIFO-Strecken, beispielsweise in Form von Förderbändern, vorgehalten werden. Das bedeutet, dass die Reichweite des Bestandes maßgeblich reduziert wird, allerdings müssen lange Rüstzeiten vermieden werden, um eine wirtschaftliche Produktion zu ermöglichen und den Nachfolgeprozess kontinuierlich befüllen zu können. Darüber hinaus können Störungen und Stillstände nur geringfügig durch die minimalen Sicherheitsbestände überbrückt werden – stabile Prozesse sind demnach eine Grundvoraussetzung für eine kontinuierliche Fließfertigung. Wesentliche Kennzahl für eine kontinuierliche Fließfertigung ist der *Fließgrad*.

Leitlinie 3: Verwendung von Supermarkt-Pull-Systemen (Kanban)

Können die Bedingungen für die Steuerung nicht im direkten Fluss oder mit FIFO-Bahnen erfüllt werden, müssen die Prozesse beispielsweise über so genannte Supermärkte entkoppelt werden und eine durchgehende Fertigung nach dem Fließprinzip ist nicht mehr möglich. Ein Supermarkt dient in der Fertigung als definierter Bestandspuffer, der eine bewusste Auswahl an Produkten vorrätig hält und als Steuerungskonzept eingesetzt wird. Darin werden die vorgelagerten Arbeitsschritte angesteuert genau das nach zu produzieren, was der Nachfolger entnommen hat. Der Vorgängerprozess produziert in diesem Fall nur dann, wenn der nachfolgende Prozess etwas entnommen hat und nur das, was

der Nachfolgeprozess tatsächlich entnommen hat. Zwischen den Prozessen herrscht ein Kunden-Lieferanten-Verhältnis. Der „Kunde“ entnimmt die jeweils benötigte Menge eines Produkts aus dem Lager und der „Lieferant“ wird beispielsweise durch Regelkarten (japanisch „Kanban“) darüber informiert und produziert die entnommene Menge, um das Lager wieder zu füllen. Hohe Bestände in der Prozesskette werden dadurch vermieden. Ist eine maximale Bestandshöhe erreicht, wird die Produktion der vorgelagerten Prozesse unterbrochen und erst wieder angestoßen, wenn eine Entnahme der nachfolgenden Arbeitsschritte erfolgt. Für die Auslegung von Supermarkt-Pull-Systemen ist die *Reaktionsfähigkeit* der vorgelagerten Prozesse in Form einer geringen *Wiederbeschaffungszeit* grundlegend, um die *Materialverfügbarkeit* sicherzustellen und dennoch minimale Bestände zu erreichen.

Leitlinie 4: Ansetzen der Produktionsplanung an nur einer Stelle im Wertstrom

Zur Vereinfachung der Produktionsplanung und Verbesserung der Reaktionsmöglichkeiten wird die Produktionsplanung nur noch an einer Stelle im Wertstrom angesetzt, am so genannten Schrittmacherprozess. Dieser zeichnet sich dadurch aus, dass sich alle nachfolgenden Prozesse im Fluss befinden. Eine Orientierung am Kundentakt (siehe Richtlinie 1) ist an dieser Stelle besonders wichtig, da der Schrittmacherprozess durch die externen Kundenaufträge gesteuert wird. Alle anderen Prozesse werden über die in den Leitlinien 2 und 3 dargestellten Verknüpfungen gesteuert. Eine Vorsortierung (definierter Produktionsmix) am Schrittmacherprozess ist dann sinnvoll, wenn dieser auf Basis von bestimmten Rüstreihenfolgen eine bessere Auslastung erzielt. Der Schrittmacherprozess ist dementsprechend abhängig von den unterschiedlichen *Losgrößen* im Prozessablauf. Werden an einem Prozess höhere Losgrößen als von der Kundenbestellung vorgegeben benötigt, um eine Auslastung sicher zu stellen, sollte dieser Prozess vor dem Schrittmacherprozess liegen. Umso früher der Schrittmacherprozess im Produktionsprozess angesetzt ist umso länger ist das Produkt im Fluss und verbessert dadurch den *Fließgrad*. Voraussetzung dafür sind stabile Prozesse, die keine hohen Sicherheitsbestände benötigen, um eine hohe *Auslieferqualität* zu garantieren.

Leitlinie 5: Ausgleich des Produktionsmixes

Üblicherweise wird in der Produktionsplanung versucht, einzelne Aufträge so zusammenzufassen, dass möglichst große Losgrößen entstehen, um unnötige Rüstprozesse und damit verbundene Maschinenstillstände zu vermeiden und damit eine hohe Auslastung der Betriebsmittel zu erzielen. Dadurch sind die Betriebsmittel jedoch für lange Zeiträume blockiert, und es entstehen lange Wartezeiten für die Produktion anderer Varianten. Um dennoch schnellstmöglich das liefern zu können, was der Kunde (Endkunde oder nachfolgender Prozess) in diesem Moment benötigt, müssen große Bestände vorgehalten werden, um diese Wartezeit zu überbrücken. Ansatz der Wertstrommethode ist ein häufiger Wechsel zwischen kleineren Losgrößen unterschiedlicher Varianten, also ein Ausgleich des Produktionsmixes. Ein vermehrter Wechsel zwischen den Produktvarianten bringt eine signifikante Erhöhung der Anzahl der Rüstvorgänge mit sich, die durch verkürzte Rüst-

zeiten und eine höhere Maschinenverfügbarkeit ausgeglichen werden müssen, um die Produktionsmenge konstant zu halten und weiterhin eine wirtschaftliche Produktion zu gewährleisten. Voraussetzung für einen Produktionsmixausgleich sind geringe *Rüstzeiten*, die einen schnellen Wechsel zwischen den Varianten ermöglichen und zu einem geringen *EPEI* und einer hohen *Reaktionsfähigkeit* führen.

Leitlinie 6: Ausgleich des Produktionsvolumens

Analog zum Ausgleich des Produktionsmixes ist es Aufgabe der Produktionssteuerung, eine gleichmäßige Produktionsmenge, am Schrittmacherprozess freizugeben. Die Größe dieser Produktionsmenge ist dabei so zu wählen, dass zwar wirtschaftliche Lose gebildet werden können, allerdings in einem vorgegebenen Rahmen, um die Durchlaufzeiten und Bestände nicht maßgeblich zu verschlechtern. Beispielsweise wird ein Vielfaches der Taktzeit, abgestimmt auf die Produktionsmenge, gewählt. Eine Blockierung der Betriebsmittel durch Großaufträge wird dadurch vermieden, mögliche auftretende Änderungen können eingebbracht und kleinere Aufträge zeitnah abgewickelt werden. Wie bei Leitlinie 5 wird der Ausgleich des Produktionsvolumens durch geringe *Rüstzeiten* unterstützt und erhöht durch geringe *Losgrößen* den *Fließgrad* durch die Produktion.

Leitlinie 7: Aufbau der Fähigkeit „jedes Teil jeden Tag“ produzieren zu können

Als siebte Leitlinie soll in den dem Schrittmacherprozess vorgelagerten Prozessen jedes Teil jeden Tag produziert werden. Dies ergibt sich aus der konsequenten Umsetzung der bisher vorgestellten Richtlinien. Das bedeutet, sowohl die Flexibilität der einzelnen Prozesse, als auch die der Mitarbeiter zur erhöhen. Wesentliche Einflussgröße ist neben Produktionsmenge und Bearbeitungszeit der Produktvarianten die Rüstzeit der einzelnen Resourcen. Sie determiniert die Stillstandzeit der Einrichtungen und beeinflusst, wie oft pro Intervall umgerüstet werden kann. Eine Reduktion der Losgröße geht daher in der Regel nur mit einer Minimierung der Rüstzeit einher. Abgebildet wird die Fähigkeit „jedes Teil jeden Tag“ produzieren zu können vom *EPEI*, der die Ermittlung der kürzesten Zeit ermöglicht, in der alle Varianten produziert werden können. Ziel der Leitlinie 7 ist ein EPEI von 1, was eine hohe Reaktionsfähigkeit beschreibt und einen hohen Fließgrad begünstigt.

Leitlinie 8: Dimensionierung der Bestandsgrößen und Regelkreise

Für die Anfangsauslegung der Zwischenbestände und Supermärkte trifft man zunächst Annahmen, um gegenüber Materialflussabrisse abgesichert zu sein. Nach eingeschwungenen Prozessen kann der Bestand dann schrittweise gesenkt werden. Bestandsgrößen müssen im Wertstrom überall dort dimensioniert werden, wo die Prozesse nicht direkt verbunden werden können. Als Dimensionierungsbeispiel für die minimale FIFO Auslegung vor einem Prozess soll die Berechnungsformel für den ConWIP(Constant Work in Process)-Bestand gelten:

$$\text{ConWIP} = \frac{(\text{maximale Zykluszeit} - \text{Kundentakt}) * \text{Losgröße}}{\text{verfügbare Arbeitszeit an Anlage}}$$

Für die Steuerung eines Supermarktes als Entkopplung zwischen zwei Prozessen können Kanban-Karten (oder Regelkarten) eingesetzt werden. Deren Gesamtanzahl im System (Kanbans) und die gesamte gesteuerte Menge im System (Kanbanmenge) müssen definiert werden. Um einen minimalen Kanban-Bestand zwischen zwei Prozessen zu gewährleisten, können die Anzahl und Höhe der Kanban-Karten in Abhängigkeit von Wiederbeschaffungszeit und des durchschnittlichen Verbrauchs, wie folgt definiert werden:

$$\text{Kanbans} = \frac{\text{Losgröße} + \text{Wiederbeschaffungszeit} * \bar{\varnothing}\text{Verbrauch} + \text{Sicherheitszuschlag}}{\text{Inhalt pro Behälter}}$$

$$\text{Kanbanmenge} = \text{Kanbans} * \text{Behälterinhalt}$$

Anhand der Gleichungen können die idealen Losgrößen oder Gebindemengen pro Kanban im Supermarkt-Bestand ermittelt werden. Der Inhalt pro Kanban-Karte ergibt sich demnach aus dem durchschnittlichen Verbrauch in einem bestimmten Zeitraum, der *Wiederbeschaffungszeit*, der Anzahl der variantenspezifischen Kanbans sowie einem *Sicherheitsbestand* der Bedarfsschwankungen ausgleichen soll.

