

Produktionstechnik in den Leistungserstellungsprozess eines Unternehmens einordnen

Informatikerinnen und Informatiker werden eingesetzt, um die Effizienz bestehender Produktionssysteme zu erhöhen. Dazu müssen sie wesentliche Strukturen und Informationsflüsse des güterwirtschaftlichen Prozesses kennen.

Dieses Lernmodul vermittelt den dazu nötigen Überblick über die Anforderungen, Ziele und Mittel der Fertigung, über Produktionsfaktoren, Fertigungsverfahren, Fertigungserzeugnisse und die Fertigungsorganisation sowie den Umweltschutz in der industriellen Fertigung.

Alle notwendigen Informationen und Arbeitsunterlagen sind in diesem Lernmodul enthalten.

Dieses Lernmodul ist im häuslichen Studium zu erarbeiten.

Der benötigte Zeitaufwand liegt bei ca. 10 Stunden.

Zusätzlich finden im Begleitunterricht 1,5 Stunden Festigung und Vertiefung fachspezifischer und fächerübergreifender Zusammenhänge sowie die Beschreibung typischer Aufgaben und Problemstellungen statt.

LERNMODUL 1

Ziele

Ausgangssituation

Planung

Inhaltsverzeichnis

1 Der Leistungserstellungsprozess eines Unternehmens	3
2 Aufgaben, Ziele und Mittel der Fertigung	6
3 Produktion und Produktionsfaktoren.....	12
3.1 Menschliche Arbeit.....	12
3.2 Betriebsmittel	17
3.3 Material	20
3.4 Leitung und Planung.....	20
3.5 Organisation.....	21
4 Fertigungsverfahren	25
4.1 Prozessarten.....	25
4.2 Technologiearten	26
4.3 Fertigungsarten.....	49
5 Fertigungserzeugnisse	52
6 Fertigungsorganisation	55
6.1 Aufbauorganisation	55
6.2 Ablauforganisation	59
7 Umweltschutz	61
Lösungsanhang	65

1 Der Leistungserstellungsprozess eines Unternehmens

Unternehmen jeder Art werden betrieben, um Leistungen zu erbringen, die den dafür notwendigen Aufwendungen gegenübergestellt ein positives Betriebsergebnis (Gewinn) erzielen. In diesem Prozess wirken elementare Produktionsfaktoren, die miteinander vernetzt das Ergebnis beeinflussen:

- menschliche Arbeit (Personal)
- Betriebsmittel (Maschinen, Anlagen, Werkzeuge)
- Material (Werkstoffe, Hilfsstoffe)

Im Rahmen des Produktions- bzw. Fertigungsprozesses zur Bereitstellung von Gütern ist es notwendig, solche Bedingungen zu schaffen, dass durch planvollen Einsatz und sinnvolle Vernetzung unter Einbeziehung des Zeitfaktors optimale Bedingungen geschaffen werden, die ein angestrebtes Betriebsergebnis ermöglichen.

Für das Erreichen des betriebswirtschaftlichen Zieles, zeitkonforme Bereitstellung und Verkauf von Gütern nach Art und Menge, arbeiten die entsprechenden Bereiche eines Unternehmens

- **Personalwirtschaft** (technische, kaufmännische und gewerbliche Mitarbeiter)
- **Fertigungswirtschaft** (Maschinen, Anlagen, Werkzeuge und Vorrichtungen)
- **Materialwirtschaft** (Rohstoffe, Hilfsstoffe, Betriebsstoffe, Zulieferteile, Halbfabrikate und Verschleißwerkzeuge)

zusammen. Unter den Bedingungen eines modernen Produktionsprozesses sind die einzelnen Bereiche über Informationssysteme vernetzt. Diese Vernetzung kann auch überbetrieblich erfolgen, wenn wesentliche Abhängigkeiten zwischen den Unternehmen bestehen. Im betrieblichen Gesamtprozess ist neben den oben genannten Faktoren ein weiterer Wirtschaftsbereich maßgeblich beteiligt, der finanzwirtschaftliche Prozess. In ihm werden die anfallenden Ausgaben für die Produktionsfaktoren und die aus den erbrachten Leistungen resultierenden Einnahmen verarbeitet.

