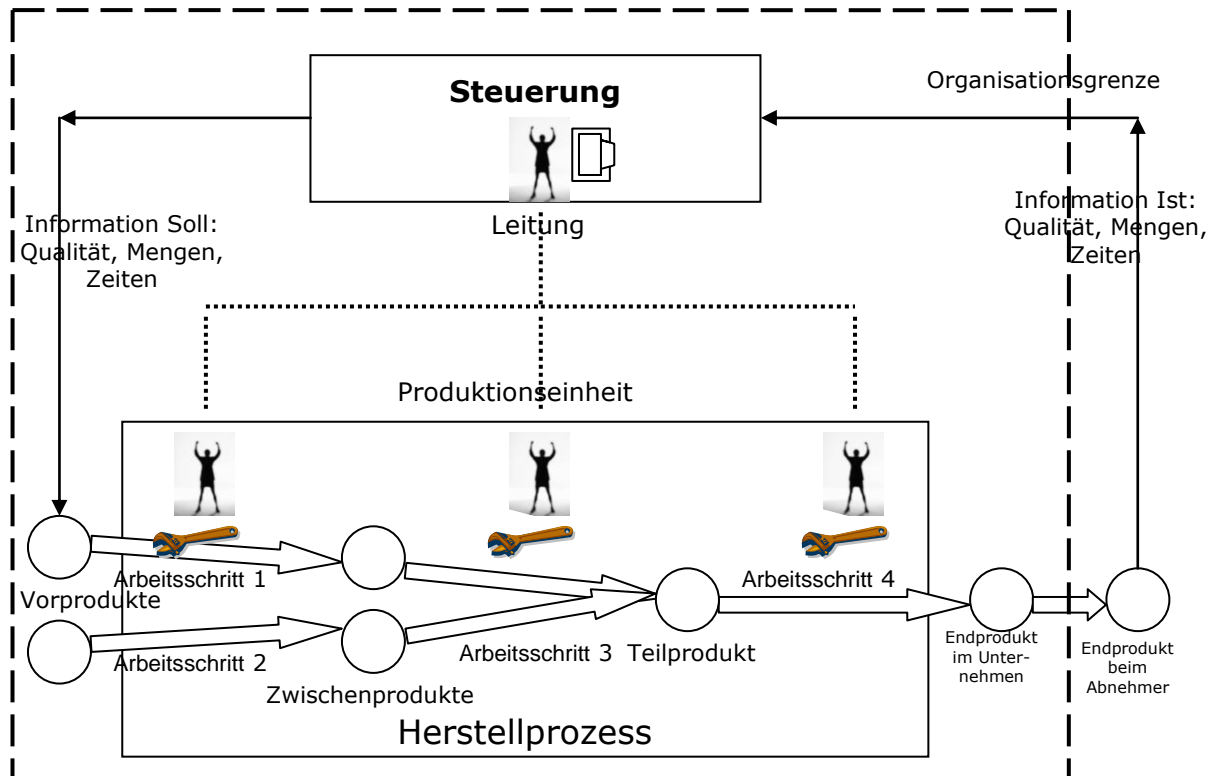


## Vollständiger Produktionsprozess (Herstellung und Steuerung)

### A6 Personalbezogener Prozess

Ein wesentlicher Anteil der Produktionsprozesse – Verwaltungsprozesse einbezogen – werden nach wie vor maßgeblich manuell und durch Kopfarbeit ausgeführt. Alle diese Prozesse setzen sich aus den Teilprozessen Herstellung und Steuerung zusammen. Bei der Planung eines Produktionsprozesses sind daher beide Teilprozesse einzubeziehen.



Grafik A6.1 Modell einer Organisation

Zielgrößen für die Gestaltung der Prozesse können sein [A4]:

- minimaler Aufwand  
oder
- minimale Durchlaufzeit.

Der Parameter, mit dem dieser Produktionsprozess gestaltet wird, ist "Arbeitsteilung". Dabei handelt es sich um die "Anzahl Arbeitsvorgänge im Herstellprozess" bzw. um die "Anzahl Arbeitsschritte pro Arbeitsvorgang". Beide Werte stehen im reziproken Verhältnis zueinander: Ist die Anzahl Arbeitsvorgänge im Herstellprozess hoch, wird die Anzahl Arbeitsschritte pro Arbeitsvorgang klein, und umgekehrt.

