

Herstellprozess – Produktionseinheit

A4 Funktionen

Eine Organisation, die ein bestimmtes Produkt herstellt, besteht aus den Kernfunktionen "Herstellung" und "Steuerung".

Der Herstellprozess wird von den Produktionseinheiten (Personen, Maschinen, Räume) in einzelnen Arbeitsvorgängen mit je mehreren Arbeitsschritten ausgeführt. Die Funktion Steuerung wird i. Allg. von der Leitung wahrgenommen. Durch die Produktionseinheiten läuft der Produktfluss. In der Leitung wird der Informationsfluss für die Steuerung verarbeitet.

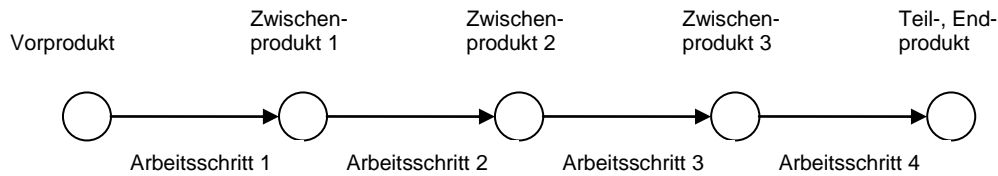
Planung und Gestaltung des Herstellprozesses geht vom Produkt – einschließlich der pro Zeitperiode herzustellenden Mengen – aus. Der Herstellprozess wird durch Festlegung der einzelnen ablauftechnisch oder technologisch erforderlichen Arbeitsschritte gebildet. I. Allg. werden mehrere Arbeitsschritte zu einem Arbeitsvorgang zusammengefasst, der von einer Produktionsstelle ausgeführt wird. Besteht ein Endprodukt aus mehreren Teilprodukten, gehört zum Herstellprozess neben der Folge von formenden Bearbeitungsschritten und Arbeitsvorgängen am Ende des Prozesses auch das Zusammenfügen, die Montage, der Teilprodukte.

Ein Arbeitsschritt ist ein kurzer, gleichförmiger Arbeitsgang, ggf. nur ein Handgriff, der durch einfache Werkzeuge oder Maschinen unterstützt werden kann, z. B. Bohren eines Loches, Einordnen einer Karteikarte etc. Die Arbeitsschritte werden durch die Bearbeitungserfordernisse und ggf. durch vorhandene Werkzeuge oder Maschinen bestimmt. Bei der Mehrzahl der Produkte sind die Arbeitsschritte in einer ablauftechnisch funktionalen Reihenfolge auszuführen.

Bei der Planung und Gestaltung des Herstellprozesses besteht logisch kein Unterschied, ob es sich bei dem herzustellenden Produkt um ein physisches Produkt – z. B. des verarbeitenden Gewerbes –, um eine (nicht lagerfähige) Dienstleistung oder um ein Informationsprodukt – z. B. der Wissensbranche – handelt. Transportvorgänge sind ebenfalls Teil des Herstellprozesses, sie sind als Arbeitsvorgänge vorzusehen. Selbst der Transportvorgang zum Kunden kann Teil des Herstellprozesses sein. Ein "Produkt im Betrieb" ist ein anderes Produkt als das "Produkt beim Kunden".

Praktisch dargestellt werden die Arbeitsschritte im verarbeitenden Gewerbe im Arbeitsplan, in Verwaltungen im Ablaufplan. Für Computerprogramme werden die Arbeitsschritte in Programmablaufplänen, Datenflussplänen oder in den Programmzeilen festgehalten. Optisch können die einzelnen Arbeitsschritte und die jeweiligen Zwischenprodukte in einem einfachen

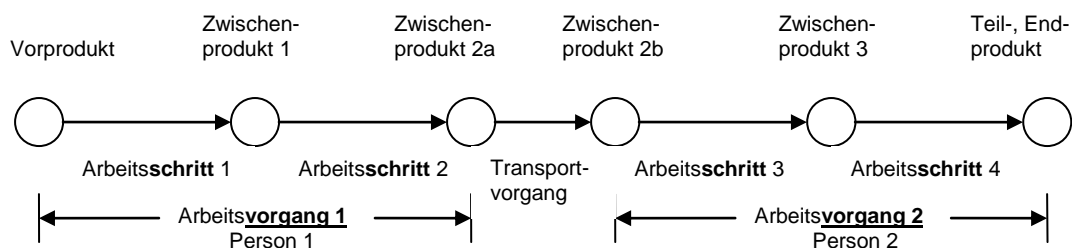
Graph gezeigt werden. Dabei stellen die Pfeile Arbeitsschritte dar, während die Kreise (Knoten) für die Zustände stehen, die das Produkt durchläuft.