Im Produktionsprozess werden Güter hergestellt. Der unterschiedliche Charakter dieser Güter zeigt, dass der Begriff Produktion allgemeineren Charakter als der Begriff Fertigung hat, schließt er doch die immateriellen Güter ein. (siehe Abbildung 1)

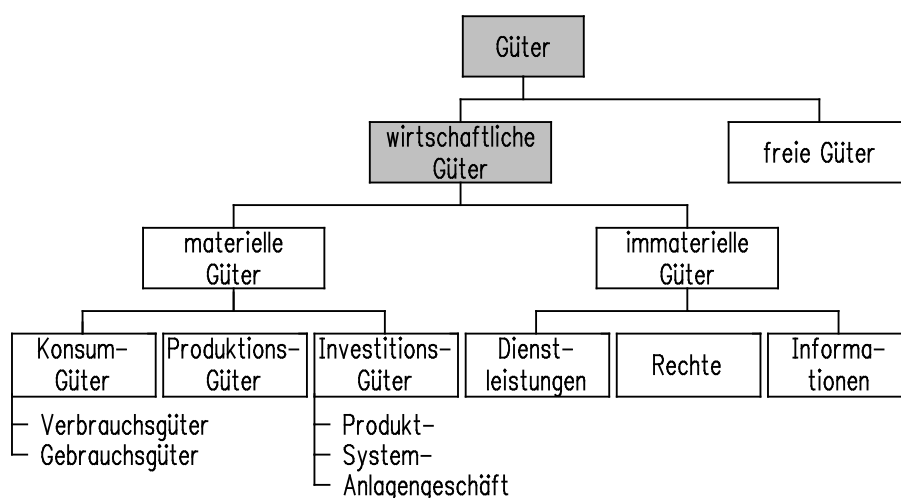


Abbildung 1 Systematik der Güter

Lernbereich

Unter **Produktion** verstehen wir alle Arten der betrieblichen Leistungserstellung. Sie erfasst sowohl die Bereitstellung von materiellen wie von immateriellen Leistungen, schließt also Sachleistungen, Dienstleistungen und Rechte mit ein.

Unter **Fertigung** verstehen wir lediglich die fertigungstechnische Leistungserstellung, sie bezieht sich somit nur auf die materiellen Güter, die sich als Sachgüter oder Energie darstellen. Allgemein wird damit die industrielle Fertigung erfasst. In bestimmten Bereichen des Handwerks gibt es allerdings auch eine Fertigung, in der materielle Güter entstehen.

Ein wesentlicher Unterschied in der Art der Güter ergibt sich aus der Unterteilung in:

- Konsumgüter
- Produktionsgüter
- Investitionsgüter

Konsumgüter dienen den Menschen zur Befriedigung ihrer Bedürfnisse, werden also von Privatpersonen nachgefragt. Wir unterscheiden in Verbrauchsgüter (z.B. Lebensmittel) und Gebrauchsgüter (z.B. Fernseher, private Fahrzeuge).

Investitionsgüter werden mit dem Ziel erworben, mit ihrer Hilfe Güter bzw. Dienstleistungen herzustellen. Damit sind Investitionsgüter Potenzialfaktoren der Leistungserstellung eines Unternehmens.

Produktionsgüter werden ebenfalls zur Herstellung von Sachwerten bzw. Dienstleistungen eingesetzt (Rohstoffe, Hilfsstoffe, Betriebsstoffe). Sie haben den Charakter von Verbrauchsstoffen.

Die Leistungserstellung eines Wirtschaftsunternehmens wird durch das Rationalprinzip gekennzeichnet, das sich in zwei Formen darstellt:

- Erzielung eines maximalen Ertrages mit einem vorgegebenen Aufwand
- Erzielung eines bestimmten Ertrages mit geringstmöglichem Einsatz

Das Rationalprinzip wird auch ökonomisches Prinzip bzw. Wirtschaftlichkeitsprinzip genannt. Ein Wirtschaftsunternehmen befasst sich folglich mit der Gesamtheit Einrichtungen und Maßnahmen der industriellen Leistungserstellung unter Berücksichtigung des ökonomischen Prinzips, d.h. die Kostenminimierung des Gesamtprozesses.

Im Fertigungsprozess sind somit zwei wesentliche Aspekte zu beachten:

- Der Bereich **Technik**, der alle naturwissenschaftlichen Erkenntnisse und alle industriell anwendbaren Verfahren zur Leistungserstellung berücksichtigt.
- Der Bereich **Ökonomie**, der den Einsatz der Technik zur Leistungserstellung unter Berücksichtigung der ökonomischen Prozesse zu koordinieren hat.