Leitlinie 9: Anpassung der Fabrikstruktur

Leitlinie 9 legt fest, wie die einzelnen Prozessstufen des Produktionssystems miteinander gekoppelt werden und der physische Materialfluss erfolgen soll. Durch die Anpassung des Fabriklayouts ergeben sich neue Fabrikstrukturen und neue Anordnungsvarianten. Nicht immer sind die einzelnen Prozessstufen räumlich so angeordnet, dass das Material ohne längere Transportstrecken von einem Prozess zum Nachfolgerprozess gelangen kann. In einem solchen Fall der räumlichen Trennung der einzelnen Fertigungsprozesse ist deshalb ein entsprechendes Transportsystem notwendig, welches drei Aufgaben erfüllen muss:

- Überbrückung der Distanz zwischen einzelnen Bereichen,
- Sicherstellung eines reibungslosen Flusses,
- Gewährleistung des Rücktransports von entstandenem Leergut an Behältern zurück in die Fertigungsbereiche nach Verbau der Teile.

Die Verschiebung von Anlagen, deren Umbau oder eine Dopplung von bestimmten Ressourcen sind häufig mit Investitionen verbunden und deshalb nicht ohne weiteres möglich. Diese meist fest installierten Ressourcen dienen demnach als Ausgangspunkt für die Layoutgestaltung. Zur Anpassung der Fabrikstruktur gehören außerdem die Bereitstelllogik der in Leitlinie 8 dimensionierten Bestände sowie die möglichen Beförderungsmöglichkeiten. Letztere sind stark abhängig vom zu produzierenden Produkt und von der Entfernung zwischen zwei Fertigungsprozessen. Dementsprechend sind *Wegezeiten* und die davon abhängige *interne Wiederbeschaffungszeit* eine Maßgröße für die Verbesserung der Fabrikstruktur und erhöhen den *Fließgrad* durch geringeren Pufferbedarf.

Leitlinie 10: Klare Trennung von Arbeitsinhalten

In einem schlanken Produktionssystem herrscht eine klare Trennung zwischen ausführenden und logistischen Arbeitsinhalten. Aufgaben der Materialver- und -entsorgung werden nicht von den Mitarbeitern des Arbeitsplatzes, sondern von einem Logistikmitarbeiter durchgeführt. Dieser ist verantwortlich für die Sicherstellung des Materialflusses zwischen den unterschiedlichen Arbeitsplätzen, Bereichen und Prozessen. Bei einer Bereitstelllogik durch Supermärkte ist diese Funktion für den Transport der Behälter vom Prozess zum Nachfolgeprozess zuständig und entlastet somit die rein wertschöpfenden Funktionen. Jede Tätigkeit am Arbeitsplatz muss dahingehend überprüft werden, ob sie für die entsprechenden Mitarbeiter einen Notwendigkeit darstellt, welche Auswirkungen diese auf dessen wertschöpfende Tätigkeiten hat, oder ob diese – sofern sie nicht als Verschwendungen identifiziert wird – von einem Logistikmitarbeiter erledigt werden kann. Das führt dazu, dass sich Mitarbeiter in den Fertigungsprozessen auf deren Aufgaben konzentrieren können, da sie sich diese nicht um Materialver- und -entsorgung kümmern müssen. Das hat eine Steigerung der *Verfügbarkeit* von Ressourcen und damit eine *Erhöhung der wertschöpfenden Arbeiten* zur Folge. Der Durchlauf des Produktes kann reduziert und der Fließgrad dadurch erhöht werden.

Die Ermittlung eines Soll-Wertstrom ist dabei immer ein Kompromiss aus den vorhandenen Gegebenheiten, wie Maschinen, Mitarbeiter oder Kapital und dem idealen, wertschöpfungsorientierten Prozess ohne jegliche Verschwendungen (Abb. 8.10). Dadurch kann es durchaus sinnvoll sein, nicht-wertschöpfende Tätigkeiten, wie z. B. einen innerbetrieblichen Transport, in Kauf zu nehmen, da der Umbau der Anlagen zu teuer wäre. Um an kritischen Anlagen keine Produktivitätsverluste durch zu hohe Umrüstaufwände zu riskieren, können Bestände aufgebaut werden. Wichtig ist jedoch, dass die unterschiedlichen Aspekte transparent gemacht werden und eine Bewertung von Aufwand und Nutzen ermöglicht wird.

Wurde durch die Gestaltungsrichtlinien und gekennzeichnete Potenziale aus dem Ist-Wertstrom ein Soll-Wertstrom mit zugehörigen logistischen Verkettungen, Prozessen und Parametern ermittelt, wird die Umsetzung mithilfe eines Umsetzungsplans vorbereitet. Die zur Erreichung des Soll-Zustands erforderlichen Einzelmaßnahmen werden abgeleitet und wiederum im Soll-Wertstrom markiert. Aufgrund der Vielzahl an umzusetzenden Maßnahmen ist eine Aufteilung des Soll-Wertstroms in verschiedene Umsetzungsschleifen („Loops“) sinnvoll, die dann nacheinander abgearbeitet werden können. Als Ergebnis wird ein Soll-Zustand, auf Basis der Gestaltungsfelder der Fabrik in Bezug auf Prozesse, Logistik, Steuerung, Organisation und Bestände, angestrebt. Die Vision ist es, ein System zu erzeugen, das verschwendungsreie Abläufe vom Rohmaterial bis zum Kunden aufeinander ausrichtet.

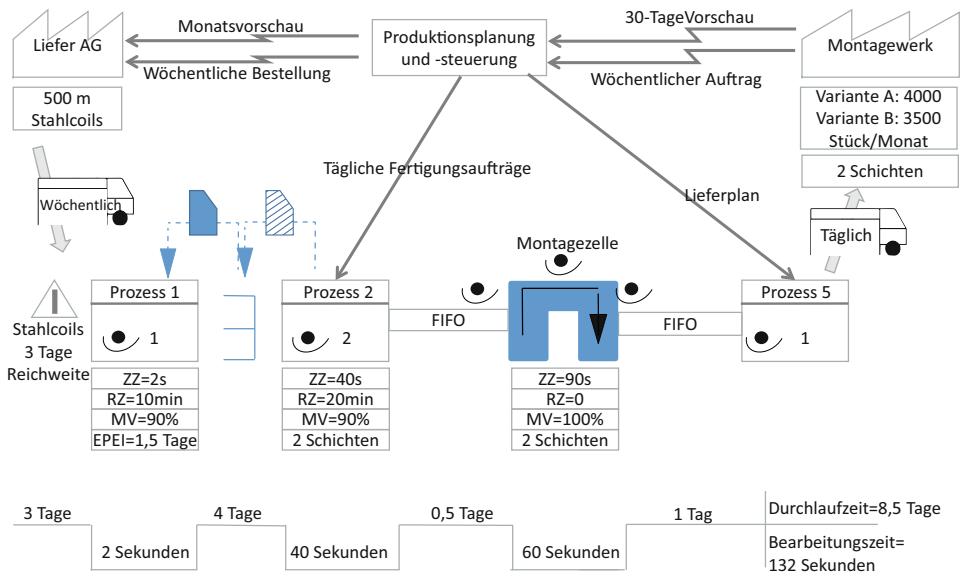


Abb. 8.10 Soll-Wertstrom

8.2.2 Engpassbetrachtung

Die Identifizierung des Engpasses ist ein wesentlicher Schritt der Wertstromoptimierung, da Verbesserungen an einer Stelle der Produktion, die keinen Engpass darstellt, möglicherweise nicht zur Optimierung der gesamten Produktion und des Unternehmens beitragen. Eine Engpasssituation entsteht, wenn die vorhandenen Produktionskapazitäten in Form von Maschinen, Anlagen und Menschen ausgelastet sind und Fertigungsaufträge zeitlich verschoben werden müssen. Die Engpasstheorie besagt, dass Produktionsabläufe mit mehreren Schritten gerade so stark sind, wie der schwächste Prozess. Die Schwächen im Gesamtprozess können unterschiedliche Ausprägungen haben:

- Die Durchlaufzeit ist länger als die geforderte Lieferzeit, deshalb kann nicht erst bei Bestellung mit der Produktion begonnen werden. Dafür können sowohl Produktions-, als auch Transport-, Handling- oder Montageprozesse verantwortlich sein.
- Der Kapazitätsbedarf durch die Nachfrage übersteigt das Kapazitätsangebot eines oder mehrerer Produktions-, Transports-, Handling- oder Montageprozesse.
- Durch zusätzliche Produktvarianten entstehen zusätzliche Rüst-, Transport- und Handling-Aufwände, die dazu führen, dass das Kapazitätsangebot eines Prozesses nicht ausreicht – der Prozess ist nicht ausreichend flexibel.

