

TQU Verlag
präsentiert

www.tqu-group.de



Das Ziel

Prozessoptimierung in der Fertigung

Betreuer:

Prof. Dr. Jürgen P. Bläsing

Verfasser:

Jochen Häck

Studienarbeit

Verfasser

Jochen Häck

Meilensteine:

Ich bin Student an der Hochschule in Ulm und studiere Produktionstechnik und Organisation im 8. Semester. Mein zweites Praxissemester absolvierte ich in den USA. Vor meinem Studium habe ich eine Lehre zum Industrieelektroniker mit Fachrichtung Produktionstechnik bei der Firma Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH erfolgreich absolviert.



Was mich auszeichnet:

- Engagement und Begeisterung an technischen Weiterentwicklungen.
- Offenheit gegenüber neuen Herausforderungen.
- Immer auf der Suche nach innovativen Lösungen.
- Probleme aus einer Vielzahl von Blickwinkeln betrachten und dabei die Gesamtheit des Problems nicht aus den Augen verlieren.



Das Ziel

Ein Roman über Prozessoptimierung

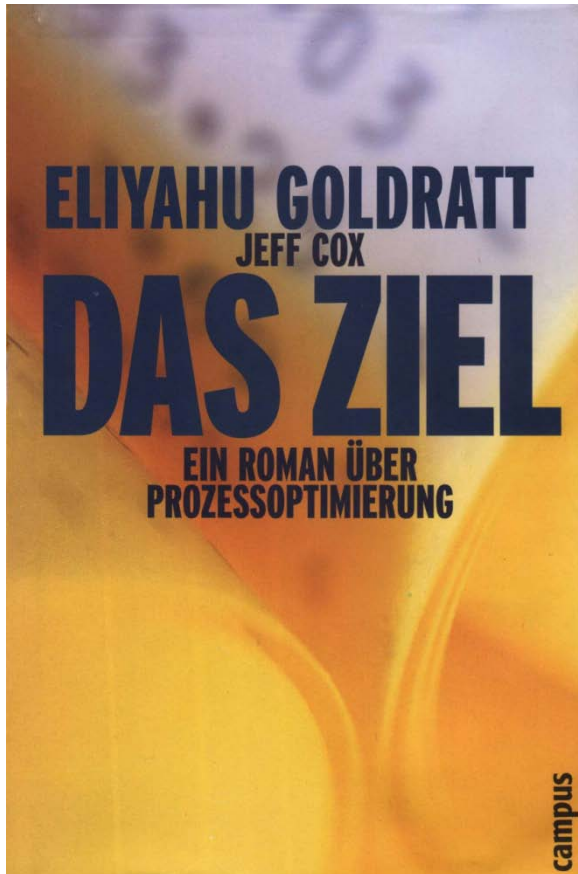
Autoren:

- Dr. Eliyahu M. Goldratt

Managementberater für Produktionsmanagement. In den vergangenen Jahren arbeitete er für viele große und namhafte Unternehmen wie Ford, General Motors usw.

- Jeff Cox

Autor von sieben Wirtschaftsromanen: The Goal (Das Ziel), Zapp, The Quadrant Solution, Heroz, The Venture, Seeling the Wheel und The Cure.



Campus Verlag GmbH
3. Auflage 2002



Das Ziel



- 4 -

Hochschule
Ulm



1. Inhaltsverzeichnis

1. Inhaltsverzeichnis
2. Das Buch
3. Herausforderungen
4. Ziele der Fabrik
5. Kennzahlen
6. Ausgeglichene Fabrik
7. Managementmethoden
8. Optimierung
9. Beispiel: Wanderung von Pfadfindern
10. Fazit
11. Glossar



2. Das Buch

2.1 Prozessoptimierung

2.2 Inhalt

2.3 Inhalt II



2. Das Buch

2.1 Prozessoptimierung

Das Buch „Das Ziel“ ist eine Übersetzung aus dem amerikanischen „The Goal“.

Das Ziel des Buches ist es, die Vorgänge und Prozesse in einer Fabrik zu betrachten, optimieren und neu zu definieren.

Hierfür wird eine Methode angewendet, welche sowohl in der Produktion, als auch in anderen alltäglichen Situationen Anwendung finden kann. Dieses strukturierte Vorgehen soll auf unterhaltsame Art und Weise in Form eines Wirtschaftsromans vermittelt werden.

Mithilfe der Romanform versuchen die Autoren Wissen auf einem andern Weg zu vermitteln. Die Inhalte werden ansprechend über Metaphern und Analogien zum Leben erweckt oder in Kurzgeschichten verpackt.

An großen und wichtigen Eckpunkten des Geschehens oder des zu vermittelnden Wissens wird durch viele Fragen versucht, dass sich der Leser selber Gedanken über die Problemstellungen macht. Erst durch langsames Hinarbeiten wird dann ein Lösungsvorschlag präsentiert.



2. Das Buch

2.2 Inhalt

Dieses Buch erzählt von Direktor Alex Rogo. Seit Kurzem ist er mit der Leitung einer Fabrik betraut, mit der es stetig bergab geht.

In diesem Konzern hat er sich als geschickter und kompetenter Mitarbeiter kontinuierlich bis zur Position des Fabrikdirektors hochgearbeitet. Doch scheinbar reichen seine Geschicke und Arbeitseinsatz nicht aus, um wieder alles ins Lot zu bringen.

Erschwerend kommt hinzu, dass die Unternehmensspitze ein Ultimatum für das Werk in Bearington ausspricht, bis zu welchem Zeitpunkt es wieder, in den schwarzen Zahlen sein muss.

Durch einen Zufall trifft er auf einem Flughafen seinen alten Physikprofessor namens Jonah. Wie sich im Laufe des Buches herausstellt, ist er mittlerweile als Unternehmensberater tätig. Damit bildet Jonah die helfende Hand für Alex Rogo und coached ihn mit Fragen und Aufgaben.



2. Das Buch

2.3 Inhalt II

Auf der Suche nach den Lösungen vernachlässigt Alex Rogo seine Frau, welche ihn daraufhin verlässt. Dadurch entsteht ein zweiter Handlungsablauf.

Dieser Ablauf zeigt, dass die im Buch genannten Probleme und Lösungsvorschläge in vielen Bereichen des Lebens angewendet werden können.

Privat kann Alex Rogo seine Probleme mit gleichem Eifer, wie er für den Job aufbringt, lösen und für eine gemeinsame Zukunft mit seiner Frau einstehen.

Die Produktion kommt währenddessen zur Höchstleistung. Dabei entstehen dann die Probleme, wie bei einer ausgeglichenen Fabrik. Am Schluss hat sich sein Werk an die Konzernspitze hochgearbeitet.



3. Herausforderungen



3. Herausforderungen

3.1 IST – Zustand

3.2 Marktsituation

3.3 Konzernvorgaben



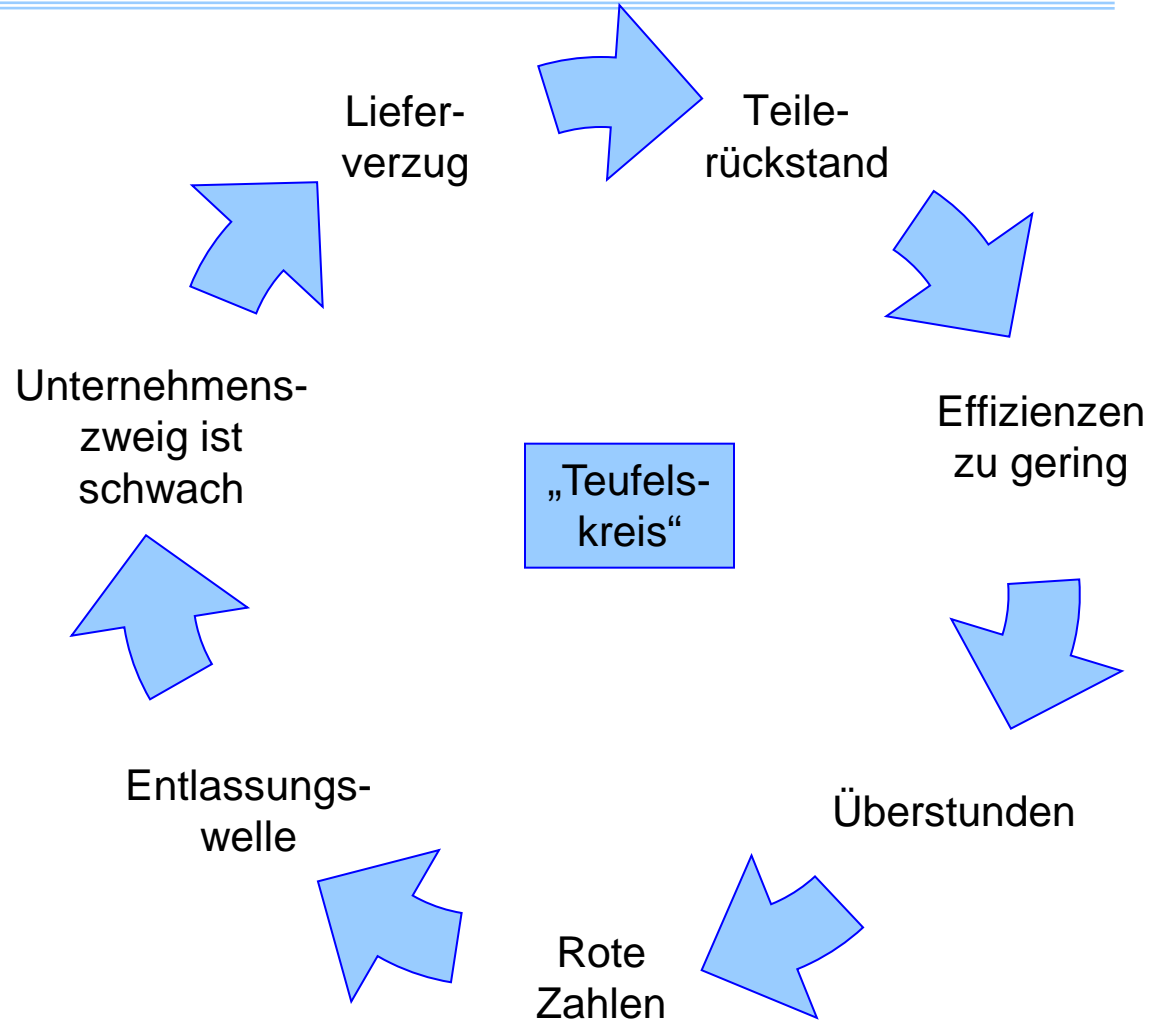
3. Herausforderungen

3.1 IST - Zustand

Dieser „Teufelskreis“ ist in der Fabrik von Alex Rogo anzutreffen.