Grafik A4.1 Graph des Herstellprozesses eines (Teil-)Produkts

Produktionseinheiten (Produktionsstellen, Aufgabenträger) sind einzelne Arbeitsstellen – Personen oder Personengruppen in Räumen mit Arbeitsplätzen und mit maschineller Ausstattung. Diese Mensch-Maschinen-Platz-Kombinationen führen alle zugewiesenen Arbeitsschritte aus. Die genaue Abgrenzung eines Arbeitsschrittes kann vom Werkzeug abhängen. Personen ohne Werkzeug oder Maschine als Herstelleinheit gibt es in industriellen Volkswirtschaften kaum noch. Grundsätzlich sind auch Mensch-Tier-Gerät-Kombinationen möglich, Beispiel: Pferdefuhrwerke, Pferdegepöpel. Bei Informationsprodukten entspricht die eingesetzte Computer-Software den Werkzeugen oder Maschinen bei physischen Produkten (insofern ist der Ausdruck "Tool" für ein EDV-Programm berechtigt). – Der Software-Einsatz heute zeigt, dass die Herstellprozesse vieler Verwaltungs- oder Steuerungsaufgaben, in denen Informationen produziert werden, den industriellen Herstellprozessen des 19. Jahrhunderts entsprechen, als die Unterstützung durch Arbeitsmaschinen begann. – In den Produktionseinheiten ist Wissen über den Ablauf der Arbeitsschritte enthalten. Das Wissen kann sowohl Teil der ausführenden Personen ("in den Köpfen der Mitarbeiter") als auch Teil der Maschinen sein. Dokumentiert und gespeichert ist es u. a. in Zeichnungen, Stücklisten, Montageplänen, Ablaufplänen, Steuerrädern, EDV-Programmen etc.

Produktionseinheiten führen in der Regel mehrere Arbeitsschritte hintereinander aus. Die zusammengefassten Arbeitsschritte einer Produktionseinheit bilden einen Arbeitsvorgang.



Grafik A4.2 Herstellprozess mit zwei Arbeitsvorgängen und einem Transportvorgang

Ein Arbeitsvorgang besteht definitionsgemäß aus den Arbeitsschritten, die von einer einzelnen Person oder einer Produktionsstelle ausgeführt werden. Er dauert so lange, bis wieder mit dem ersten Arbeitsschritt an einem neuen Produkt begonnen wird. Je nach der Form der Aufgaben kann das Minuten oder Jahre dauern. Die Grenze des Arbeitsvorgangs wird durch die Übergabe an die nächste Person, Stelle oder den Kunden gebildet. Auch beim Maschinen- oder Software-Wechsel innerhalb einer Produktionseinheit wird die Grenze eines Arbeitsvorgangs erst erreicht, wenn der Bearbeiter das (Zwischen-)Produkt weitergibt. Beispiel: in einer Produktionsstelle wird gebohrt und Gewinde geschnitten, das ist ein Arbeitsvorgang, obwohl ein Werkzeugwechsel stattfindet. Nach Festlegung der Arbeitsvorgänge eines Herstellprozesses werden sie konkreten Produktionsstellen zugewiesen. Die Gesamtheit der Arbeitsvorgänge bildet den Herstellprozess.

Kern der Organisationsgestaltung ist die Zusammenfassung von einzelnen Arbeitsschritten zu Arbeitsvorgängen und die Zuweisung der Arbeitsvorgänge an einzelne Produktionseinheiten. Die stärkere oder geringere Zusammenfassung von Arbeitsschritten zu Arbeitsvorgängen und deren Zuordnung an Produktionsstellen gestalten den Herstellprozess und bestimmen die Grundstruktur der Organisation.

Die praktische Gestaltung der Herstellprozesse hat umso mehr Freiheitsgrade, je weniger Maschinen, Werkzeuge oder Personen mit festgelegten Fähigkeiten einzubeziehen sind. In Verwaltungen decken Mitarbeiter (Produktionsstellen) oft ein breites Einsatzspektrum ab, sie sind für mehrere verschiedene Aufgaben einsetzbar. Die Größe der Arbeitsvorgänge der Herstellprozesse kann je nach Fall flexibel gestaltet werden. Das zeigt auch, dass es eine personenunabhängige Arbeitsteilung oder Organisation – zumindest in Verwaltungen – nicht gibt.