Für den Fall, dass an mehreren Prozessschritten die Kapazitätsnachfrage das Kapazitätsangebot übersteigt, wird derjenige Prozess mit der größten Differenz zum Bedarf als erster Engpass betrachtet.

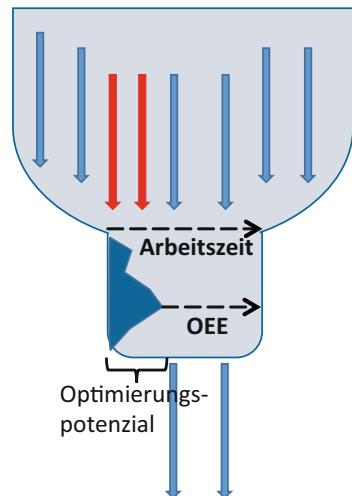
Wird ein Engpass behoben, verschiebt sich der Engpass innerhalb des Wertstroms und damit die Randbedingungen für die Produktion. Kann ein Engpass nicht behoben werden, kann auch der Output der Produktion nicht erhöht werden und die Produktionsobergrenze wird vom Engpass festgelegt.

Mögliche Engpässe

- Maschinen und Anlagen
- Operatives Personal
- Fläche
- Rohmaterial
- Halbfertigprodukte
- Planungs- und Steuerungsmitarbeiter
- Verwaltungs- und Vertriebsmitarbeiter
- IT-Systeme
- Verpackungen
- Werkzeuge
- Prüfprozesse
- Etc.

Maschinen und Anlagen stellen häufig einen Engpass dar, wenn durch technische Störungen, Rüsten und Einstellen, Leerläufe und kurze Stopps, verringerte Geschwindigkeit, fehlerhafte Teile und Einschaltverluste die verfügbare Kapazität reduziert wird (Abb. 8.11, siehe auch Abschn. 7.3.5). Leerläufe können auch dann entstehen, wenn nicht ausreichend Material an der Anlage zur Verfügung steht. Dementsprechend muss dafür gesorgt werden, dass immer ausreichend Material vor dem Engpass zur Verfügung steht, so dass die Maschine oder Anlage immer bestmöglich ausgelastet werden kann. Allerdings kann ein zu hoher Bestand auch zu ‚Verstopfungen‘ an der Anlage führen. Eine Reduzierung der Rüstzeiten durch eine Erhöhung der Losgrößen ist möglich, erhöht allerdings die Bestände in der Produktion und verringert deren Flexibilität. Bevor diese Maßnahme ergriffen wird, sollte zuerst versucht werden, die Rüstzeiten zu reduzieren, bspw. durch eine konsequente Trennung in interne und externe Tätigkeiten. Interne Tätigkeiten sind dabei nur diejenigen Rüstanteile, die tatsächlich bei Stillstand der Maschine durchgeführt werden müssen.

Menschliche Fehler an Maschinen und Anlagen können durch ausreichende Qualifizierungsmaßnahmen oftmals vermieden werden. Darüber hinaus helfen regelmäßige Wartungsvorgänge Störungen und langfristige Ausfälle zu vermeiden.

Abb. 8.11 Produktionsengpass

Maßnahmen zur Erhöhung der verfügbaren Kapazitäten

- Reduzierung von Leerläufen durch Sicherstellen der Materialverfügbarkeit.
- Reduzierung der Rüstzeiten durch Trennung des Rüstvorgangs in interne und externe Tätigkeiten.
- Reduzierung von Qualitätsmängeln durch gezielte Mitarbeiterschulungen.
- Reduzierung von Störungen durch frühzeitige Wartung und Instandhaltung.

8.2.3 Swimlane

Prozessanalysen werden für alle Prozesse innerhalb eines Unternehmens benötigt, um Potenziale für Prozessverbesserungen abzuleiten. Dabei werden unterschiedliche Sichten auf den Prozess analysiert und hinterfragt. Entscheidend sind dabei der oder die Kunden des Prozesses, die Qualität des Prozesses und auftretende Fehler, die eingesetzten Methoden sowie Standards, vorhandene und benötigte Kompetenzen, die Produktionsstruktur, die eingesetzten Systeme und die zugehörige Organisation (Abb. 8.12).

Ein Swimlane-Diagramm ermöglicht die Darstellung von Prozessschritten und die durchlaufenen Abteilungen im Unternehmen. Dadurch werden die organisatorischen Schnittstellen und Informationsübergänge transparent dargestellt und gleichzeitig ein zeitlicher Ablauf angezeigt, so dass sich die Swimlane-Methode vor allem für indirekte Bereiche und Prozesse eignet. Anhand eines Swimlane-Diagramms kann sowohl der bestehende Prozess abgebildet werden, als auch Ideal- und mögliche Soll-Prozesse.

Sicht	Fragen zur Analyse von Prozessen
Kunde	<ul style="list-style-type: none"> Was stellt für den Kunden einen Mehrwert dar? Was sind die wesentlichen Erfolgsfaktoren aus Kundensicht?
Qualität	<ul style="list-style-type: none"> Welche Fehler treten immer wieder auf? Welche Fehler haben die größte Auswirkung? Wo bestehen demnach die größten Hebel für Verbesserungen?
Methoden & Standards	<ul style="list-style-type: none"> Wie ist die Methode im Prozess? Gibt es Standards für den Prozess? Wie erfolgt eine Qualitätssicherung?
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> Welche Kompetenzen und Verantwortlichen werden im Prozess benötigt? Welche Qualifikation und Fähigkeiten werden im Prozess benötigt? Welche Störfaktoren nimmt der Mitarbeiter wahr?
Produktionsstruktur	<ul style="list-style-type: none"> Kann die Struktur in der Produktion die benötigten Prozesse unterstützen? Ist der Ablauf und die notwendigen Prozesse anhand der Produktionsstruktur ersichtlich?
Systeme	<ul style="list-style-type: none"> Welche Informationen werden im Prozess benötigt? Woher kommen die benötigten Informationen? Können die Informationen direkt verarbeitet werden?
Organisation	<ul style="list-style-type: none"> Welche Anforderungen werden an die Prozesse gestellt und wie werden diese ermöglicht und sichergestellt? An welchen Stellen werden die Prozesse wie gesteuert? Welche Ergebnisse erzielt der Prozess im Vergleich zu ähnlichen Prozessen? Kann die Organisationsstruktur die Prozesse unterstützen?

Abb. 8.12 Fragen zur Prozessanalyse

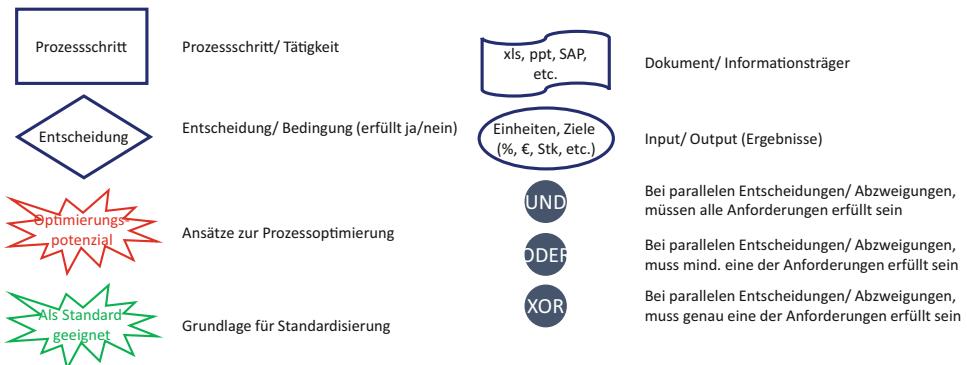
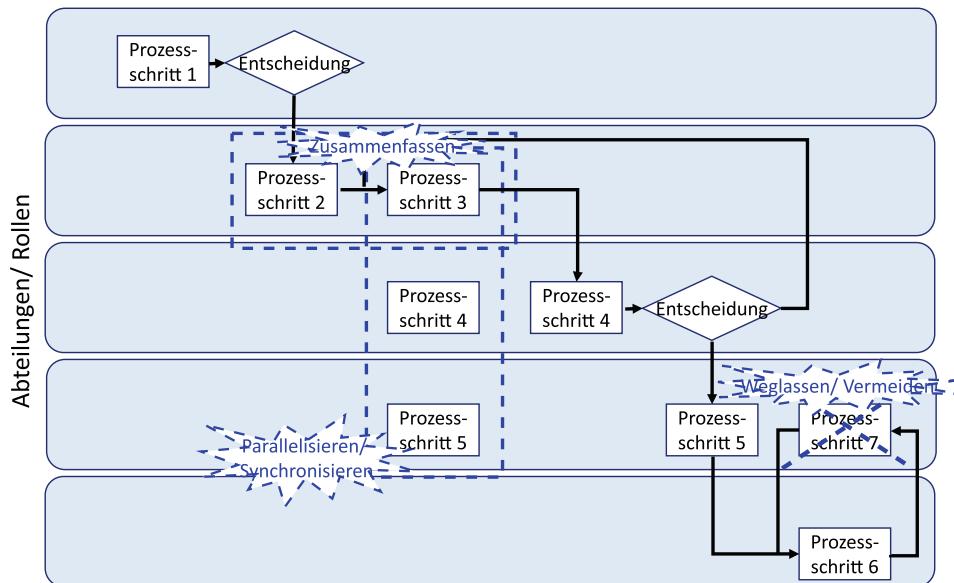