### **Minimaler Aufwand**

Der Aufwand eines Produktionsprozesses (Herstellung und Steuerung) setzt sich aus den Aufwänden mehrerer Teilfunktionen zusammen:

#### 1 Planung und Einrichtung des Herstellprozesses

Planung und Einrichtung (technische Ausstattung) des Herstellprozesses erfordern einen einmaligen Aufwand (Investition) für Arbeitsraum, technische Ausrüstung, Ausbildung / Einweisung Mitarbeiter, Planung Arbeitsvorgänge / -schritte etc. Diese Investition ist umso höher, je größer die herzustellende Menge sein soll, allerdings nimmt für den Teilaspekt "Einweisung der Mitarbeiter" der Aufwand mit steigender Arbeitsteilung ab. Insgesamt ist aufgrund der allgemeinen Kostendegression davon auszugehen, dass die Kosten pro Produkt mit steigender Produktionsmenge fallen. Da generell mit der Herstellmenge auch die Arbeitsteilung steigt, ist die folgende Annahme berechtigt:

- Mit zunehmender Anzahl Arbeitsvorgänge (zunehmender Arbeitsteilung) fällt der Aufwand pro Produkt.

#### 2 Gesamtarbeitszeit

Die Summe der Arbeitszeiten pro Produkt für alle Arbeitsvorgänge fällt mit zunehmender Herstellmenge – das ist die Kernaussage vom Stecknadelbeispiel von Adam Smith [A4], Henry Ford erbrachte dafür den Nachweis [B6]:

- Mit zunehmender Anzahl Arbeitsvorgänge fällt der Aufwand (Arbeitszeit) pro Produkt deutlich.

#### 3 Qualität / Nacharbeit

Mit kleiner werdenden Arbeitsvorgängen – die im weitestgehenden Fall nur noch aus einzelnen, sehr kurzen Arbeitsschritten bestehen – steigt das Risiko von Fehlern aufgrund nachlassender Konzentration bzw. Unterforderung der Personen, folglich gilt:

- Mit zunehmender Anzahl Arbeitsvorgänge steigt der Aufwand pro Produkt.

#### 4 Transportvorgänge

Die Anzahl Transportvorgänge wächst mit zunehmender Arbeitsteilung, folglich gilt:

- Mit zunehmender Anzahl Arbeitsvorgänge steigt der Aufwand pro Produkt.

#### 5 Wartezeit

Bei sehr vielen Produktionsstellen wird es immer schwieriger, die Arbeitszeiten pro Arbeitsvorgang genau aufeinander abzustimmen. Als Folge entstehen an einzelnen Produktionseinheiten Leerzeiten und / oder Wartezeiten, folglich gilt:

- mit zunehmender Anzahl Arbeitsvorgänge steigt der Aufwand pro Produkt.

## 6 Steuerung / Regelung

Bei größerer Arbeitsteilung ist mehr Regelung erforderlich, folglich gilt:

- Mit zunehmenden Anzahl Arbeitsvorgänge steigt der Aufwand pro Produkt.

Aus diesen überschlägigen Überlegungen folgt: Da es sowohl Teilfunktionen mit fallenden als auch mit steigenden Aufwänden gibt, muss es einen Punkt geben, an dem der Aufwand insgesamt minimal ist, d. h. es gilt:

*Für jeden Produktionsprozess eines Produktes mit vorgegebener Herstellmenge existiert im Hinblick auf den Aufwand eine optimale Arbeitsteilung.*

Entsprechend diesen grundlegenden Gesetzmäßigkeiten wird in der praktischen Gestaltung von Prozessen versucht, diesen optimalen Punkt zu treffen. Weder zu große Arbeitsteilung noch zu geringe Arbeitsteilung führen zur Herstellung mit minimalem Aufwand.

Genauere Berechnungen fallen in der Praxis aus, dafür fehlen heute generell ausreichende Datenbasen. Es ist beispielsweise viel zu wenig oder gar nicht bekannt, wie die einzelnen Arbeitszeiten bei steigender Arbeitsteilung effektiv abnehmen. In der Praxis wird versucht – wenn überhaupt – sich durch grobe Annäherung ("trial and error") dem optimalen Punkt schrittweise anzunähern. Oft genug allerdings liegen die Planungsergebnisse daneben; je nach Herstellumfang wird reorganisiert oder die nicht optimalen Prozesse werden hingenommen.

In der Automobilindustrie, in der die Montagearbeit nach wie vor sehr personalintensiv ist, wurden viele, z. T. mehrjährige Versuche mit alternativen Herstellprozessen gemacht (u. a. Volvo). Speziell wurden sehr lange Taktzeiten in Montageinseln (Inselfertigung) getestet. Im Endergebnis sind in der Automobilfertigung bei Massenproduktion (> 250.000 Stück pro Jahr) alle Versuche letztlich aber bei kurzen Taktzeiten von ein bis drei Minuten und entsprechend kleinen Arbeitsvorgängen gelandet.