Die einzelnen Punkte verstärken sich gegenseitig.

Dadurch ist es sehr schwer, einen Ausweg aus der Misere, zu finden.



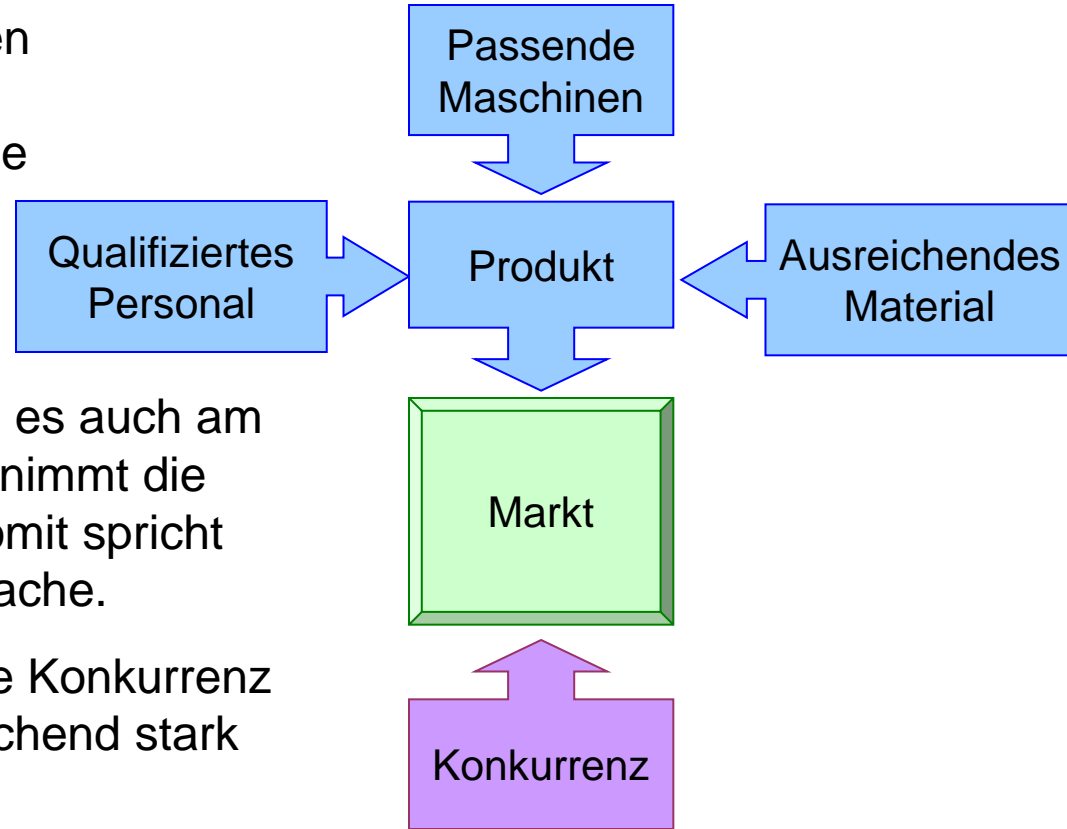
3. Herausforderungen

3.2 Marktsituation

Die wichtigsten Voraussetzungen für eine erfolgreiche Fabrik, wie qualifiziertes Personal, passende Maschinen und Materialien sind vorhanden. Trotzdem steht die Fabrik am Rande des Ruins.

Bei näherer Betrachtung könnte es auch am Produkt liegen. Doch der Markt nimmt die produzierte Ware schnell ab. Somit spricht dies gegen das Produkt als Ursache.

Weiterer Hemmfaktor könnte die Konkurrenz sein, doch diese ist nicht ausreichend stark am Markt vertreten.



Trotz guter Marktsituation ist es möglich, dass eine Fabrik nicht wirtschaftlich arbeitet.



3. Herausforderungen

3.3 Konzernvorgaben

Die nebenstehenden Punkte wurden von der Konzernspitze ausgearbeitet.

Die Fabrik von Alex Rogo hat drei Monate Zeit für eine Kehrtwende.

Diese muss anhand von harten Fakten ersichtlich sein.



4. Ziele der Fabrik



4. Ziele der Fabrik

4.1 Konventionelle Ziele

4.2 Beispiele für Ziele

4.3 Wahres Ziel



4. Ziele der Fabrik

4.1 Konventionelle Ziele



- Welche Ziele verfolgt eine Fabrik?**
- Wer entscheidet über Ziele?**
- Wer kontrolliert Zielvereinbarungen?**
- Was möchte der einzelne Angestellte?**
- Was möchte der Unternehmenszweig?**



... ..

Hier ist eine Auswahl an Fragen, welche sich im Zusammenhang mit den Zielen einer Fabrik stellen.

Firmenziele und die Firmenphilosophie hängen in den meisten Fällen zusammen.

Ein kleines Unternehmen oder Mittelständler hat ganz andere Ziele vor Augen, als ein Großbetrieb. Dadurch fällt es schwer, Ziele zu vergleichen.



4. Ziele der Fabrik

4.2 Beispiele für Ziele

- ◆ Umsatz steigern
- ◆ Gewinn steigern
- ◆ Lagerumschlag erhöhen
- ◆ Effizienzsteigerungen
- ◆ Kostenopportunität
- ◆ Konsistente Partner
- ◆ Kostengünstiger Einkauf
- ◆ Beschäftigungssicherheit
- ◆ Hoher technologischer Standard
- ◆ Zufriedene Kunden
- ◆ Zeitgerechte Lieferung
- ◆ Hohe Qualität
- ◆ Steigender Marktanteil
- ◆ ...

Dies ist ein kleiner Auszug von möglichen Zielen, welche oftmals von Fabriken genannt werden oder in den Medien zu hören sind. Ob damit das langfristige lebensfähige Unternehmen erreicht wird, wird nur in den seltensten Fällen überprüft.



4. Ziele der Fabrik

4.3 Wahres Ziel

Jonah stellt Alex Rogo die Frage, ob es sich nicht lohnt nach einem neuen, vielleicht auch allumfassenden Ziel auf die Suche zu machen.

Nach längerem Überlegen und weg von den bisherigen Zielen der Konzernleitung, wird Folgendes das neue Ziel:

Geld verdienen



Unter der Bedingung, dass die Fabrik Geld verdienen möchte, lassen sich die vorher genannten konventionellen Ziele erklären, wie z. B.:

- Arbeitsplatzgarantie – Besitzt die Fabrik genügend Geld, kann es in neue Produkte investieren und somit die vorhandenen Arbeitsplätze sichern.
- Steigender Marktanteil – Bessere Produkte, welche effizienter hergestellt werden, lassen den Preis für das einzelne Produkt sinken. Somit ist es möglich, zu einem geringeren Preis an den Markt heranzutreten.

Zu beachten ist, dass die vorher genannten Ziele in Wechselwirkung mit dem Ziel „Geld verdienen“ stehen. Die in der Schriftrolle genannten Ziele sind folglich als Mittel zum Zweck zu verstehen.





5. Kennzahlen



5. Kennzahlen

5.1 Übersicht

5.2 Anpassung von Kennzahlen

5.3 Neue Kennzahlen im Überblick

5.4 Neudefinition von Produktivität

5.5 Definition Durchsatz

5.6 Definition Bestände

5.7 Definition Betriebskosten

5.8 Zusammenfassung

5.9 Beispiel Roboter



5. Kennzahlen

5.1 Übersicht



Für die Rettung der Fabrik reicht es nicht, Ziele aufzustellen. Es sollte auch möglich sein, die Umsetzung der Vorgaben prüfbar zu gestalten.

In den Berichten über die Lage von Fabriken wird eine Vielzahl von Kennzahlen genannt. Auch die Geschäftsberichte von Aktiengesellschaften beinhalten eine Fülle von Werten.

Ein paar Beispiele:

- Produktivität
- Nettoertrag
- Rendite
- Cashflow
- ...



5. Kennzahlen

5.2 Anpassung von Kennzahlen



Bei der Neudefinition von Kennzahlen sollte nicht vernachlässigt werden, dass viele Abteilungen ihre eigenen Kennzahlen verwenden. Diese Anpassung von Kennzahlen an die einzelnen Abteilungen ist von großer Bedeutung. Dadurch fällt es den Mitarbeitern leichter mit Zahlen zu arbeiten und sie zu verstehen.

Die abteilungsinternen Kennwerte:

- vermitteln ein Gefühl für das Abteilungsziel.
- stellen das Erreichte in einer bekannten Skala dar.
- sind jederzeit nachmessbar.

Beispiel für abteilungsinterne Kennzahlen:

Der Schichtführer einer Fertigungsstraße bekommt das Ziel in seiner Schicht eine bestimmte Menge an Teilen herzustellen. Er sollte zwar das Firmenziel „Geld verdienen“ immer in Erinnerung haben, aber dies stellt keine sofort fassbare Größe für ihn dar. Er müsste erst die produzierten Teile in Gewinn umrechnen. Es ist einfacher, das Ziel in produzierter Tagesmenge anzugeben.