Abb. 8.13 Swimlane-Symbole

Dazu werden die durchlaufenen oder beteiligten Verantwortungsbereiche oder Abteilungen horizontal gemäß einer Schwimmbahn abgebildet, innerhalb derer die in der Abteilung durchgeführter Prozessschritte stattfinden. Die nacheinander ablaufenden Prozessschritte werden von links nach rechts beschrieben und in die jeweils dafür zuständige Schwimmbahn eingetragen. Wenn bestimmte Entscheidungen getroffen werden, oder

**Abb. 8.14** Swimlane

Ansätze zur Prozessoptimierung	Zugehörige Fragestellungen
Weglassen von Prozessschritten	<ul style="list-style-type: none"> Ist die Funktion jedes einzelnen Prozessschrittes tatsächlich notwendig?
Verlagern von Prozessschritten	<ul style="list-style-type: none"> Werden die erforderlichen Ergebnisse evtl. früher oder später benötigt? Kann ein Prozessschritt ausgelagert werden?
Zusammenfassen von Prozessschritten	<ul style="list-style-type: none"> Welche Schnittstellen werden wirklich benötigt? An welchen Stellen kann Verantwortung gebündelt werden?
Parallelisieren von Prozessschritten	<ul style="list-style-type: none"> Können Prozessschritte gleichzeitig durchgeführt werden um zeitkritische und komplexe Prozesse zu strukturieren und zu entzerren?
Synchronisieren von Prozessschritten und Informationen/ Entscheidungen	<ul style="list-style-type: none"> Gibt es Prozessschritte, die auf Informationen und Entscheidungen warten oder deshalb womöglich auch doppelt ausgeführt werden müssen?
Vermeiden von Schnittstellenverlusten	<ul style="list-style-type: none"> Haben alle Informationen die gleiche Form und folgen den gleichen Standards hinsichtlich Datengrundlage, Visualisierung und Medium?
Vermeiden geplanter Schleifen für Rückfragen und Korrekturen	<ul style="list-style-type: none"> Gibt es Rekursionsschleifen, die kontinuierlich durchgeführt werden, ohne Bestandteil des tatsächlichen Prozessschrittes zu sein?
Zusammenfassung von Durchführung und Verantwortung	<ul style="list-style-type: none"> Finden innerhalb des Prozesses unnötige Genehmigungsschritte statt? Haben die Durchführenden auch die Ergebnisverantwortung
Reduzieren rein koordinativer Prozessschritte	<ul style="list-style-type: none"> Können die Mitarbeiter und Teams eigenverantwortlich innerhalb des Prozesses arbeiten?
Standardisieren/ Automatisieren einfacher Informationen und Entscheidungen	<ul style="list-style-type: none"> Gibt es eine Regelmäßigkeit und Häufigkeit in Anfragen und Tätigkeiten, die eine Automatisierung und Standardisierung rechtfertigen?
Vereinheitlichung von Systemen im Gesamtprozess	<ul style="list-style-type: none"> Gibt es Prozessschritte die einen Bruch in den bisherigen eingesetzten Systemen erfordern?

Abb. 8.15 Ansätze zur Prozessoptimierung

bestimmte Bedingungen erfüllt sein müssen, werden so genannte Entscheidungspunkte abgebildet, an denen der Prozess in unterschiedliche Richtungen weiterverlaufen kann. Die Prozessschritte werden mit Hilfe von Pfeilen verbunden und können bei Bedarf um weitere Bedingungen durch UND, ODER oder ENTWEDER-ODER Verknüpfungen gekennzeichnet werden. Darüber hinaus können bei Bedarf die genutzten Systeme und Informationsträger oder Dokumente eingetragen werden, genauso wie mögliche Input- oder Output-Ergebnisse. Potenziale oder erkennbare Schwachstellen werden im Ist-Zustand markiert und dienen als Grundlage für den zukünftigen Soll-Zustand. Mögliche positive Beispiele innerhalb des Prozesses werden ebenfalls markiert, um für mögliche Anpassungen der restlichen Prozessschritte als Vorlage zu dienen (Abb. 8.13 und 8.14).

Um aus den aufgezeigten Potenzialen und Schwachstellen des Prozesses geeignete Maßnahmen abzuleiten, stehen mehrere Optionen zur Prozessverbesserung zur Verfügung (Abb. 8.15). Diese Ansätze gelten nicht nur für Produktionsprozesse, sondern für sämtliche Unternehmensprozesse.

8.3 Alternativenbewertung

Bei der Soll-Konzeption entsteht in der Regel nicht direkt eine endgültige Lösung, sondern eher mehrere alternative Lösungsvorschläge, die nicht ohne weiteres miteinander vergleichbar sind, da sie unterschiedliche Vor- und Nachteile haben. Dementsprechend müssen die verschiedenen Konzepte gegeneinander abgewogen und auch dahingehend beurteilt werden, inwieweit sie dem Idealzustand nahe kommen. Die ideale Lösungsalternative sollte also immer mit in die Bewertung einfließen, auch wenn diese durch Restriktionen oder aus Kostengründen nicht umgesetzt werden kann. Dann sollte die Lösungsalternative gewählt werden, die dem Idealzustand am Nächsten ist.

8.3.1 Bewertungskriterien

Um verschiedene alternative Soll-Konzepte strukturiert zu vergleichen, müssen zuerst Kriterien definiert werden, anhand derer die Alternativen bewertet werden können. Diese Kriterien werden wenn möglich bereits frühzeitig in jedem Projekt festgelegt, so dass sich bereits die Ist-Analyse auf diese Kriterien konzentrieren kann. Die Bewertungskriterien unterstützen außerdem die Gestaltung eines Idealzustandes, der die bestmögliche Ausrichtung der Soll-Konzepte ermöglicht. Diese Bewertungskriterien sollen sowohl die Projekt- und Unternehmensziele berücksichtigen, als auch die Ansprüche von Geschäftsführung und sonstigen Stakeholdern. Darüber hinaus müssen mögliche Risiken und zukünftige Herausforderungen mit in die Bewertung einfließen, genauso wie die Erwartungen von Nachfolgeprozessen oder Kunden.

Mögliche Bewertungskriterien

- Qualitativer Nutzen (Vereinfachungen, Qualitätsverbesserungen, Transparenz, etc.)
- Quantitativer Nutzen (Kosteneinsparungen, Flächenersparnis, Zeitersparnis, etc.)
- Komplexität des Soll-Prozesses (Materialfluss, Informationsfluss, Wertefluss, etc.)
- Flexibilität hinsichtlich zukünftiger Herausforderungen
- Zukünftige Wachstumsmöglichkeiten
- Umsetzungsaufwand (z. B. IT, Qualifizierung)
- Umsetzungsdauer
- Ergonomie
- Widerstände in der Organisation
- Steuerbarkeit des Prozesses
- Messbarkeit des Prozesses
- Haltbarkeit
- Mitarbeitermotivation
- ...

Die Kriterien können unterschiedliche Prioritäten besitzen, diese müssen dann in eine klare Reihenfolge gebracht werden. Dies geschieht am Einfachsten im Rahmen eines paarweisen Vergleichs. Dazu wird jedes einzelne Kriterium mit allen anderen Kriterien abgeglichen und als wichtiger, genauso wichtig und weniger wichtig eingestuft. Dementsprechend wird automatisch das gegenübergestellte Kriterium als weniger wichtig, genauso wichtig oder wichtiger angesehen. Diese Einordnung wird anhand von Punkten vergeben (Beispiel: 2 = wichtiger, 1 = genauso wichtig, 0 = weniger wichtig), so dass über jedes Kriterium eine Summe gebildet werden kann. Diese Summe im Verhältnis zur Gesamtsumme aller Kriterien ergibt die Gewichtung des einzelnen Kriteriums und dadurch wird eine Reihenfolge der Kriterien festgelegt (Abb. 8.16).