Ziele von Herstellprozessen

Sehr weit verbreitet bei der Herstellung von Produkten aller Art ist die Serienfertigung. D. h. verschiedene Produkte werden in denselben Produktionseinheiten etwa in mittleren Mengen hergestellt. Serienfertigung ist im verarbeitenden Gewerbe der Normalfall und kommt mindestens ebenso häufig in Verwaltungen vor. Der Vorteil der Mehrproduktfertigung ist die Abdeckung eines breiteren Bedarfs von Produkten. Die Organisation kann mit relativ wenigen Produktionseinheiten ein breites Sortiment abdecken, der Wechsel von einem Produkt zu einem anderen ist ggf. relativ schnell vorzunehmen. Das führt zu einer stärkeren Position im Markt (oder auch im eigenen Unternehmen). Das Überleben der Organisation ist mit mehreren Produkten leichter.

Grundsätzlich sind die Herstellprozesse der Serienfertigung in Richtung von zwei Zielen weiter entwickelt worden. Diese sind:

- Minimierung des Aufwands pro Stück (Typ A) oder
- Minimierung der Durchlaufzeit pro Stück (Typ B).

In der Serienfertigung werden für diese Ziele niemals optimale Werte erreicht. Da bei der Herstellung von mehreren Produkten in denselben Produktionseinheiten verschiedene Herstellprozesse ineinander geschachtelt werden, sind weder für Produktivität noch für Durchlaufzeit optimale Werte zu erreichen. Der Grund für die schlechtere Produktivität liegt in der geringeren Spezialisierung von Bearbeitern und Maschinen und den daraus resultierenden höheren Bearbeitungszeiten sowie in den häufigeren Vorbereitungs- oder Rüstzeiten. Ursache für die größeren Durchlaufzeiten sind die anfallenden Wartezeiten vor Produktionsstellen, da die Belegzeiten dieser Stellen niemals ganz genau aufeinander abgestimmt werden können.

Diese Sachverhalte sind für industrielle Abläufe von Serienfertigungen allgemein bekannt. In Verwaltungsabläufen treten sie in gleicher Form auf. Sie sind dort allerdings schwerer zu erkennen. Sachbearbeiter in der Verwaltung sind meist flexibel einsetzbar, sie werden häufiger bei der Bearbeitung von verschiedenen Produkten eingesetzt, als es in industriellen Herstellprozessen mit hoch spezialisierten Maschinen möglich ist. Schlechtere Produktivitätswerte und hohe Durchlaufzeiten in Verwaltungen sind die Folge.

Um im Bedarfsfall entweder geringeren Aufwand zu erreichen oder die Durchlaufzeit zu reduzieren, muss eine Spezialisierung der Herstellprozesse vorgenommen werden.

Geringer Aufwand (Typ A)

Um den Aufwand pro Stück zu verringern wird der Herstellprozess für nur wenige Produkte eingerichtet, dabei wird der Grad der Arbeitsteilung erhöht. Produkte in größeren Mengen, deren Herstellprozesse einen hohen Anteil menschlicher Arbeit enthalten, werden daher in hoher Arbeitsteilung erstellt.

Die Erhöhung der Arbeitsteilung bei zunehmender Herstellmenge wird aus folgenden Gründen vorgenommen:

- 1 Der Zeitaufwand pro Arbeitsschritt sinkt z. T. extrem, wenn der Bearbeiter sich auf nur wenige Handgriffe oder Denkschritte konzentrieren kann. Mit zunehmender Anzahl bearbeiteter Objekte tritt beim einzelnen Bearbeiter ein hoher Lerneffekt ein.
- 2 Je kleiner der Arbeitsvorgang, desto eher besteht die Möglichkeit der Unterstützung durch Maschinen; dadurch kann der Zeit- und Aufwandvorteil noch weiter gesteigert werden.

Diese Erkenntnis vermittelte bereits Adam Smith 1776 in seinem bekannten "The Wealth of the Nations". In einem häufig zitierten Beispiel beschrieb er den Produktivitätsfortschritt, der durch Arbeitsteilung bei der Herstellung von Stecknadeln entsteht. Demnach führten 10 Arbeiter einer kleinen Fabrik jeweils ein bis zwei von insgesamt 18 Arbeitsschritten aus und produzierten auf diese Weise rd. 4.800 Stecknadeln pro Person und Tag. Ein einzelner Arbeiter hätte bei Ausführung aller erforderlichen Arbeitsschritte nacheinander allenfalls 20 Stecknadeln pro Tag geschafft. Durch Aufteilung der Arbeitsschritte auf zehn Arbeiter (Produktionsstellen) konnte die Herstellmenge auf das 240-fache gesteigert werden.