5. Kennzahlen

5.3 Neue Kennzahlen im Überblick

Bei dieser großen Menge an Kennzahlen sollte es möglich sein, sich auf das neue Ziel zu fixieren und gleichzeitig den ganzen Betrieb mit möglichst wenigen Werten abzubilden.

Für die Abbildung des Zieles „Geld verdienen“ schlägt Jonah eine Umformulierung von Produktivität in der Produktion vor.

Drei weitere Kennzahlen erhalten eine neue Definition, mit welcher die komplette Fabrik betrachtet werden kann.

Folgende Kennzahlen werden neu definiert:

- ↗ Durchsatz
- ↗ Bestände
- ↗ Betriebskosten



5. Kennzahlen

5.4 Neudefinition von Produktivität

Kann „produktiv sein“, mit Geld verdienen gleichgesetzt werden?

Wird beispielsweise in einer Abteilung rechnerisch die Produktivität um 20% gesteigert, sollten folgende Fragen gestellt werden:

- Werden nun mehr Teile produziert?
- Verdient die Abteilung 20% mehr Geld?
- Werden nun weniger Personen in dieser Abteilung beschäftigt?



Kann eine der Fragen mit „ja“ beantwortet werden, stellt dies einen Schritt in Richtung des Zieles dar.

Produktivität kann wie folgt neu definiert werden:

Produktiv sind nur Leistungen, welche die Fabrik auf die vereinbarten Ziele ausrichtet oder hinbewegt.

Nicht produktiv sind somit alle Maßnahmen, die eine Fabrik nicht näher an ihre Ziele bringt.



5. Kennzahlen

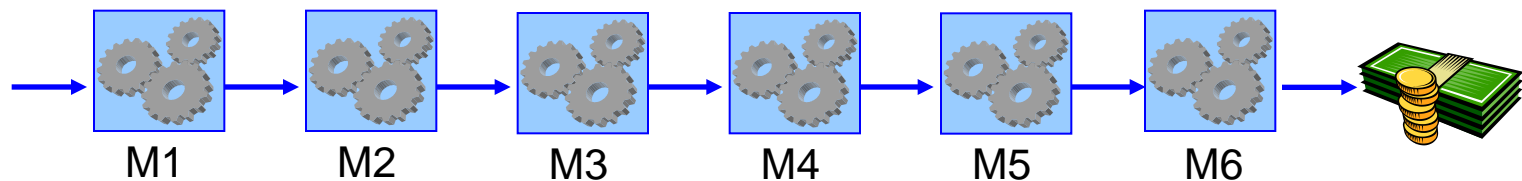
5.5 Definition Durchsatz

Durchsatz ist die Geldmenge pro Zeiteinheit, die von dem System durch Verkäufe verdient wird.

Dies kann durch die Messung des hereinfließenden Geldes in das Unternehmen bestimmt werden.

Beispiel Pressenstraße:

Mehrere Produktionseinheiten fertigen in einer fest definierten Reihe. Das Material kann nur sequenziell abgearbeitet werden und wird anschließend sofort an den Käufer übergeben.



Obwohl manche Maschinen schneller sind als andere, wird die Langsamste den Takt bestimmen und somit die Geschwindigkeit mit der die Teile produziert werden. Diese Geschwindigkeit bestimmt in diesem Beispiel den Durchsatz.



5. Kennzahlen

5.6 Definition Bestände

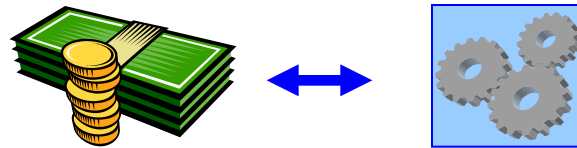
Bestände sind all das Geld, das in das System für den Ankauf von Dingen investiert wurde und die zum Verkauf gedacht sind.

Dies ist die Messung des Geldes, welches in der Fabrik vorhanden ist.

Ein Beispiel ist der Ankauf von Rohstoffen.

Weiteres Beispiel ist die Investition in eine Maschine:

Wird eine neue Maschine gekauft, wird dieser Betrag zu den Beständen gerechnet.



M...

5. Kennzahlen

5.7 Definition Betriebskosten

Betriebskosten sind all jenes Geld, dass das System dafür ausgibt, Bestände in Durchsatz umzuwandeln.

Dies stellt die Messung des hinausgehenden Geldes dar.

Eine kleine Auswahl an Betriebskosten:

- Maschinenabschreibung
- Schmieröl
- Ausschuss
- Lagerhaltungskosten
- ...

Bestände  werden mit Betriebskosten  zu Durchsatz



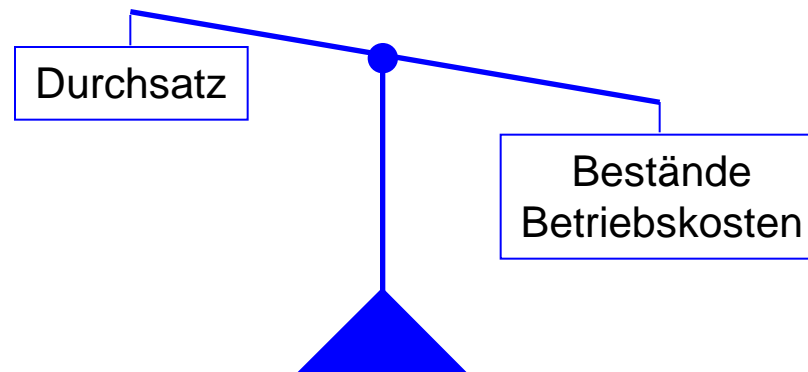
5. Kennzahlen

5.8 Zusammenfassung

In allen drei Definitionen kommt das Wort „Geld“ vor. Dieses unterstreicht die Ausrichtung auf das Ziel „Geld verdienen“.

Durchsatz, Bestände und Betriebskosten dürfen niemals allein betrachtet werden. Die Abhängigkeiten zwischen ihnen sind nicht linear, aber trotzdem vorhanden. So ist es wichtig, bei Optimierungsvorgängen einer Kennzahl, die anderen beiden nicht aus den Augen zu verlieren.

Wird beispielsweise versucht, den Durchsatz durch mehrere parallel laufende Maschinen zu verkürzen, steigen die Faktoren Bestände und Betriebskosten an. Mehr Maschinen sind mehr Bestände und benötigen mehr Schmiermittel, Wartung, Strom und sonstige Betriebskosten.



5. Kennzahlen

5.9 Beispiel Roboter



Bei der Neuanschaffung eines Roboters können sich folgende Gedankengänge, in Verbindung mit den eben definierten Kennzahlen, ergeben:

Steigt der Durchsatz?

- Werden durch den Einsatz von Robotern mehr Produkte verkauft?
- Werden schneller verkaufsfähige Teile produziert?
- Wird dadurch ein Engpass optimiert?
- Sinkt die Wartezeit von Teilen?

Sinken die Betriebskosten?

- Ist die Zahl der Leute auf der Lohnliste zurückgegangen?
- Wie groß ist der Energieverbrauch für das Herstellungsverfahren?
- Wird Material gegenüber dem alten Verfahren eingespart?

Sinken die Bestände?

- Schrumpfen die Bestände im Lager?
- Sinken die Umlaufbestände?

Dies sind Beispiele für Faktoren, welche gründlich überlegt werden sollten bei Neuanschaffung von Robotern oder anderen Produktionsmitteln.



6. Ausgeglichene Fabrik



6. Ausgeglichene Fabrik

6.1 Ziel

6.2 Phänomene

6.3 Abhängige Ereignisse

6.4 Statische Fluktuationen

6.5 Beispiel Bearbeitungsfolge

6.6 Ergebnis der Bearbeitung

6.7 Zusammenspiel der Faktoren



6. Ausgeglichene Fabrik

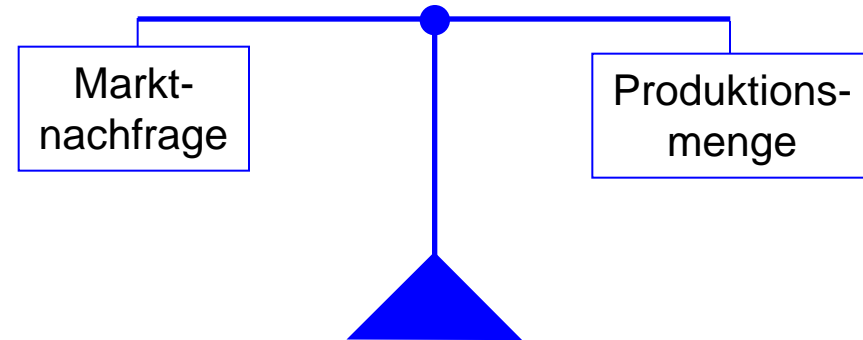
6.1 Ziel

Alex Rogo wünscht sich eine ausgeglichene Fabrik, zu führen.

„Ausgeglichene Fabrik“ bedeutet, dass die Nachfrage an Produkten, identisch mit der Produktionsmenge der Fabrik ist.

Dadurch wäre eine Vielzahl von Kennwerten an einem Maxima angekommen:

- Auslastung der Maschinen
- Amortisationszeit von Maschinen
- Bestellvolumina
- ...