8.3.2 Portfolio aus Lösungsalternativen und Kosten-Nutzen-Bewertung

Können die ermittelten Bewertungskriterien in zwei Kategorien wie Nutzen und Machbarkeit unterteilt werden, kann daraus ein so genanntes Portfolio für Lösungsalternativen erstellt werden. Die beiden Kategorien werden dann auf die x- und y-Achse aufgetragen und die Lösungsalternativen gemäß ihrer Auswirkungen als Punkt in das Portfolio eingetragen. Wird eine dritte Kategorie benötigt, kann diese in Form von variierend großen Punkten erfolgen. Diese Herangehensweise ermöglicht es, schnell unrealistische und überflüssige Varianten (oder Maßnahmen) auszuschließen. Eine genaue Einordnung der Alternativen

Paarweiser Vergleich		Kriterium 1	Kriterium 2	Kriterium 3	Kriterium 4	Kriterium 5	Kriterium 6	Kriterium 7	Kriterium 8	Kriterium 9	Kriterium 10	Kriterium 11	Kriterium 12	sum	priority	rate
		Kriterium 1	Kriterium 2	Kriterium 3	Kriterium 4	Kriterium 5	Kriterium 6	Kriterium 7	Kriterium 8	Kriterium 9	Kriterium 10	Kriterium 11	Kriterium 12			
1.1 Kriterium 1		0	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	16	1.	12,12%	
1.2 Kriterium 2		2	0	1	2	2	1	2	0	1	2	0	13	3.	9,85%	
1.3 Kriterium 3		1	2	0	1	2	0	1	2	2	1	2	14	2.	10,61%	
1.4 Kriterium 4		0	1	2	0	1	2	2	1	2	0	1	12	5.	9,09%	
1.5 Kriterium 5		0	0	1	2	2	1	2	2	1	2	0	13	3.	9,85%	
1.6 Kriterium 6		1	0	0	1	0	2	0	1	2	2	1	10	7.	7,58%	
1.7 Kriterium 7		0	1	2	0	1	2	0	1	2	1	1	11	6.	8,33%	
1.8 Kriterium 8		0	0	1	0	0	1	2	0	1	2	2	9	10.	6,82%	
1.9 Kriterium 9		1	2	0	1	0	0	1	2	0	1	1	10	7.	7,58%	
1.10 Kriterium 10		0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	6	12.	4,55%
1.11 Kriterium 11		0	0	1	2	0	1	1	0	1	1	1	8	11.	6,06%	
1.12 Kriterium 12		1	2	0	1	2	0	1	0	1	1	1	10	7.	7,58%	
															132	100,00%
															points	
															ranking	
Bewertungsskala																
0 Zeile ist weniger wichtig als Spalte																
1 Zeile ist genauso wichtig wie Spalte																
2 Zeile ist wichtiger als Spalte																

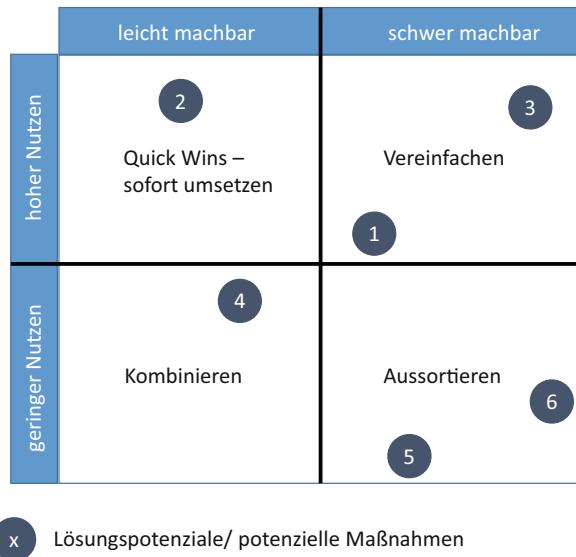
Abb. 8.16 Priorisierung von Bewertungskriterien

ist dabei schwer möglich, lediglich subjektive Bewertungen sind machbar. Die endgültige Auswahl einer Lösungsalternative wäre im Rahmen des Portfolios dementsprechend nur begrenzt objektiv möglich, allerdings lässt sich das Portfolio in 4 Quadranten einteilen, die eine Empfehlung für den Umgang mit der jeweiligen Lösungsalternative enthalten (Abb. 8.17).

Um den Nutzen bestmöglich abschätzen zu können, wird so viel wie möglich in Kosteneinsparungen oder sonstigem monetärem Nutzen ausgedrückt. Dabei muss beachtet werden, dass zwischen lediglich freiwerdenden Kapazitäten und tatsächlichen Einsparungen unterschieden wird. Nicht jede freigesetzte Kapazität kann auch unmittelbar eingespart werden, vielmehr müssen anteilige Einsparungen berücksichtigt werden. Darüber hinaus müssen auch Nebeneffekte und zukünftige Entwicklungen mit betrachtet werden. Neben Kosteneinsparungen können Transparenz, Flexibilität oder Mitarbeitermotivation einen maßgeblichen Nutzen darstellen.

Machbarkeit bedeutet dabei nicht unbedingt finanzielle Machbarkeit, sondern ist eher eine Zusammenfassung aller zur Umsetzung benötigten Mittel. Es ist außerdem möglich, den Nutzen den tatsächlichen Kosten anstelle der Machbarkeit gegenüberzustellen. In dem Fall werden anstatt der Machbarkeit die Kosten horizontal aufgetragen.

Abb. 8.17 Einordnung von Lösungspotenzialen



Mögliche Kosten, die dem Nutzen gegenübergestellt werden müssen

- Investitionen in Anlagen, Gebäude, Werkzeuge, etc.
- Benötigte zusätzliche, dauerhafte Kapazitäten
- Benötigte Kapazitäten zur Umsetzung
- Aufwände für parallelen Betrieb alter und neuer Prozesse
- Projektunterstützung
- Beratungsunterstützung
- Simulationsunterstützung
- Systemunterstützung
- Mitarbeiterqualifikation und -schulung
- Wartungs- und Instandhaltungsaufwände des Projekts
- Spezielle Aufwände in der Hochlaufphase
- Rückbau bestehender Anlagen, Systeme, etc.
- Aufwände zur Risikominimierung und Flexibilität
- Etc.

8.3.3 Nutzwertanalyse

Bei der Nutzwertanalyse können mehrere Bewertungskriterien zum Vergleich unterschiedlicher Lösungsvarianten herangezogen werden. Die Nutzwertanalyse versucht

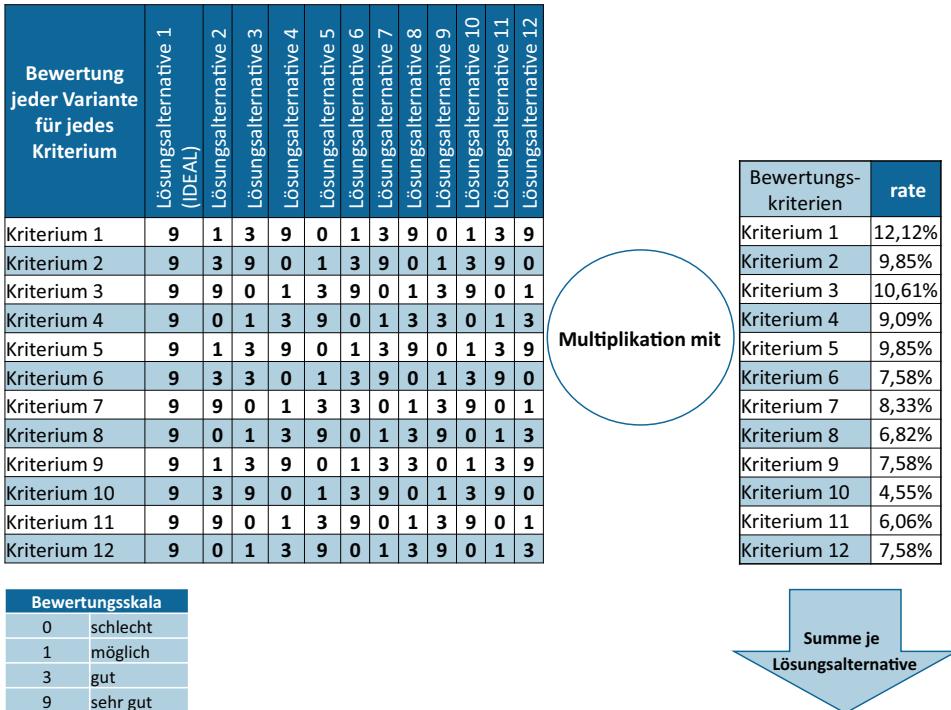


Abb. 8.18 Bewertung von Lösungsalternativen

durch strukturiertes Vorgehen, vor allem qualitative Kriterien objektiv in die Bewertung einfließen zu lassen. Diese können dann sowohl quantitativen Kriterien, auch ohne eine Umrechnung in Kosten, Fläche, Zeit, o. ä. oder auch projektbezogenen Kriterien gegenübergestellt werden. Benötigt wird dafür außerdem ein paarweiser Vergleich aller ausgewählten Bewertungskriterien (siehe auch Abschn. 8.3.1), um die prozentuale Gewichtung der Kriterien zu erhalten.

Die verschiedenen Lösungsalternativen werden in der Nutzwertanalyse für jedes einzelne Bewertungskriterium (bspw. Flächenbedarf, Wachstumsmöglichkeiten, Investitionsbedarf) bewertet. Je höher die vergebene Punktzahl (in diesem Fall maximal 9, Abb. 8.18), desto näher kommt die Lösungsalternative einem Idealzustand. Die Bewertungsskala kann dabei selbst gewählt werden, es macht allerdings Sinn größere Schritte zwischen den unterschiedlichen Stufen zu bringen, um gute Eigenschaften hervorzuheben und klarere Ergebnisse zu erhalten.