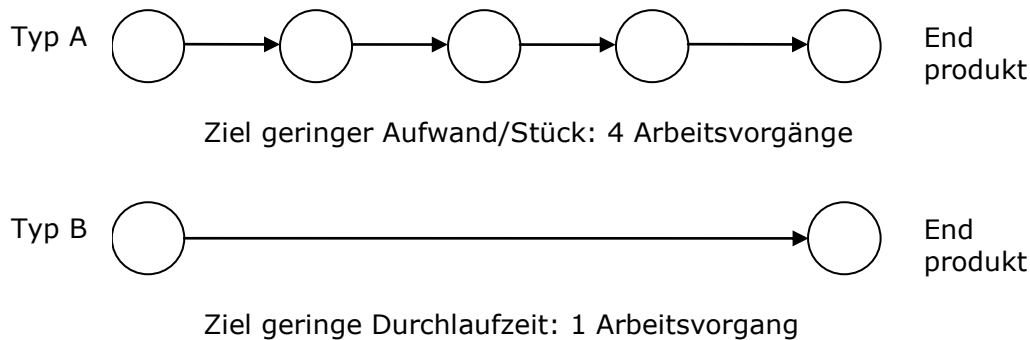
Sehr hohe Arbeitsteilung ist z. B. auch heute bei der Montage in der Fahrzeugfertigung oder bei der Tierkörperzerlegung in Schlachthöfen nach wie vor die Norm. In den Herstellprozessen werden in dem Fall die Anzahl der Arbeitsvorgänge groß, aber die Zahl der Arbeitsschritte pro Arbeitsvorgang klein. Im Extremfall wird jeder Arbeitsschritt zu einem Arbeitsvorgang, der von einer anderen Produktionsstelle (Person) ausgeführt wird.

Ein Nachteil hoher Arbeitsteilung liegt in der zeitlich begrenzten Konzentrationsfähigkeit des Menschen. Wird der Bearbeiter bei der Arbeit dauerhaft durch die Ausführung von nur wenigen und einfachen Arbeitsschritten geistig unterfordert, steigt die Fehlerhäufigkeit – ggf. sind teure Nacharbeiten die Folge. Ab einem bestimmten Grad von Arbeitsteilung kommen Fehler und damit Nacharbeiten so häufig vor, dass der Aufwand pro Stück wieder steigt, eine weitere Steigerung der Arbeitsteilung bringt dann keinen Vorteil mehr.

In der Automobilbranche wird an den Montagebändern noch heute an dieser Problematik gearbeitet. Mit kürzeren oder längeren Taktzeiten an den Bändern wird angestrebt, für Fertigungsaufwand und Qualitätsniveau zusammen optimale Werte zu erreichen. – Bei Dienstleistungs- und Informationsprodukten haben Workflow-Systeme den Transport der Bearbeitungsobjekte übernommen. Sie ermöglichen auch bei Dienstleistungsprodukten eine hohe Arbeitsteilung indem sie die zu bearbeitenden, gespeicherten Dokumente als Zwischenprodukt von einem Sachbearbeiter zum nächsten senden. Sie bilden das "Fließband der Informationsprodukte". Folge ist, auch in diesem Bereich treten die gleichen Probleme auf.

Historisch gesehen zeigte sich die Erhöhung der Produktivität mit zunehmender Arbeitsteilung bereits im Verlagswesen, d. h. bei Produktionseinheiten des vorindustriellen Zeitalters, die nur aus Personen mit einfachen Werkzeugen bestanden [C3]. Während der Industrialisierung [C4] im 19. Jahrhundert wurde die Produktivität dann durch den Einsatz von Spezialmaschinen für einzelne Handgriffe weiter erhöht. Heute bestehen die meisten Rationalisierungsmaßnahmen in einem immer stärkeren Einsatz von Arbeitsmaschinen.

Um bei Mengenprodukten weitere Effizienzsteigerungen zu erlangen, wird vielfach angestrebt, Vor-, Teil- oder Zwischenprodukte von verschiedenen Endprodukten zu vereinheitlichen. Mit gleichen Zwischenprodukten werden die Mengen weiter erhöht, die Produktivität steigt mit den effizienteren Herstellprozessen. Das ist letztlich der Grund für die Vereinheitlichung von Teil- oder Zwischenprodukten. Diese Vereinheitlichung wird auch unter dem Begriff Standardisierung geführt. Andere Stichworte für die Produktivitätserhöhung



Grafik A4.3 Herstellprozesse Typ A und Typ B

durch Mengenausweitung sind Economy of Scale oder Synergie. Das Streben nach höherer Produktivität mittels größerer Mengen bewegt tagtäglich die Wirtschaft. Bei Produktionsverlagerungen oder Zusammenschlüssen von Unternehmen ist das Argument der größeren Menge vielfach entscheidend – dass es manchmal nicht zutrifft, stellt sich ggf. erst bei einer späteren Detailanalyse heraus.