Um dies mit den neuen Kennzahlen zu formulieren:

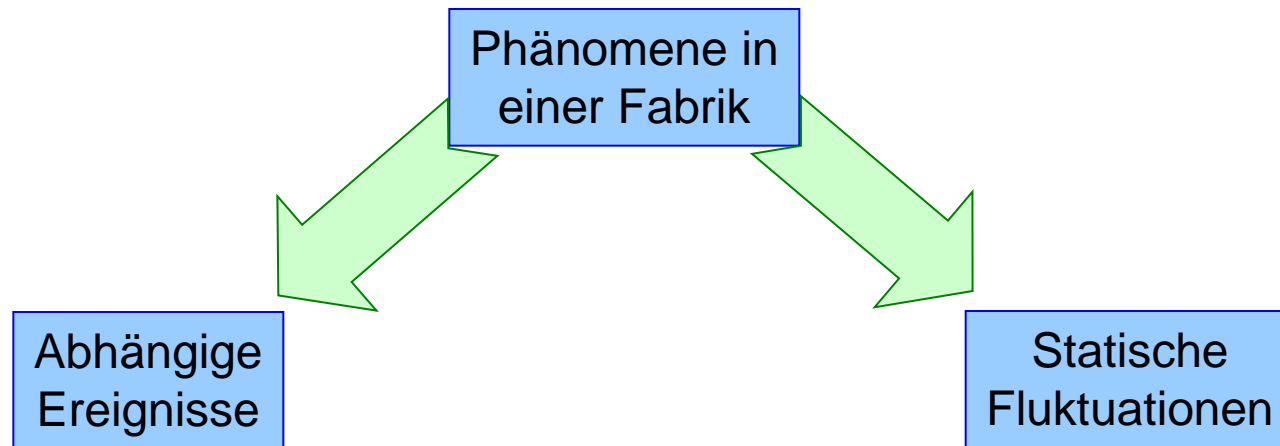
Betriebskosten und Bestände auf ein Minimum senken
und gleichzeitig den Durchsatz auf ein Maximum erhöhen.



6. Ausgeglichene Fabrik

6.2 Phänomene

In allen Prozessen der Fabrik ist folgender Zusammenhang zu finden:



Diese zwei Faktoren führen, laut Goldratt, zu folgendem Ereignis:

Je näher ein Unternehmen an eine ausgeglichene Fabrik herangeführt wird, desto näher steht sie am Rande eines Konkurses!

6. Ausgeglichene Fabrik

6.3 Abhängige Ereignisse

Eine Reihe von Ereignissen muss ablaufen, bevor ein anderes beginnen kann. Somit hängt ein folgendes Ereignis von den Vorhergehenden ab.

Beispiele:

➤ Prozessschritte bei Pressen:



Nachdem der erste Pressvorgang durchgeführt wurde, kann der Nächste folgen. Wird einer ausgelassen für dies zu einem Defekt an den Stempeln.

➤ Zuerst muss das Material für eine Drehmaschine bestellt werden, bevor es auf der Maschine verarbeitet und montiert werden kann.

So gibt es in jeder Fabrik eine Reihe von abhängigen Ereignissen, welche eine fest definierte Folge einhalten müssen.



6. Ausgeglichene Fabrik

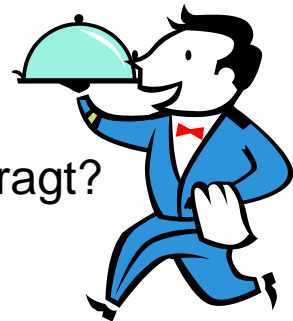
6.4 Statische Fluktuationen

Handlungen oder Vorgänge, welche nicht konkret gemessen werden können oder einen Handlungsspielraum offen lassen.

Die meisten kritischen Faktoren einer Fabrik können größtenteils im Voraus nicht genau festgelegt werden.

Beispiele:

- Wie lange braucht ein Mitarbeiter für die Montage von Teilen an einer Fertigungsstation?
- Im Lokal:
 - Wie lange dauert es, bis der Kellner nach der Bestellung fragt?
 - Wie lange dauert es, bis die Bestellung kommt?



Statische Fluktuationen tauchen in vielen Prozessen auf. Jedoch durch die Mittelwertbildung und die oftmals schon früher gemachten Erfahrungswerte lassen sich die statischen Fluktuationen verringern.

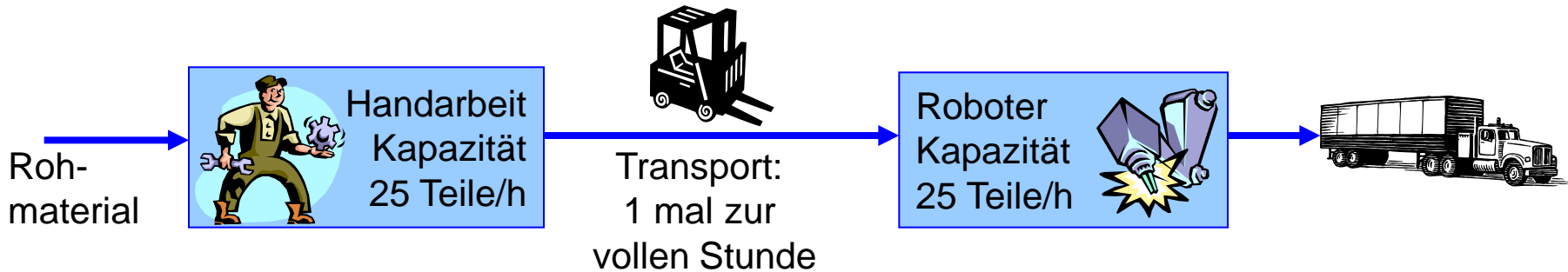


6. Ausgeglichene Fabrik

6.5 Beispiel Bearbeitungsfolge

Das folgende Beispiel zeigt das Zusammenspiel zwischen abhängigen Ereignissen und statischen Fluktuationen.

Ziel ist es, 100 Teile in einem Zeitfenster von fünf Stunden zu fertigen.



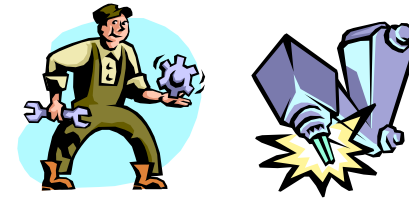
In der ersten Abteilung müssen die Teile an Handarbeitsplätzen bearbeitet werden. Die Kapazität dieser Abteilung beträgt laut Arbeitsplan 25 Teile pro Stunde.

Einmal zur vollen Stunde werden die produzierten Teile von der ersten Station zu einer zweiten Station transportiert.

Die zweite Arbeitsstation ist eine vollautomatisierte Roboterstation, welche die gleiche Kapazität von 25 Teilen pro Stunde aufweist.



6. Ausgeglichene Fabrik



6.6 Ergebnis der Bearbeitung

Um 12 Uhr wird mit der Fertigen der Kundenteile begonnen. Um 17 Uhr fährt der LKW zum Kunden, was einen maximalen Zeitrahmen von fünf Stunden vorgibt.

Der Kunde möchte die komplette Charge noch am selben Tag bekommen.

Die folgende Tabelle hat sich während der Bearbeitung ergeben:

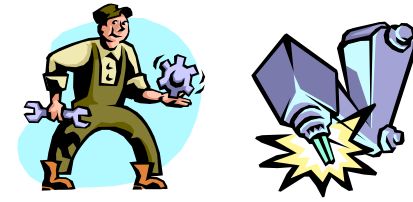
Zeit:	13 Uhr	14 Uhr	15 Uhr	16 Uhr	17 Uhr	
Produzierte Teile i. d. Handarbeit:	19	21	28	32		
Summe der Teile an die Roboter pro Transportvorgang:	19	40	68	100		
Auslastung der Roboter:		19	21	25	25	
Summe der gefertigten Teile:		19	40	65	90	(-10)

Um 17 Uhr sind von den 100 zu produzierenden Teilen nur 90 Teile fertig. Die restlichen 10 Teile befinden sich vor der zweiten Station und müssen noch bearbeitet werden.