Die Summe aller Punkte, die sich für eine Lösungsalternative ergeben, ermöglicht bereits eine Gegenüberstellung der verschiedenen Varianten. Allerdings sind dabei noch alle Bewertungskriterien gleich gewichtet und möglicherweise wichtige Kriterien werden nicht gesondert berücksichtigt. Um die unterschiedliche gewichteten Bewertungskriterien mit in die Nutzwertanalyse einfließen zu lassen, werden die einzelnen Werte innerhalb der Be-

wertungsmatrix von Lösungsalternativen und bewertetem Kriterium anschließend mit den aus dem paarweisen Vergleich (Abb. 8.16) ermittelten Gewichtungen multipliziert. Die dadurch entstandenen neuen Punkte für die Lösungsvarianten können wieder aufsummiert werden und ergeben dann eine endgültige Reihenfolge für die Varianten. Wurde die Ideal-lösung mit bewertet, steht diese in der Regel an erster Stelle. Kann diese Variante aufgrund von möglichen K.O.-Kriterien (beispielsweise Investitionsgrenzen, Nutzung bestehender Infrastruktur, etc.) nicht umgesetzt werden, wird die Variante gewählt, die den zweiten Platz belegt.

Die Befassung mit Kennzahlen hilft nicht nur bei der Bewertung von Gegebenheiten, sondern auch bei Strategiefindungs- und Zieldefinitionsprozessen, bei der Kommunikation von Sachverhalten und Zielen und vor allem bei der Steuerung von Prozessen und Ergebnissen. Ausgehend von den Vorgaben der Geschäftsführung müssen strategische Ziele abgeleitet werden. Wichtig ist dabei die Messbarkeit – sowohl der Ziele, als auch aller Teilziele und Kennzahlen.

Bei der Entwicklung eines Kennzahlensystems ist das WIE entscheidender als das WAS. Eine konsequente Vorgehensweise hilft dabei Wechselwirkungen und Einflussfaktoren zu identifizieren und zu verstehen. Das ist Grundvoraussetzung für eine zielführende Steuerung. Das Wertstromkennzahlensystem hilft dabei, den Betrieb in unterschiedliche Prozesse und Bereiche zu unterteilen und gibt Hilfestellungen bei der Ermittlung geeigneter Kennzahlen. Produktionscontrolling beschränkt sich dabei auf den operativen Betrieb und angrenzende Bereiche. Um einen unternehmensübergreifenden Ansatz zu etablieren müssen Forschung und Entwicklung, Verwaltung und Vertrieb, Controlling und Finanzen, etc. mit einbezogen werden. Übertragbar ist dabei die Vorgehensweise zur Entwicklung eines Kennzahlensystems über Ziele, Teilziele und Erfolgsfaktoren.

Dem Wertstromkennzahlensystem liegen die Prinzipien der Lean Production und der Wertstromorientierung zugrunde. Wesentliche Herangehensweise ist dabei die Konzentration auf die wertschöpfenden Tätigkeiten und der Vermeidung von Verschwendungen. Kennzahlen helfen dabei die subjektiven Einschätzungen der Produktionsbeteiligten zu objektivieren, die Ziele in der Produktion messbar zu machen, aber auch den Ist-Zustand darzustellen und zu quantifizieren. Grundlage für glaubwürdige Kennzahlen sind dabei aktuelle und valide Daten, die bei konsequenter und gleichmäßiger Ermittlung auch für Vergleiche mit anderen Bereichen und Unternehmen herangezogen werden können.

Betriebe sehen sich zunehmend mit einer steigenden Komplexität durch steigende Variantenzahlen, kürzer werdende Produktlebenszyklen und einem erhöhten Automatisierungs- und Systemunterstützungsgrad konfrontiert. Herkömmliche Zuschlagskalkulationen werden diesen Entwicklungen nur unzureichend gerecht. Eine prozessorientierte Kal-

kulation ermöglicht es, die Kosten des Betriebs verursachungsgerecht auf Prozesse und Produkte zu verteilen und so eine transparente Kostenzuordnung zu schaffen.

Wesentlich bei der Betrachtung von Kennzahlen und Kosten im Betrieb ist die Ableitung von geeigneten Maßnahmen zur kontinuierlichen Verbesserung und Optimierung. Dabei ist immer sicher zu stellen, dass die Maßnahmen der Zielerreichung dienen und die Veränderungen messbar gemacht werden können. Dann ist Produktionscontrolling erfolgreich.

Weiterführende Literatur

- Bär, Reinhard, und Philippe Purtschert. 2014. *Lean-Reporting*. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag.
- Erlach, Klaus. 2010. *Wertstromdesign: Der Weg zur schlanken Fabrik*, 2. Aufl. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag.
- Erlach, Klaus, und Engelbert Westkämper. 2009. *Energiewertstrom*. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.
- Goldratt, Eliyahu M., und Jeff Cox. 2013. *Das Ziel: Ein Roman über Prozessoptimierung*, 5. Aufl. Frankfurt am Main: Campus Verlag.
- Goldratt, Eliyahu M., und Petra Pyka. 2008. *Das Ziel – Teil II: Die Fortsetzung des Weltbestsellers*, 2. Aufl. Frankfurt am Main: Campus Verlag.
- Gorecki, Paweł, Peter Pautsch. 2014. *Praxisbuch Lean Management: Der Weg zur operativen Excellence*. München: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG.
- Horváth, Péter. 2012. *Controlling*. München: Vahlen.
- Horváth, Péter, Ronald Gleich und Dietmar Voggenreiter. 2012. *Controlling umsetzen: Fallstudien, Lösungen und Basiswissen*, 5. überarbeitete Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Jankulik, Ernst, und Roland Piff. 2009. *Praxisbuch Prozessoptimierung: Management- und Kennzahlensysteme als Basis für den Geschäftserfolg*. New York: John Wiley & Sons.
- Klein, Andreas. 2014. *Reporting und Business Intelligence*. Planegg, München: Haufe-Lexware.
- Lindner, Alexandra, und Peter Becker. 2010. *Wertstromdesign: Praxiswissen erfolgreich anwenden*. München: Hanser.
- Ohno, Taiichi, Mike Rother und Wilfried Hof. 2013. *Das Toyota-Produktionssystem*, 3. erweitert und aktualisiert Auflage. Frankfurt am Main: Campus Verlag.
- Pfeffer, Matthias. 2014. *Bewertung von Wertströmen: Kosten-Nutzen-Betrachtung von Optimierungsszenarien*, 1. Aufl. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag.
- Probst, Hans-Jürgen. 2012. *Kennzahlen: richtig anwenden und interpretieren*. München: REDLINE.
- Reichmann, Thomas. 2014. *Controlling mit Kennzahlen: Die systemgestützte Controlling-Konzeption mit Analyse- und Reportinginstrumenten*. München: Vahlen.
- Rother, Mike, und John Shook. 2004. *Sehen lernen: mit Wertstromdesign die Wertschöpfung erhöhen und Verschwendungen beseitigen*, 1. Aufl. Ludwigsburg: LOGX.
- Schuh, Günther, und Achim Kampker (Hrsg.). 2010. *Strategie und Management produzierender Unternehmen: Handbuch Produktion und Management 1*, 2. Aufl. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag.

- Syska, Andreas. 2007. *Produktionsmanagement: Das A–Z wichtiger Methoden und Konzepte für die Produktion von heute*. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag.
- Takeda, Hitoshi. 2014. *Das synchrone Produktionssystem: Just-in-time für das ganze Unternehmen*. München: Vahlen.
- Techt, Uwe. 2007. *Goldratt Und Die Theory of Constraints*. Raleigh, North Carolina: Lulu.com.
- Weber, Jürgen, Regina Malz, und Thomas Lührmann. 2012. *Excellence im Management-Reporting: Transparenz für die Unternehmenssteuerung*. New York: John Wiley & Sons.
- Weber, Jürgen, und Utz Schäffer. 2006. *Einführung in das Controlling*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Womack, James P., und Daniel T. Jones. 2013. *Lean Thinking: Ballast abwerfen, Unternehmensgewinn steigern*. Frankfurt am Main: Campus Verlag.