Geringe Durchlaufzeit (Typ B)

Das alternative Ziel für Herstellprozesse ist, eine möglichst geringe Durchlaufzeit (Gesamtproduktionszeit) für ein Produkt zu erreichen. Dieses Ziel wird häufig bei Produkten oder Dienstleistungen mit (sehr) geringen Mengen und umfangreichen Arbeiten angestrebt.

Diese Herstellprozesse sind anders zu gestalten als bei Typ A. Sie bestehen – im Gegensatz zu den Prozessen mit hoher Produktivität – aus möglichst wenigen Arbeitsvorgängen, die aber stets viele Arbeitsschritte umfassen. Solche Herstellprozesse haben so wenig Produktionsstellen wie möglich. Dies gilt insbesondere für Prozesse mit einem hohen Anteil von Hand- oder Kopfarbeit. Diese Produktionseinheiten haben sehr umfassende Fähigkeiten und werden ggf. nur durch universell einsetzbare Werkzeuge, Maschinen oder EDV-Anwendungen unterstützt. Die Bearbeitungszeiten sind deutlich höher als bei stark arbeitsteiligen Prozessen. Dafür werden Transport-, Warte- und Leerzeiten vor den einzelnen Produktionseinheiten weitgehend vermieden. Prozesse mit wenigen Arbeitsvorgängen haben in der Regel geringere Durchlaufzeiten als stark arbeitsteilige Herstellprozesse, die minimale Kosten zum Ziel haben.

Massenproduktion

Sowohl geringer Aufwand pro Stück als auch geringe Durchlaufzeit lassen sich mit nahezu vollständiger maschineller Unterstützung erreichen. In diesen vollautomatisch ausgeführten Herstellprozessen sind die Bearbeitungszeiten der einzelnen Arbeitsschritte genau aufeinander abgestimmt. Die maschinelle Ausführung der Arbeitsschritte sorgt dafür, dass sie auch in optimaler Vorgehensweise ausgeführt werden. Da zusätzlich auch die Transportvorgänge maschinell vorgenommen werden, besteht der Kernprozess aus sehr wenigen oder nur einem Arbeitsvorgang. Auf diese Weise werden sowohl für Effizienz als auch für Durchlaufzeit optimale Werte erreicht.

Produktionsprozesse, die nahezu vollautomatisch ablaufen, gibt es beispielsweise heute bei der Herstellung von Tageszeitungen. Mit der Herstellung z. B. auf Druckstraßen werden hohe Produktivitätswerte erreicht. Da der Kernprozess außerdem praktisch nur noch aus einem Arbeitsvorgang besteht, wird auch die Durchlaufzeit für die einzelne Tageszeitung extrem kurz (wenige Minuten). Die Kehrseiten der automatisierten Massenproduktion sind hoher Kapitaleinsatz und Spezialisierung auf ein oder wenige Produkte. Der Nachteil hoher Automatisierung liegt also in geringer Flexibilität [A8].

Quintessenz

Für Herstellprozesse gilt:

- Herstellprozesse werden durch Zusammenfassung von Arbeitsschritten zu Arbeitsvorgängen und durch Zuweisen von Arbeitsvorgängen an Produktionsstellen gebildet.
- Serienfertigung: Produkte werden in mittleren oder größeren Mengen mit einem mittleren Grad von Arbeitsteilung hergestellt. Dies führt zu durchschnittlich guter Produktivität, die Durchlaufzeit hingegen ist weniger günstig. Die Flexibilität dieses Prozesstyps ist gut.
- Einzelfertigung (oder Fertigung von sehr geringen Mengen): Produkte werden in geringen Mengen mit geringer Arbeitsteilung hergestellt. Dies führt zu geringen Durchlaufzeiten. Die Gesamtarbeitszeiten und Kosten sind vergleichsweise hoch. Die Flexibilität des Prozesses ist günstig.
- Massenfertigung: Produkte werden in sehr großen Mengen bei sehr hohem Automatisierungsgrad mit sehr geringem Grad an Arbeitsteilung hergestellt. In diesem Fall sind die Kosten pro Produkt und die Durchlaufzeit gering. Kehrseite dieser Prozesse ist der hohe Kapitalaufwand und die Beschränkung des Herstellprozesses auf nur wenige Produkte. Diese Prozesse sind inflexibel.