6. Ausgeglichene Fabrik

6.7 Zusammenspiel der Faktoren



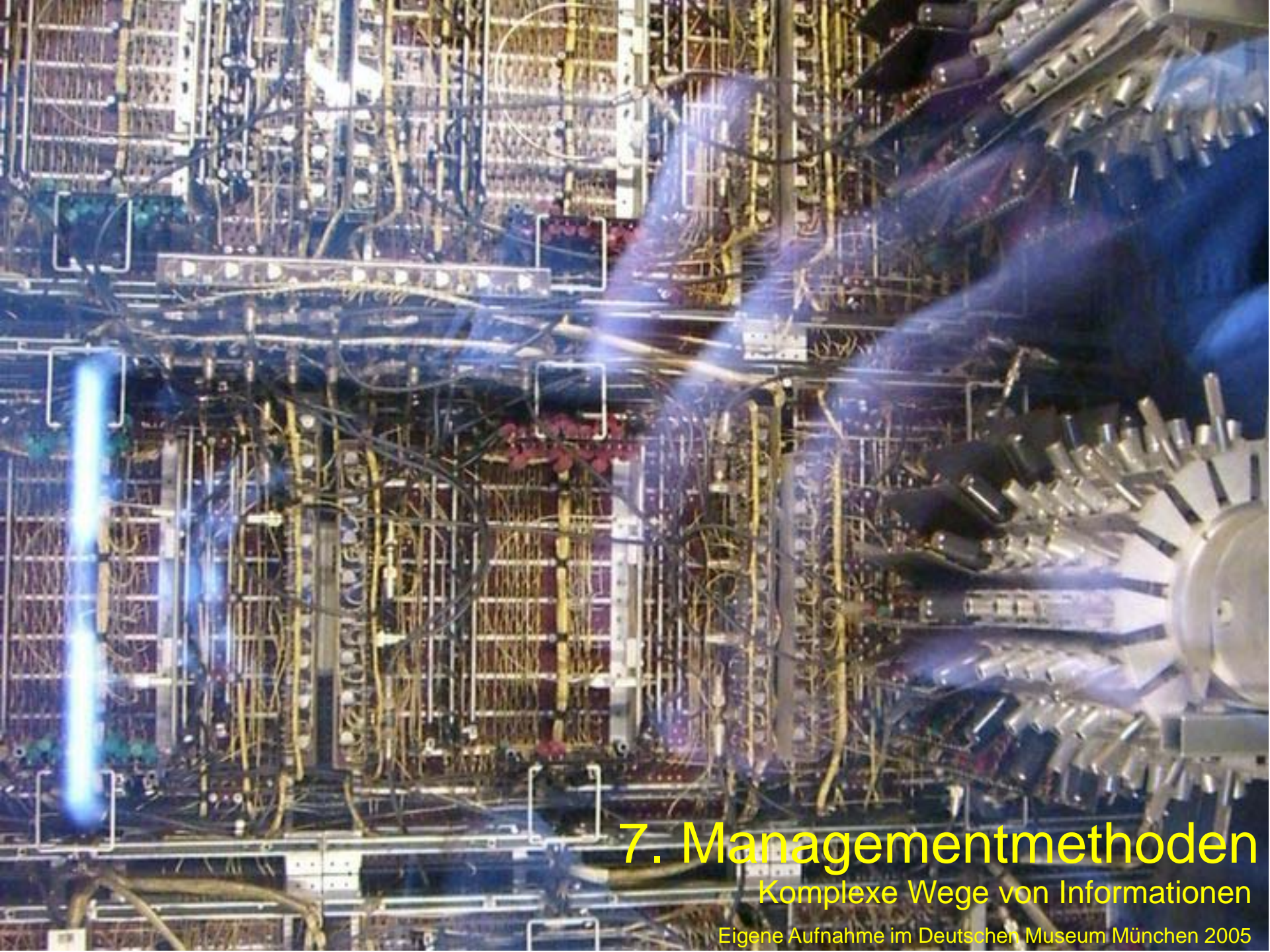
Bei näherer Betrachtung stellt sich die Frage, warum die zwei Abteilungen den Fertigungsauftrag nicht zeitgerecht abarbeiten konnten.

Das Problem begann in der ersten Stunde, in welcher nur die 19 Teile in Handarbeit gefertigt wurden. Dadurch konnte der Roboter in seiner ersten Stunde nur 19 anstatt 25 Teile verarbeiten. Dieses Problem pflanzte sich in der zweiten Stunde fort, als die erste Abteilung nur 21 Teile fertigte.

Anhand der produzierten Teilesummen in der ersten Abteilung ist deutlich zu erkennen, dass sich die statischen Fluktuationen in der Kapazität sehr stark bemerkbar machen. Der Teilebereich reicht von 19 am Anfang bis zu 34 in der letzten Stunde. Gerade die Lernfähigkeit von Mitarbeitern spielt hier eine bedeutende Rolle.

Die Kapazitätsangabe bei den Robotern ist mit geringeren statischen Fluktuationen versehen und so besteht in jeder Stunde die Möglichkeit, alle 25 Teile zu fertigen. Das Problem waren die reduzierten ersten zwei Lieferungen. Diese konnte der Roboter am Ende nicht mehr ausgleichen.





7. Managementmethoden

Komplexe Wege von Informationen

Eigene Aufnahme im Deutschen Museum München 2005

7. Managementmethoden

7.1 Überblick

7.2 Eingliederung der Produktionseinheiten

7.3 Suche nach Engpässen

7.4 Beziehungen zwischen Engpass und Nicht-Engpass

7.5 Beziehungen zwischen Markt und Engpass

7.6 Verteilung der Hierarchien

7.7 Möglichkeiten Engpässe zu entlasten

7.8 Möglichkeiten Engpässe zu optimieren

7.9 Rückkoppelung



7. Managementmethoden

7.1 Überblick

Anhand der folgenden fünf Punkte ist es Alex Rogo möglich die Probleme in der Produktion ausfindig zu machen, nach Abhilfe suchen und das System zu optimieren:

1. **Identifizierung** des Engpasses (der Engpässe) des Systems.
2. Entscheidung, wie der Engpass (die Engpässe) des Systems zu **nutzen** ist.
3. Alles andere der 2. Entscheidung **unterordnen**.
4. **Entlastung** der Engpässe des Systems.
5. **Achtung!!!** Löst sich im Zuge eines der vorhergehenden Schritte ein Engpass auf, so gehe man zurück zu Schritt eins. Doch darf es durch **Trägheit** nicht zu einem Engpass an anderer Stelle im System kommen.



7. Managementmethoden

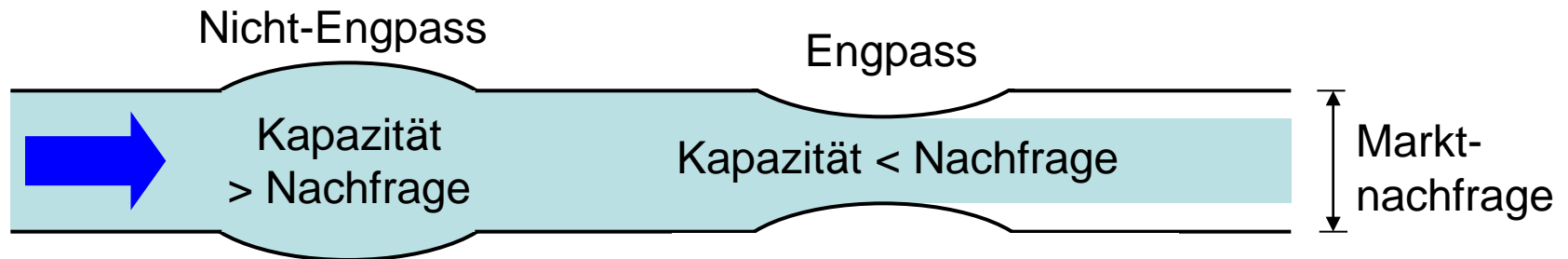
7.2 Eingliederung der Produktionseinheiten

1. Identifizierung des Engpasses (der Engpässe) des Systems.

Definition von **Engpass**:

Engpass ist jede Fertigungseinheit, deren Kapazität gleich oder geringer ist als der darauf entfallende Bedarf.

Beispiel Wasserverbrauch:



Definition von **Nicht-Engpass**:

Nicht-Engpass ist jede Fertigungseinheit, deren Kapazität größer ist als der entsprechende Bedarf.

7. Managementmethoden

7.3 Suche nach Engpässen

1. Identifizierung des Engpasses (der Engpässe) des Systems.

Nun stellt sich die Frage, wie und wo ein Engpass zu finden ist.

- Ein erstes Indiz ist, wenn vor einer Maschine oder Maschinengruppe sich der Umlaufbestand zu stapeln beginnt.
- Summe an unerledigten Aufträgen zunimmt.
- Neue Maschinen, welche Anlaufschwierigkeiten zeigen oder als Alleskönner einen kompletten Maschinenpark ersetzen.
- Maschinen, welche sehr stark auf Chargen oder feste Losgrößen ausgelegt sind, wie z. B. Öfen für die Wärmebehandlung. – Hier ist oftmals das Problem, dass sich Teile nur schwer bündeln lassen und zu lange in der Anlage verbleiben.
- Sehr alte Maschinen, welche viele Ausfälle haben oder nicht mehr mit dem Takt mithalten können.



7. Managementmethoden

7.4 Beziehungen zwischen Engpass und Nicht-Engpass



2. Entscheidung, wie der Engpass (die Engpässe) des Systems zu **nutzen** ist.

- Den Engpass als Kontrollorgan für den Materialfluss umfunktionieren. Somit entspricht ungefähr der Materialfluss durch den Engpass dem Materialbedarf. Der Engpass entscheidet über die Freigabe von neuem Rohmaterial.
- Kapazität der Fabrik entspricht in etwa der Kapazität des Engpasses. Dies hängt davon ab, wie viel Prozent der Teile, welche in der Fabrik hergestellt werden, durch den Engpass hindurch müssen.
- Dadurch, dass die Kapazität der Fabrik maßgeblich von dem Engpass bestimmt wird, ist eine dort verlorene Stunde, eine verlorene Stunde der gesamten Produktion. Auch ist es nahezu nicht möglich, den Verlust wieder aufzuholen.
- Die tatsächlichen Kosten eines Engpasses sind gleich dem Gesamtaufwand des Produktionssystems, dividiert durch die Summe, die ein Engpass tatsächlich in der Produktion tätig ist.

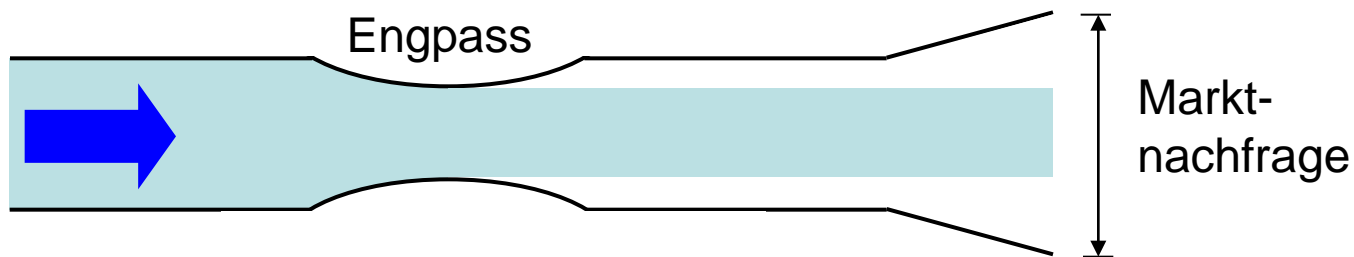


7. Managementmethoden

7.5 Beziehungen zwischen Markt und Engpass

2. Entscheidung, wie der Engpass (die Engpässe) des Systems zu **nutzen** ist.

- Der Engpass kann als Ventil betrachtet werden, wodurch sich die Fabrikkapazität regeln lässt. Das Ventil sollte immer ein klein wenig geschlossener sein, als die Nachfrage am Markt. Dadurch sind Schwankungen am Markt einfacher zu verkraften. Auch bei längerem Rückgang der Marktnachfrage erreicht die Produktion erst später die Verlustphase.
- Produziert das Werk konstant mehr, als der Markt nachfragt, entsteht eine Verschiebung des Engpasses in Richtung Markt. Dadurch übernimmt der Markt die Steuerung der Produktion.