Sachverzeichnis

- 6 Ms, 149, 150, 188–190
6-W, 192, 193
- A**
- Abschreibungsquote, 103
 - Absolute Kennzahlen, 47
 - Abweichung der Lieferzeit, 173
 - Abweichung der Produktionszeit, 172
 - Abweichung der Transportzeit, 173
 - Abweichung des Fertigungsauftragsstarts, 125
 - Aktualität, 41, 42, 82
 - Änderungsrate, 130
 - Anlagen und Produktionsprozesse, 52, 53, 95
 - Anlageneffizienz, 55, 97, 98, 103
 - Anlagenverfügbarkeit, 95–98, 104
 - Anlieferprozesse, 92, 162
 - Auftragsabwicklungsprozess, 60, 68, 139, 140
 - Auftragsbestand, 123, 124
 - Auftragsorientierung, 70
 - Auftragsreichweite, 95, 96
 - Auslastung, 16, 50, 52–54, 56, 70, 73, 79, 97–99, 105, 125, 136, 203
 - Auslieferqualität, 160, 174, 176, 177
 - Ausliefertermin, 78, 170
 - Ausschuss, 31, 53, 56, 62–64, 116, 155, 162, 164, 165, 179, 181, 191, 201
 - Ausschussquote, 110, 111
 - Ausschussrate, 63, 196
 - Automatisierung, 56, 61, 69, 136
 - Automatisierungsgrad, 136, 155
 - A- und B-Artikel, 23
- B**
- Balanced Scorecard, 152–154
 - Bearbeitungszeit je Anfrage, 127
 - Bearbeitungszeiten, 55, 96, 98, 124, 135, 167, 168, 180, 202
- Bedarfsschwankungen, 58, 173, 205
- Benchmark, 82, 84, 85, 87
- Benchmarking, 82, 83
- Bereiche, indirekte, 126
- Beschaffung, 12, 19, 20, 49, 50, 90, 161, 170, 183
- Beschaffungskosten, 134, 136
- Bestand, 33, 47, 51, 54–56, 61, 65–68, 74, 78, 98, 115–117, 119, 121, 130, 136, 155, 169, 173, 176, 181, 184, 191, 195, 198, 199, 203–206, 208
- Best-Practice, 82
- Betriebsdatenerfassung (BDE), 79
- Bewertungskriterien, 212–216
- C**
- Cash-to-cash-cycle-time, 122
 - Controlling, 18
 - ConWIP, 204
 - C-Artikel, 23
- D**
- Datenblatt, 45
 - Datenerhebung, 84
 - Datengrundlage, 41, 42, 76
 - Datenmaterial, 45
 - Datenquelle, 43
 - Deckungsbeitrag, 15, 130, 135, 140
 - Dienstleistungen, 25, 26
 - Dokumentation, 40, 49, 70, 87
 - Durchlaufzeit, 28, 29, 48, 68, 70, 75, 181, 198, 207
- E**
- Effektivität, 1, 55, 56, 73
 - Effizienz, 1, 7, 15, 18, 40, 41, 82, 83, 157

- Einflussfaktoren, 2, 47, 50, 53, 54, 57, 60, 65, 69, 73
 Einflussgrößen, 50, 133
 Einstufige Kennzahlen, 48
 Energie- und Betriebskosten, 56
 Engpass, 1, 17, 44, 53, 54, 56, 64, 95, 97, 208
 Engpasstheorie, 53, 207
 Enterprise Resource Planning, 79
 Entscheidungsrelevanz, 42
 EPEI, 102, 180, 181
 Erfolgsfaktor, 6, 7, 11, 18, 43, 48, 49, 69, 74, 76, 148–152, 157, 159–163, 166, 177, 185
- F**
 Falschverbauquote, 176
 Fehler, 5, 25, 31, 56, 60, 61, 63, 68, 72, 74, 109, 110, 173, 176
 Fehleranfälligkeit, 70, 176
 Fehleranteil im Wareneingang, 93
 Fehlerquelle, 60, 62–64, 174
 Fehlerquote des Lieferanten, 174
 Fehllieferquote, 115
 Fehlzeiten, 15, 58, 59, 104, 105, 107
 Fertigungskosten, 25
 FiFo, 202
 Finanzielle Perspektive, 153
 Flächen, 66
 Flächennutzungsgrad, 120
 Flexibilität, 1, 8, 9, 13, 28, 51, 52, 54–59, 68, 72, 74, 75, 92, 93, 96–98, 102, 114, 121, 123, 136, 147, 159, 160, 177, 178, 184, 186, 204, 208, 213–215
 Fließfertigung, 85, 202
 Fließgrad, 121, 124, 160, 170
 Fließprinzip, 67, 202
 Fließproduktion, 28
 Fluktuation, 4, 58, 59, 77, 107
 Flussgrad, 124, 149, 160, 165–169, 190, 198
 Formale Qualität, 63
 Fortschritt, 48
 Führungsinstrument, 39, 75
- G**
 Gemeinkosten, 15, 25, 35, 71, 133–136, 138, 142, 143, 159
 Gesamtanlageneffektivität, 48, 101, 178
 Gesamtdurchlaufzeit, 198
 Gesamtkomplexität, 46
- Gesamtoptimum, 19, 46, 162, 194
 Gesamtsystem, 26, 47
 Gestaltungsprinzipien, 52, 56, 59, 63, 68, 72, 75, 201
 Gesundheit, 5
- H**
 Handlingaufwand, 164
 Handlingfehlerquote, 176
 Herstellkosten, 25, 118, 134
 Hit Rate, 127
 Hours Per Unit, 123
- I**
 Ideal- Zustand, 193, 194
 Ideal-Zustand, 193
 IH-Kostenquote, 103
 Indikatoren, 4, 50, 53, 57–60, 65, 69, 73, 77, 162, 181
 Indirekte Bereiche, 209
 Individualisierung, 14, 16, 23, 183
 Informationsfluss, 15, 31, 196, 197, 213
 Innovation, 26, 147, 159
 Innovationsgrad, 160, 185, 186
 Input, 11, 18, 20, 21, 212
 Integrationsphase, 86
 Internationalisierung, 13
 Interne Prozessperspektive, 153
 Interpretation, 21, 41, 47, 76, 80, 133, 168
 Intervall, 44, 204
 Ishikawa, 188, 190
 Ist- Zustand, 11, 193
- K**
 Kalkulationsschema, 142
 Kanban, 202, 203, 205
 Kapazität, 52, 53, 55, 56, 58, 59, 95–98, 104, 105, 125, 141, 142, 208, 214
 Kapazitätsbedarf, 207
 Kapitalbindung, 8, 28, 51, 52, 54, 67, 103, 117, 170, 173
 Kardinale Skala, 48
 Kennzahlen, 89
 Kennzahlenebene, 44
 Kennzahlenermittlung, 41, 76, 80
 Kennzahlensystem, 48, 145, 146, 151, 152
 Kennzahlverlauf, 44
 Kerntätigkeiten, 200
 Key Performance Indicators, 48

- Kommunikation, 4, 15, 17, 19, 20, 37, 44, 46, 58, 59, 70, 76, 80, 82, 86, 176
Kompetenzen, 58, 70, 72
Komplexität, 7, 12, 13, 15, 16, 46, 69, 71, 72, 74, 75, 134, 136, 184, 195, 213
Kontinuierliche Verbesserung, 2, 26, 28, 83
Koordination, 39, 49, 75, 136
Kosten, 1, 8–12, 17, 21, 25, 26, 33, 35, 40, 41, 47, 48, 50, 51, 54, 55, 57, 59, 60, 62, 64, 67, 68, 71, 74, 104, 109, 111, 112, 123, 127, 132–134, 136, 138–142, 147, 150, 155, 159, 160, 162–165, 169, 176, 177, 192, 198, 213–216
Kosten pro Einheit, 159, 162–164
Kostenartenrechnung, 133
Kostenentwicklung, 136
Kostenrechnung, 133, 138
Kostenstelle, 71, 133, 134, 139, 141–143, 149, 150
Kostenstellenanalyse, 143
Kostenträger, 133, 134, 138
Kostentreiber, 72, 139, 142
Kostenverursacher, 25
Kostenzuwachs, 35
Kostenzuwachskurve, 34
Krakenstand, 58, 77
Kundenanforderungen, 10, 14, 60, 127, 147, 159, 181
Kundenentkopplungspunkt, 73
Kundenorientierung, 10, 68, 70–72, 135, 158, 169
Kundenperspektive, 153, 196
Kundenprozesse, 160
Kundensicht, 23, 25, 66, 127, 158–160, 170
Kundentakt, 70, 198, 202, 203
Kundenwunsch, 26, 64, 70
Kundenzufriedenheit, 46, 48, 63, 64, 72, 75, 110, 130, 176
KVP, 41, 152
- L**
Lagerdauer, 117
Lagernutzungsgrad, 119, 120
Lagerung, 1, 62, 64, 66, 99, 116, 176
Lean Management, 1, 193
Lean Production, 25, 26, 29, 30, 54
Leistung, 25, 39, 40, 98, 99, 105, 155, 158
Leistungsfähigkeit, 48, 82, 83, 85, 194
Leistungskennzahlen, 48
Leistungsmengeninduziert, 142
Leistungsmengenneutral, 142
Lern- und Wachstumsperspektive, 153
Lieferfähigkeit, 90, 91, 94, 125
Liefertermintreue, 91
Liefertreue, 28, 72, 78, 90, 127, 181
Lieferzeit, 14, 48, 51, 52, 67, 72, 95, 121, 125, 160, 166, 172, 173, 207
Liegezeiten, 67, 168, 169, 176
Logistikkosten, 118, 165
Logistikprozesse, 53, 64, 68, 71, 161
Lohnkosten, 59, 134, 136
Losgrößen, 15, 44, 54, 56, 61, 66–68, 70, 73, 75, 90, 96–98, 134, 155, 161, 168, 169, 173, 176, 178, 180, 181, 184, 185, 203, 208
Losgrößenbildung, 54
- M**
Magisches Dreieck, 147
Manufacturing Execution Systems (MES), 79
Maschinenauslastung, 99
Maschinendatenerfassung (MDE), 79
Massachusetts Institute of Technology (MIT), 25
Material, 62
Material und Logistik, 64
Material und Logistikprozesse, 64
Materialfluss, 14, 15, 195, 196, 198, 205, 213
Materialkosten, 25, 56, 110, 133, 134, 164
Materialverbrauch, 51, 52, 115
Materialverfügbarkeit, 45, 61, 65, 67, 68, 90, 113, 114, 116, 117, 119, 125, 172, 180, 209
Mean Time Between Failures, 100
Mean Time To Repair, 100, 101
Mehrstufige Kennzahlen, 48
Mengenerfüllungsgrad, 116
Messinstrument, 40, 75, 78
Messintervall, 78
Messpunkte, 78
Mitarbeiterauslastung, 105, 125
Mitarbeiterleistung, 106
Mitarbeitereschulungen, 107, 209
Mitarbeiter-Effektivität, 107
Mitarbeiterzufriedenheit, 57, 59, 77
Monitoring, 37, 40, 47, 79
Muda, 30