In der Praxis geht die Planung der Herstellprozesse in der Automobilindustrie allerdings einen anderen Weg. Planungsziel ist, eine gleichmäßige Beschäftigung zu erreichen. Für die jährliche Herstellmenge und die als fix angesetzten Herstellzeiten pro Stück wird eine Gesamtpersonalkapazität ermittelt, die für eine dauerhafte, gleichmäßige Beschäftigung erforderlich ist. Danach wird evtl. über die Zusammenfassung von Arbeitsschritten die Anzahl der Arbeitsvorgänge bestimmt, um den Aufwand für den Gesamtprozess noch geringfügig zu

beeinflussen. Die Abnahme der Bearbeitungszeit des einzelnen Arbeitsschritts bei der Erhöhung der Mengen wird z. Z. aber praktisch nicht berücksichtigt.

### **Minimale Durchlaufzeit**

Statt im Herstellprozess minimale Kosten anzustreben, ist das alternative Ziel möglichst kurze Durchlaufzeiten (Gesamtherstellzeiten) für das einzelne Produkt im Herstellprozess zu erreichen. Dieses Ziel wird häufig bei Produkten geringer Stückzahl und speziell bei Dienstleistungen verfolgt, bei denen der Kunde auf das Ergebnis wartet. Hier gilt einfach:

*Kurze Gesamt-Durchlaufzeiten werden mit möglichst geringer Arbeitsteilung erreicht.*

In Herstellprozessen mit geringer Arbeitsteilung reduzieren sich die Teilfunktionen Vorbereitung / Einrichtung des Arbeitsplatzes, Transport, Wartezeit, Nacharbeit, Steuerung gegenüber den Prozessen mit hoher Arbeitsteilung i. Allg. erheblich. Die Bearbeitungszeit hingegen nimmt merklich zu. Insgesamt ist in den wenig geteilten Herstellprozessen mit merklich kürzeren Durchlaufzeiten zu rechnen.

Ein einfaches Beispiel verdeutlicht dies. Eine Dienstleistung, auf die der Kunde wartet, ist z. B. ein Haarschnitt. Nur mit der ungeteilten Arbeitsweise erhält der Kunde sein "Produkt" in akzeptabler Zeit. Dass sich die Zeit erhöht, lässt sich sogleich erkennen, wenn Kinder von weniger eingearbeiteten Angestellten einen Haarschnitt erhalten, der später vom Meister kontrolliert und nachgeschnitten wird. In dem Fall ist mit (geringen) Wartezeiten zu rechnen. Die Durchlaufzeit wird größer.

Bei Herstellprozessen mit geringer Arbeitsteilung kann die Produktionskapazität nur durch Parallelarbeit angepasst werden, d. h. 10 Haarschnitte in 20 Minuten lassen sich nur durch 10 parallele Bearbeitungsstellen erreichen. Die Gesamtarbeitszeit wird 200 Minuten betragen. Die erhöhte Menge führt nicht zu geringeren Arbeitszeiten.

### **Automatisierter Prozess**

Bei automatisierten Prozessen, die aus zahlreichen Arbeitsschritten, aber nur wenigen Arbeitsvorgängen bestehen und die weitestgehend maschinell gesteuert ablaufen, liegen die Verhältnisse anders. Die Zweckmäßigkeit solch eines Prozesses hängt von den Mengen und der verfügbaren Technologie ab. Über eine Investitionsrechnung ist zu ermitteln, ob sich die

Automatisierung rechnet. Mit einem automatisierten Prozess kann der günstige Fall eintreten, dass minimale Stückkosten und minimale Durchlaufzeit pro Einzelprodukt zusammenfallen [A4].

Die normalen Zusammenhänge zwischen Arbeitsteilung, Bearbeitungszeit, Durchlaufzeit und Maschineneinsatz sind durchaus nicht allgemein gegenwärtig. Das ist immer wieder in Diskussionen, Kursen oder Konferenzen über Kostensenkung und Prozessoptimierung festzustellen. Z. B. sind Forderungen nach Verkürzung der Durchlaufzeiten und der Bearbeitungszeiten bei weitgehend manueller Verwaltungsarbeit und bei geringen oder mittleren Stückzahlen nicht zu erreichen. Ob beide Ziele ggf. mit hoher Automatisierung zu realisieren sind, muss erst die Prüfung der technischen Möglichkeiten und eine Investitionsrechnung zeigen. Z. B. ist die Forderung nach Reduzierung der Durchlaufzeit eines Kreditversicherungsantrags um 80 % bei gleichzeitiger Reduzierung der Kosten um mindestens 25 % nur dann realistisch, wenn eine ausreichende Menge die Investition in einen weitgehend automatisierten Herstellprozess rechtfertigt.