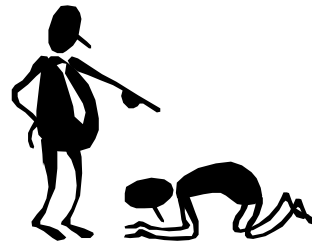


7. Managementmethoden

7.6 Verteilung der Hierarchien

3. Alles andere der 2. Entscheidung **unterordnen.**

- Nur so viel Material an Nicht-Engpässen bearbeiten, wie der Engpass weiter verarbeiten kann.
- Nicht-Engpässe müssen wissen, welche Teile für Engpässe bestimmt sind, um somit gegebenenfalls diese Teile vorrangig bearbeiten können.
- Die Überkapazitäten von Nicht-Engpässen für Nicht-Engpass Teile nutzen.
- Durch die größere Kapazität kann es zu Stillstandszeiten an Nicht-Engpass Maschinen kommen. Diese Zeiten nicht mit überflüssiger Arbeit füllen, da hierdurch nur Bestände steigen, ohne den Durchsatz positiv zu beeinflussen.



7. Managementmethoden

7.7 Möglichkeiten Engpässe zu entlasten

4. Entlastung der Engpässe des Systems.

- Fremdvergabe von Teilmengen.
- Einsatz einer bestehenden Fertigungseinheit:
Bei neuen Maschinen ist es möglich Teilmengen oder Teilaufgaben an die alte Einheit in der Übergangszeit oder in einer Engpasssituation, zu übergeben.
- Wenn der Engpass einen stabilen Prozess darstellt, kann die Qualitätskontrolle vor den Engpass vorverlegt werden. Es ist dabei darauf zu achten, dass auf dem Weg vom Engpass zur Montage keine Tätigkeiten durchgeführt werden, welche die Qualität der Teile gefährden könnten.
- Teile, welche in ein Lager gelegt werden oder für Garantiezwecke gefertigt werden, können vorzugsweise in Nachfrage schwachen Zeiten hergestellt werden. Diese Teile erzeugen keine Steigerung des Durchsatzes.



7. Managementmethoden

7.8 Möglichkeiten Engpässe zu optimieren

4. Entlastung der Engpässe des Systems.

- Manche Teile müssen nicht durch den Engpass geschleust werden. Es sollte sich beispielsweise die Frage gestellt werden, ob wirklich alle Teile durch einen Härteofen laufen müssen.
- Engpässe so umfunktionieren, dass Nebenzeiten verringert werden. Dies kann durch einen beschleunigten Rüstvorgang geschehen oder durch flexible Pausenzeiten, falls ein Rüstvorgang auf eine Pause fällt.
- Liegt der Engpass in einer bestimmten Abteilung mit einer Maschine, welche an anderer Stelle auch vorhanden ist, können die Aufträge auf die zweite Maschine verteilt werden.



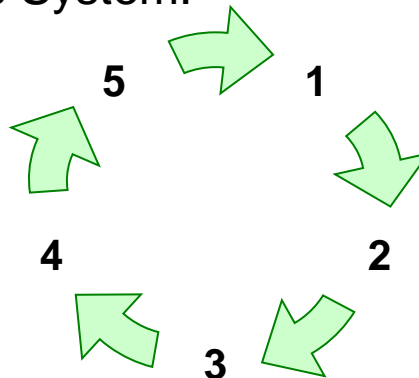
7. Managementmethoden

7.9 Rückkoppelung

5. **Achtung!!!** Löst sich im Zuge eines der vorhergehenden Schritte ein Engpass auf, so gehe man zurück zu Schritt eins. Doch darf es durch **Trägheit** nicht zu einem Engpass an anderer Stelle im System kommen.

Mit diesen fünf Schritten können auf die Probleme in der Fertigung eingegangen werden.

Das Wichtigste bei der Abarbeitung der Schrittfolge ist die Tatsache, dass hierbei immer das Gesamtsystem betrachtet werden muss. Ein Optimum in einer Abteilung bedeutet nicht, dass dies für die ganze Fabrik optimal ist. Ein System aus lauter einzelnen Optima läuft oftmals viel unrunder, als ein gesamt gesehen optimales System.



8. Optimierung

Jeder Neubeginn lässt Freiraum für Verbesserungen



Eigene Aufnahme bei Nürnberg 1999

8. Optimierung

8.1 Fertigung an der Produktionsgrenze

8.2 Einsatz von Produktionsmitteln

8.3 Losgröße

8.4 Kostenrechnung

8.5 Lösung Kostenrechnung



8. Optimierung

8.1 Fertigung an der Produktionsgrenze

Im Zusammenhang mit abhängigen Ereignissen und statischen Fluktuationen wurde folgende Aussage über die ausgeglichene Fabrik getätigt:

Je näher ein Unternehmen an eine ausgeglichene Fabrik herangeführt wird, desto näher steht sie am Rande eines Konkurses!

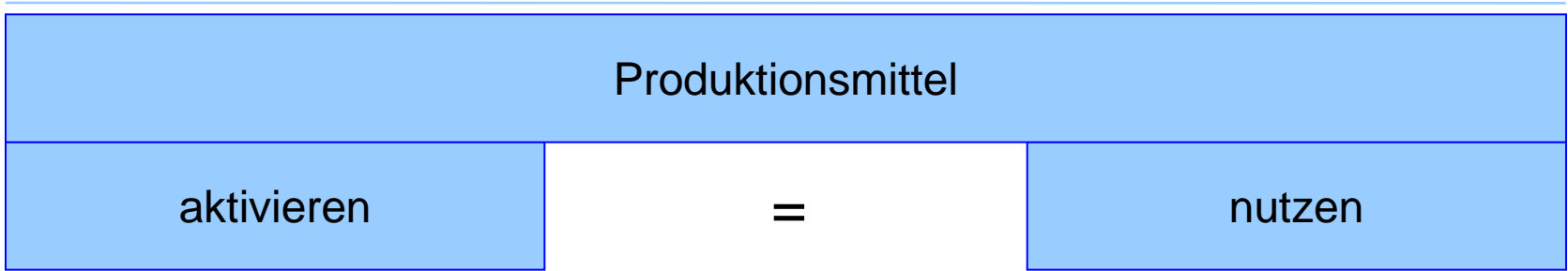
In Verbindung mit Engpässen und Vollauslastung entstehen folgende Zusammenhänge:

- Durch den höheren Bestelloutput haben sich die freien Kapazitäten von Nicht-Engpässen verringert. Dies kann zu einer Unterversorgung von Engpässen führen.
- Probleme von wandernden Engpässen, da Anlagenausfälle sich nicht mehr so leicht kompensieren lassen.
- Werden wieder mehr Bestände vor den einzelnen Produktionseinheiten aufgebaut, fällt wieder der Durchsatz und die Betriebskosten steigen drastisch an.



8. Optimierung

8.2 Einsatz von Produktionsmitteln



Ein Produktionsmittel zu aktivieren bedeutet, dass der Einschalter der Maschine gedrückt wird. Sie läuft nun, egal ob die verrichtete Arbeit der Zielerreichung dient oder nicht.



Ein Produktionsmittel zu nutzen bedeutet, es in einer solchen Weise einzusetzen, dass es dem gewünschten Ziel näher bringt.

Dieser elementare Unterschied sollte immer beachtet werden.

Maschinen sollten immer genutzt werden!

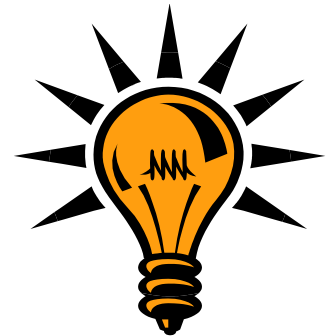


8. Optimierung

8.3 Losgröße

Aufseiten der Nicht-Engpässe besteht in manchen Fällen die Möglichkeit eine Optimierung des Systems, durch die Halbierung der Losgröße von Nicht-Engpass Teilen.

- Dadurch reduzieren sich die Umlaufbestände, was eine flexiblere Reaktion auf Marktveränderungen zur Folge hat.
- Das Material durchläuft die Fertigung in vier Stufen: Wartezeit, Rüstzeit, Verarbeitungszeit & Anstellzeit
Trotz dessen, dass die Rüstzeiten durch kleinere Losgrößen steigen, sinken die Warte- und Anstellzeiten stärker.
- Gesamtdurchlaufzeit wird verringert.
- Wegen reduzierter Lagerbestände sinken die Betriebskosten.



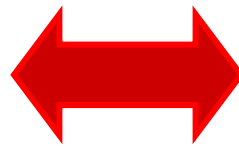
8. Optimierung

8.4 Kostenrechnung

Folgen bei der Halbierung der Losgröße bei Nicht-Engpässen:

Berechnung der Stückkosten an einem Beispiel:
2 Stunden Rüsten für die Herstellung + 5 Minuten Bearbeitung pro Teil

1. Losgröße 100 Teile:
Direkter Lohnkostenanteil =
1,2 min Rü. + 5 min Bear. =
6,2 min pro Teil



2. Losgröße 50 Teile:
Direkter Lohnkostenanteil =
2,4 min Rü. + 5 min Bear. =
7,2 min pro Teil

Berechnung der Kosten mittels Kostenrechnung:

Kosten = Rohmaterialkosten + **direkte Lohnkosten** + Gesamtkostenanteil

Gesamtkostenanteil = **direkte Lohnkosten** * Faktor

Wie sich im Beispiel zeigt, ist der direkte Lohnkostenanteil bei Halbierung der Losgröße um 1 Minute pro Teil angestiegen. Wird nun der gestiegene Faktor in die Kostenrechnung eingesetzt, steigen die Kosten für das erzeugte Produkt.