- N**
- Nacharbeit, 31, 53, 62, 109, 110, 112, 129, 155, 162, 164, 165, 174, 179, 201
 - Nacharbeitsquote, 110, 111
 - Nachfrage, 73, 75
 - Nebentätigkeiten, 29, 201
 - Neuverhandlung, 44
 - Nutzleistung, 30
 - Nutzwertanalyse, 215, 216
- O**
- Objektivität, 40
 - OEE, 102, 155, 178–180
 - Ökologie, 6
 - Ordinale Skala, 48
 - Ordnung und Sauberkeit, 48
 - Ordnungssystem, 146
 - Organisation, 68
 - Output, 10, 11, 18, 20, 21, 53, 55, 56, 79, 159, 208, 212
- P**
- Paarweiser Vergleich, 216
 - Personal, 61
 - Personalkosten, 56
 - Planbarkeit, 51, 54, 61
 - Planung, 71
 - Planungsphase, 84
 - Portfolio, 213
 - PPS, 196
 - Priorität, 5, 13, 43, 46
 - Produktfamilie, 28, 71, 194, 195, 198
 - Produktion, 18
 - Produktionsdurchlaufzeit, 121, 122
 - Produktionsdurchlaufzeit, mittlere, 122
 - Produktionsfehlerquote, 100, 176
 - Produktionskosten, 164
 - Produktionsmix, 203, 204
 - Produktionsprinzipien, 73
 - Produktionsprogramm, 8, 70
 - Produktionsprozesse, 11, 16, 19, 52, 56, 64, 67, 70, 95, 99, 122, 161, 195, 196, 212
 - Produktionsstrategie, 39, 40
 - Produktivität, 4, 11, 12, 46, 55, 56, 99, 100, 103
 - Produktqualität, 7, 8, 16, 56, 59, 62, 63, 75
 - Prozessanalyse, 140, 210
 - Prozesskosten, 144, 164, 165, 198
 - Prozesskostenrechnung, 139, 140
 - Prozessorientierte Kalkulation, 139, 140
 - Prozessorientierte Kostenrechnung, 72
 - Prozessorientierung, 10, 26
 - Prozesssicherheit, 61, 63
 - Prozessstabilität, 61, 149
 - Prozessverbesserung, 46, 82, 83, 85, 112
 - Prüfprozesse, 7, 61, 63, 69, 74, 168, 208
- Q**
- Qualifikation, 57–59, 61, 63, 107, 183, 185
 - Qualifikationsgrad, 59
 - Qualifizierung, 55, 56, 59, 70, 176, 213
 - Qualität, 7, 60, 74
 - Qualitätsgrad, 109, 110
 - Qualitätskostenkennzahl, 112, 113
- R**
- Reaktionszeit der Lieferanten, 92, 93
 - Realisierungshorizont, 44
 - Rechensystem, 146
 - Regelkreis, 138, 188
 - Reichweiten, 66, 122, 168, 169, 198
 - Reklamationen, 7, 63, 64, 74, 129
 - Reklamationsquote, 129
 - Relative Kennzahlen, 48
 - Ressourcen, 2, 10–12, 25, 26, 30, 31, 40, 50, 52, 55, 58, 59, 66, 68, 69, 79, 154, 170, 181, 185, 195, 204, 206
 - Ressourcenbedarf, 68
 - Ressourceneinsatz, 11, 37
 - Return on Investment, 146, 154
 - ROI, 155
 - Rücksendequote, 129
 - Rüstprozesse, 61, 203
 - Rüstvorgänge, 8, 54, 56, 62, 70, 96, 98, 180, 185, 203
 - Rüstzeitanteil, 98
- S**
- Schichtmodelle, 53
 - Schlank, 15, 161
 - Schrittmacherprozess, 203, 204
 - Schwierigkeiten, 81, 151
 - Service, 7, 8, 63
 - Sicherheit, 5
 - Sicherheitsbestand, 205
 - Soll-Zustand, 187, 193, 194, 201, 206, 212
 - Spannungsdreieck, 147
 - Standardisierung, 5, 6, 8, 28, 55, 58, 68, 70, 72, 134, 136, 183

- Standards, 1, 12, 26, 28, 61, 63, 69, 70, 72, 82, 190–192
- Steuerung, 1, 16, 18–21, 25, 31, 32, 37–40, 43, 46, 49, 54, 67, 68, 71, 72, 74, 75, 77, 85, 90, 112, 115, 125, 130, 134–136, 151, 161, 162, 165, 169, 173, 176, 183, 185, 192, 194, 202, 206
- Stillstände, 95, 190, 202
- Störungen, 17, 55, 61, 68, 96, 97, 101, 104, 125, 173, 178, 202, 208, 209
- Stückkosten, 52, 54, 97, 159
- Swimlane, 209–211
- Synchronisierung, 67, 115, 136
- Synergieeffekte, 145
- Systemunterstützung, 58, 70, 78, 215
- T**
- Taiichi Ohno, 25
- Tätigkeitsanalyse, 139, 141
- Termine, 67
- Termintreue, 51, 52, 60, 63, 67, 95, 125, 160, 170
- Toyota, 25
- Transparenz, 6, 11, 12, 17, 40, 56–59, 82, 133, 138, 140, 177, 187, 213, 214
- Transport, 31, 50, 52, 61, 64, 67, 74, 75, 99, 109, 129, 160, 161, 165, 173, 183, 184, 186, 196, 206, 207
- Transportkosten, 50, 51, 74, 118, 165
- Transportkostenanteil, 118, 119
- Transportschädenquote, 176
- Transportwege, 66, 67, 181, 191
- Transportzeiten, 51, 169, 173
- Treiberbaum, 149
- U**
- Überproduktion, 28, 31, 56, 74, 201, 202
- Umrüstvorgänge, 54
- Umsatzanteil, 94, 130, 131
- Umsatzanteil pro Lieferant, 94
- Umschlaghäufigkeit, 116
- Umsetzungsphase, 86
- Unternehmenskultur, 4, 5
- Unternehmensziele, 2
- Unterstützend, 30
- Unzufriedenheitsquote, 130
- V**
- Varianten, 75
- Variantenflexibilität, 160, 183, 184
- Variantenflexibilität, 184
- Variantenvielfalt, 10, 14, 16, 71, 74, 183
- Verbesserungsmaßnahmen, 28, 37, 83, 90, 129
- Verbesserungspotenziale, 80, 140
- Verbesserungsvorschläge, 4, 111, 112
- Verfügbarkeit, 23, 53, 54, 58, 79, 96, 104, 105, 170, 206
- Vergleichbarkeit, 46, 83, 84
- Verschwendungen, 10, 11, 25, 26, 28–33, 53, 55, 60, 62, 65, 68–71, 109, 110, 160, 194, 199, 206
- Verschwendungsaktivitäten, 31, 201
- Verspätung, 68, 78, 90–92, 127, 128
- Verursachungsgerechte Kalkulation, 140
- Verursachungsgerechte Kostenzuordnung, 72
- Visualisierung, 5
- Visualisierungsart, 45
- W**
- Wartezeiten, 10, 70, 75, 79, 160, 176, 180, 203
- Wartung und Instandhaltung, 5, 56, 62, 209
- Wege, 66
- Wertorientierung, 23
- Wertschöpfend, 25, 30, 169, 200, 201
- Wertschöpfung, 25, 29–31, 33, 55, 60, 61, 63–67, 72, 74, 75, 110, 121, 161, 168, 169, 177, 181, 194, 199
- Wertschöpfungsanteil, 64
- Wertschöpfungskette, 60, 62, 65, 73, 172, 183
- Wertschöpfungskurve, 33
- Wertschöpfungsprozess, 60, 174
- Wertstrom, 26, 28, 48, 159, 161, 166, 168, 177, 180, 181, 185, 194, 196, 203, 204, 206
- Wertstromanalyse, 194, 195, 198, 199
- Wertstromdesign, 194, 199
- Wertstromkennzahlen, 159, 162
- Wertstromkennzahlensystem, 157, 159, 160, 163
- Wertstrommethode, 54, 194, 203
- Wertstromorientierung, 26, 27, 158
- Wertstromsicht, 27, 194
- Wertstromsymbole, 197
- Wertzuwachs, 33
- Wertzuwachskurve, 34
- Wettbewerbsvorteil, 14, 147, 159
- Wiederbeschaffungszeit, 67, 68, 92, 114, 115, 166, 170, 178, 180, 205
- Wirtschaftlichkeit, 10
- Wissensmanagement, 58

Work in Process, [117](#), [118](#)

Zielkonkurrenz, [147](#)

Zuschlagskalkulation, [134](#), [138–140](#)

Z

Zeitarbeitskräfte, [58](#), [59](#)

Zuverlässigkeit, [51](#), [52](#), [160](#)

Zykluszeit, [196](#), [198](#), [202](#)