8. Optimierung

8.5 Lösung Kostenrechnung

Dies kann bei der Durchsetzung der kleineren Losgrößen als Einwand genannt werden. Der Einwand ist berechtigt, allerdings nur unter der Voraussetzung, dass für die Rüstvorgänge zusätzlich Leute eingestellt werden oder zusätzliche Kapazitäten geschaffen werden müssen.

Rüstzeit: Eine eingesparte Stunde bei einem Nicht-Engpass ist eine Illusion.

Es darf der Rüstzeitfaktor nur nicht so groß werden, dass aus dem Nicht-Engpass ein Engpass wird.

Es sollte beachtet werden:

- Kostenrechnung ist kein Selbstzweck.
- Kostenrechnung dient zur Kontrolle.
- Kostenrechnung sollte für die einzelnen Teile einer Organisation einen Anstoß und kein Gesetz darstellen, das zu tun, was für sie als Ganzes gut ist.



9. Beispiel: Wanderung von Pfadfindern



9. Beispiel: Wanderung von Pfadfindern

9.1 Bedingungen

9.2 Zusammenhang zwischen Gruppe und Fabrik

9.3 Abhängige Ereignisse und statische Fluktuationen

9.4 Engpass

9.5 Nutzung des Engpasses

9.6 Anpassung von Nicht-Engpässen

9.7 Entlastung

9.8 Kontrolle



9. Beispiel: Wanderung von Pfadfindern

9.1 Bedingungen

Das bis zu diesem Punkt vorgestellte System lässt sich auch auf alltägliche Situationen übertragen. Hierzu das Beispiel einer Gruppe von Pfadfindern, welche zwei Tage in der Wildnis unterwegs sind.

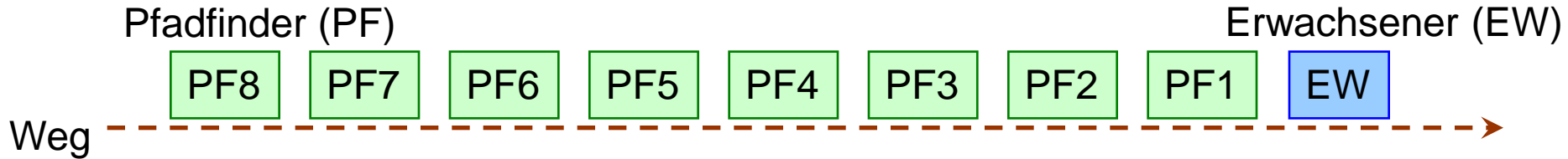
IST - Zustand:

- Gruppe von Pfadfindern.
- Zurückzulegende Distanz: 15 km zu Fuß
- Die Pfadfinder dürfen nur in einer Reihe laufen und niemanden überholen.
- Am Ziel findet die Übernachtung in Zelten statt.
- Wanderung zurück zum Ausgangspunkt.
- Verpflegung und Material müssen von jedem Pfadfinder selbst organisiert und getragen werden.
- Ein Erwachsener, welcher alle Tätigkeiten überwacht.



9. Beispiel: Wanderung von Pfadfindern

9.2 Zusammenhang zwischen Gruppe und Fabrik



Die Wandergruppe wird nun mit einer Fabrik verglichen und folgende Parallelen festgestellt:

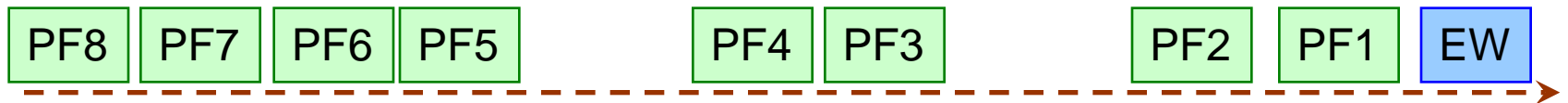
- Produkt = zurückgelegter Weg der Gruppe
Erst, wenn der Letzte die Strecke der Gruppe gegangen ist, ist das Produkt verkaufsfertig.
- Rohstoff = Wegstrecke
- Bestände = Strecke zwischen ersten und letzten PF
- Lagerbestände = Abstand zwischen den einzelnen PF
- Betriebskosten = Kraft und Energie der Gruppe
- Durchsatz = Geschwindigkeit des letzten PF

9. Beispiel: Wanderung von Pfadfindern

9.3 Abhängige Ereignisse und statische Fluktuationen

Der Erwachsene führt die Wanderung, in Richtung des Campingplatzes, an. Am Anfang sind die Abstände zwischen den einzelnen Pfadfindern relativ konstant.

Ist die Gruppe allerdings einige Zeit unterwegs, verändert sich das Bild:



Die Reihe von Pfadfindern hat, ohne es zu wissen, mit abhängigen Ereignissen und statischen Fluktuationen zu kämpfen. Dadurch, dass keiner der Gruppe einen anderen überholen darf, stehen der hinter einem Laufende in Abhängigkeit zu dem vor ihm Laufenden.

Erschwerend kommt hinzu, dass von Zeit zu Zeit ein Pfadfinder langsamer als die Gruppe läuft und eine Lücke entsteht. Um den entstandenen Abstand dann wieder zu verringern, muss er schneller laufen als die Gruppe. Diese Geschwindigkeitsschwankungen bilden statische Fluktuationen.

Läuft die Gruppe über einen längeren Zeitraum, werden die Löcher immer wieder wandern und eventuell größer.

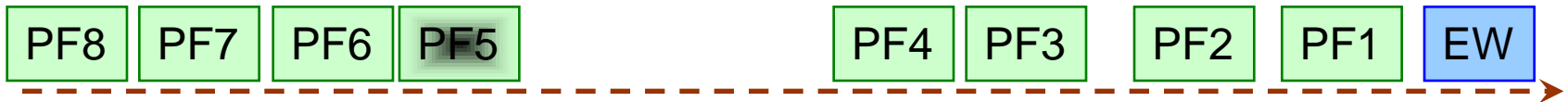


9. Beispiel: Wanderung von Pfadfindern

9.4 Engpass

1. Identifizierung des Engpasses (der Engpässe) des Systems.

Nun gilt es in diesem System den Engpass ausfindig, zu machen:



- In diesem Fall ist es einfach, den Engpass ausfindig zu machen. Anhand des größten Abstandes zwischen PF4 und PF5, stellt PF5 den Engpass dar.
- Da die Gruppe mehr Weg in Beschlag nimmt, ist es das Gleiche, wie wenn mehr Rohstoffe in der Fabrik im Umlauf wären.
- Nachdem die Strecke zwischen Anfang und Ende als Bestand definiert ist, hat sich vor PF5 der größte Umlaufbestand angehäuft.
- Weiter bremst PF5 die hinter ihm laufenden Pfadfinder aus und verringert somit die Geschwindigkeit des letzten PFs, dessen Geschwindigkeit ein Maß für den Durchsatz ist. Der Durchsatz hat sich folglich verringert.



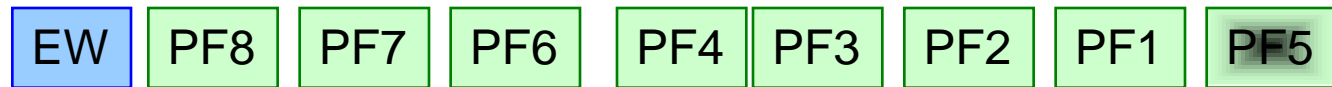
9. Beispiel: Wanderung von Pfadfindern

9.5 Nutzung des Engpasses

2. Entscheidung, wie der Engpass (die Engpässe) des Systems zu **nutzen** ist.

Nun stellt sich die Frage, wie das System den PF5 optimal nutzen kann.

- Damit die Gruppe die Rohstoffe und Lagerbestände verringern kann, muss PF5 als entscheidendes Kontrollorgan eingesetzt werden.
- Dies ist am leichtesten durch eine Umsortierung von PF5 möglich. Indem PF5 an die Spitze der Gruppe gestellt wird, gibt er das Gesamttempo vor.



- Nun sind die Abstände zwischen den einzelnen Kindern gering und die Lagerbestände und Rohstoffe auf einem niedrigen Niveau.
- In einer Produktion ist es oftmals nicht möglich den Engpass an das Ende zu versetzen, da für die Bauteile feste Arbeitspläne bestehen. Jedoch kann die Freigabe von Material über ein PPS-System an den Takt des Engpass angeglichen werden.



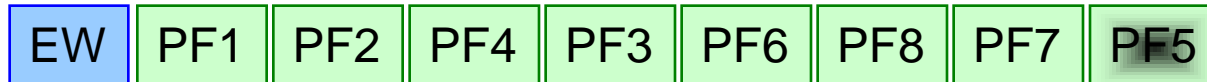
9. Beispiel: Wanderung von Pfadfindern

9.6 Anpassung von Nicht-Engpässen

3. Alles andere der 2. Entscheidung **unterordnen**.

Durch die Neuordnung besteht aber weiterhin das Problem der statischen Fluktuationen. Durch die folgende Maßnahme lässt sie sich etwas verringern.

- Sortierung der Pfadfinder ihrer Stärke nach.
- Der Schwächste an die Spitze, danach folgt der Zweitschwächste und diese Reihenfolge bis zum Stärksten zuletzt.



- Diese Form der Sortierung ist soweit sinnvoll, dass bei ungewollt entstehenden Lücken dem stärkeren Pfadfinder es leichter fällt, die entstandene Lücke zu schließen.
- Dieses Vorgehen kann auf eine Anreihung von Abteilungen übertragen werden. Die Abteilung mit größerer freier Kapazität hat es leichter unvorhergesehene Ausfallzeiten zu kompensieren.



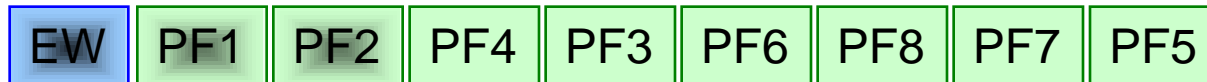
9. Beispiel: Wanderung von Pfadfindern

9.7 Entlastung

4. Entlastung der Engpässe des Systems.

Innerhalb kürzester Zeit werden die nachfolgenden stärkeren Kinder sich über das für sie zu langsame Tempo auslassen. Auch die Frage nach der zeitnahen Zielerreichung steht weiterhin im Raum.

- Da sich die Kinder eigenständig um Verpflegung und Zeltequipment kümmern mussten, kann eine Prüfung des Gewichtes der Rucksäcke in Betracht gezogen werden. Unter Umständen ist es möglich, Teile wie Zelt oder Schlafsack vom PF5 auf kräftigere Pfadfinder umzuschichten.



- In einer Produktion kann dies einer Umschichtung von Aufträgen gleich kommen, sofern funktionsidentische Maschinen vorherrschen.
- Auch eine Fremdvergabe an externe Zulieferer von Teilaufträgen wäre möglich.



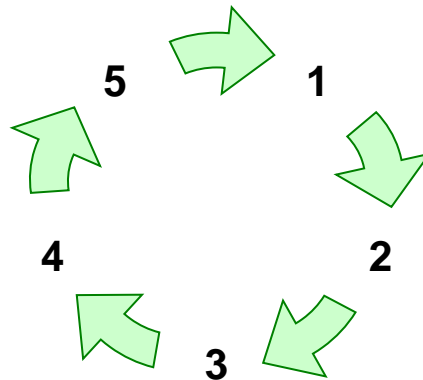
9. Beispiel: Wanderung von Pfadfindern

9.8 Kontrolle

5. **Achtung !!!** Löst sich im Zuge eines der vorhergehenden Schritte ein Engpass auf, so gehe man zurück zu Schritt eins.
Doch darf es durch **Trägheit** nicht zu einem Engpass an anderer Stelle im System kommen.

Wie sich im weiteren Verlauf herausstellte, war PF5 der schwächste Pfadfinder mit dem schwersten Rucksack in der Gruppe. In der neuen Konstellation erreichten sie ihr geplantes Ziel noch vor Anbruch der Dämmerung.

In der Fabrik von Alex Rogo klemmt es an zwei Fertigungseinrichtungen, welche jedoch die ganze Produktion in Verzug und Durcheinander stürzten.



10. Fazit



(15.12.2006)

<http://www.flickr.com/photos/ecker/56659492/>

10. Fazit

10.1 Zusammenfassung

10.2 Persönliche Zusammenfassung

10.3 Weitere Romane

10.4 Informationen zum Thema online



10. Fazit

10.1 Zusammenfassung

Durch das Buch wird ein Einblick in Goldratts Methode, Theorie of Constraints, zu deutsch Theorie der Einschränkungen, vermittelt. Gerade durch die Einführung von wenigen neuen Kennzahlen und die Einfachheit dieser (Bestände, Durchsatz und Betriebskosten) macht es der Figur Alex Rogo möglich, Situation einschätzen zu können und Optimierungen zielgerichtet voranzutreiben.

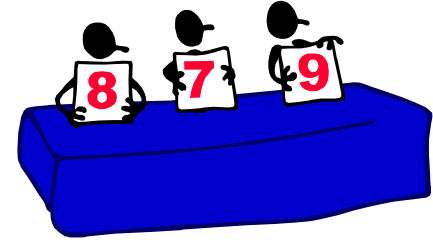
Die Tatsache, dass hinter allen konventionellen Zielen immer das große Ziel „Geld verdienen“ steht, macht die Betrachtung von komplexen Anlagen einfacher.

Der erarbeitete Leitfaden für die Betrachtung der Produktion, welcher aus fünf Schritten besteht, ist sehr leicht einprägsam und somit direkt umsetzbar. Die Suche nach den Schwachstellen ermöglichte es der Fabrik, sich an dem immer härter umkämpften Markt durchzusetzen.

Das eindrucksvolle Beispiel der Pfadfinder zeigt, wie einfach die fünf Schritte auf ein komplexes anderes System übertragbar sind.



10. Fazit



10.2 Persönliche Zusammenfassung

Das Lesen des Buches hat mir sehr viel Spaß gemacht. Auf diese Art und Weise Wissen vermittelt zu bekommen war mir neu. Gerade die vielen Fragen des Jonah haben mich immer wieder in neue Richtungen blicken lassen und neue Denkräume eröffnet.

Die Tatsache, dass sich alle ausgearbeiteten Vorgehensweisen und Zusammenhänge, wie „gesunder Menschenverstand“ anhört, hat mir das Verinnerlichen der einzelnen Punkte erleichtert.

In den meisten Fällen steckte die einfache Kausalbeziehung „wenn ... dann“ hinter den Regeln und Fragen von Jonah.

Ich kann dieses Buch jedem weiter empfehlen.



10. Fazit

10.3 Weitere Romane



Eliyath M. Goldratt hat seit der Herausgabe von „Das Ziel“ weitere Romane veröffentlicht. Diese Bücher nutzen die Theorie of Constraints in anderen Bereichen der Fabrik.

Folgende Bücher sind im Handel erhältlich:

- ➔ Das Ziel - Teil II
(It's no Luck)
- ➔ Das Ergebnis
(Necessary but not sufficient)
- ➔ Die kritische Kette
(Critical Chain)



10. Fazit



10.4 Informationen zum Thema online

Theorie of Constraints:

- <http://www.goldratt.com/>
- <http://www.theory-of-constraints.de/>
- http://de.wikipedia.org/wiki/Theorie_der_Einschr%C3%A4nkungen
- <http://www.toc4u.de/>

Dr. Eliyahu M. Goldratt:

- <https://toc-goldratt.com/index.php?cont=21>

Jeff Cox:

- <http://www.jeffcox.com/>



11. Glossar

11.1 Kennzahlen

11.2 Ausgeglichene Fabrik

11.3 Managementmethoden

11.4 Engpass

11.5 Produktionsmittel

11.6 Kostenrechnung



11. Glossar

11.1 Kennzahlen

Produktivität:

Produktiv sind nur Leistungen, welche die Fabrik auf die vereinbarten Ziele ausrichtet oder hinbewegt.

Durchsatz:

Durchsatz ist die Geldmenge pro Zeiteinheit, die von dem System durch Verkäufe verdient wird.

Bestände:

Bestände sind all das Geld, das in das System für den Ankauf von Dingen investiert wurde und die zum Verkauf gedacht sind.

Betriebskosten:

Betriebskosten sind all jenes Geld, dass das System dafür ausgibt, Bestände in Durchsatz umzuwandeln.



11. Glossar

11.2 Ausgeglichene Fabrik

Ausgeglichene Fabrik:

Die Nachfrage an Produkten ist identisch mit der Produktionsmenge der Fabrik. Die Betriebskosten und Bestände sind auf ein Minimum zu senken und gleichzeitig den Durchsatz auf ein Maximum erhöhen.

Abhängige Ereignisse:

Eine Reihe von Ereignissen muss ablaufen, bevor ein anderes beginnen kann. Somit hängt ein folgendes Ereignis von den Vorhergehenden ab.

Statische Fluktuationen:

Handlungen oder Vorgänge, welche nicht konkret gemessen werden können oder einen Handlungsspielraum offen lassen.



11. Glossar

11.3 Managementmethoden

Fünfschrittfokus:

1. **Identifizierung** des Engpasses (der Engpässe) des Systems.
2. Entscheidung, wie der Engpass (die Engpässe) des Systems zu **nutzen** ist.
3. Alles andere der 2. Entscheidung **unterordnen**.
4. **Entlastung** der Engpässe des Systems.
5. **Achtung!!!** Löst sich im Zuge eines der vorhergehenden Schritte ein Engpass auf, so gehe man zurück zu Schritt eins. Doch darf es durch **Trägheit** nicht zu einem Engpass an anderer Stelle im System kommen.



11. Glossar

11.4 Engpass

Engpass:

Engpass ist jede Fertigungseinheit, deren Kapazität gleich oder geringer ist als der darauf entfallende Bedarf.

Nicht-Engpass:

Nicht-Engpass ist jede Fertigungseinheit, deren Kapazität größer ist als der entsprechende Bedarf.



11. Glossar

11.5 Produktionsmittel

Produktionsmittel aktivieren:

Ein Produktionsmittel zu aktivieren bedeutet, dass der Einschalter der Maschine gedrückt wird. Sie läuft nun, egal ob die verrichtete Arbeit der Zielerreichung dient oder nicht.

Produktionsmittel nutzen:

Ein Produktionsmittel zu nutzen bedeutet, es in einer solchen Weise einzusetzen, dass es dem gewünschten Ziel näher bringt.



11. Glossar

11.6 Kostenrechnung

Berechnung von Kosten:

Kosten = Rohmaterialkosten + direkte Lohnkosten + Gesamtkostenanteil

Direkter Lohnkostenanteil:

Direkter Lohnkostenanteil = $\frac{\text{Rüstzeit}}{\text{Losgröße}}$ + Bearbeitungszeit pro Teil

Gesamtkostenanteil:

Gesamtkostenanteil = direkte Lohnkosten * Faktor