Für diesen Prozess haben aber auch weitere Fachgebiete eine wesentliche Bedeutung. Das sind die Bereiche Arbeitswissenschaften, Informatik, Medizin, Soziologie, Umweltschutz u.a.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Prozess der Fertigungswirtschaft durch folgende Bereiche gekennzeichnet ist:

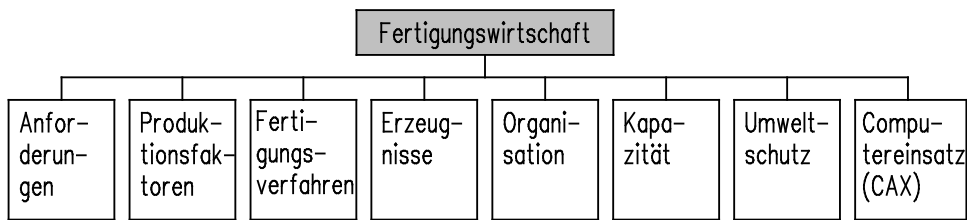


Abbildung 2 Bereiche der Fertigungswirtschaft

Aufgabe 1

Nennen Sie die elementaren Produktionsfaktoren und ordnen Sie diesen Unternehmensbereiche zu!

Aufgabe 2

Erläutern Sie den Unterschied zwischen Konsum- und Investitionsgütern!

Aufgabe 3

Welche Aspekte spielen im Fertigungsprozess eine Rolle?

Aufgaben

Lernbereich**2 Aufgaben, Ziele und Mittel der Fertigung**

Die im Produktionsprozess gestellten Anforderungen lassen sich in Aufgaben, Ziele und Mittel unterteilen. Während in den Aufgaben die Sachinhalte der Fertigung durch Vorgaben bestimmt sind, berücksichtigen die Ziele wesentlich wirtschaftliche Inhalte, die durch die verfügbaren Mittel beeinflusst werden.

Hauptaufgabe der Produktion ist der Wertschöpfungsprozess. Bezieht man das auf die Fertigung, so kann dieser Prozess in unterschiedlichen Arten realisiert werden:

- **Einstufige Fertigung**

Ein Erzeugnis wird hintereinander aus dem Rohmaterial gefertigt (z.B. ein Kunststoffteil aus Spritzguss).

Alle benötigten Einzelteile werden beschafft und in einer Montagestraße montiert (z.B. Fertigung von Computern).

- **Mehrstufige Fertigung**

Es werden zwei oder mehr Prozesse zur Herstellung eines Erzeugnisses eingesetzt. In der Metall verarbeitenden Industrie kann das die **Einzelteilmontage**, die **Baugruppenmontage** und die **Endmontage** sein.

Im Rahmen der Fertigung wirken die Produktionsfaktoren **Personal**, **Betriebsmittel** und **Material** miteinander. Außerdem sind zur Realisierung eine Reihe von Hilfsprozessen notwendig:

- Erzeugnisgestaltung
- Fertigungsprogramm
- Arbeitsplanung
- Produktionsplanung und -steuerung
- Qualitätsmanagement

Übergreifend hat auf alle Bereiche das **Marketing** einen wesentlichen Einfluss. Unter **Marketing** verstehen wir einen Prozess im Wirtschafts- und Sozialgefüge, durch den Einzelpersonen und Gruppen ihre Bedürfnisse und Wünsche befriedigen, indem sie Produkte und andere Dinge von Wert erzeugen, anbieten, verkaufen und kaufen. Marketing bedeutet marktorientierte Unternehmenspolitik und ist damit dem Produktionsprozess übergeordnet.

Marketing bedeutet Planung, Koordination und Kontrolle aller auf die aktuellen und potentiellen Märkte ausgerichteten Unternehmensaktivitäten. Durch die dauerhafte Befriedigung der Kundenbedürfnisse sollen die Unternehmensziele im gesamtwirtschaftlichen Güterversorgungsprozess verwirklicht werden.

Im Marketing werden damit wesentliche Ziele der Fertigung verarbeitet und im Abgleich mit dem **Markt** umgesetzt. Unter **Markt** verstehen wir den realen bzw. imaginären Ort, an dem Angebot und Nachfrage nach Gütern oder Dienstleistungen zusammenkommen. Aus der **Marktforschung** leiten sich die wesentlichen Unternehmensziele ab.

Bei den **Unternehmenszielen** muss man Basisziele und Zielsysteme unterscheiden. Zu den Basiszielen der Fertigung zählen Vorgaben wie:

- **Kostenminimierung**

Da die Fertigung primär durch den möglichen Absatz (Bedarf) gesteuert wird, kann eine Mehrleistung den wirtschaftlichen Erfolg nicht vergrößern. Die Wirtschaftlichkeit kann damit nur durch Kostensenkung beeinflusst werden.

- **Erfüllung der Anforderungen**

Die Anforderungen werden durch den Markt gestellt und drücken sich vor allem in der Qualität, der Quantität und der Termintreue aus. Die Erfüllung dieser Forderungen wird durch die Anpassungsfähigkeit eines Unternehmens wesentlich beeinflusst. Nur Unternehmen, die auf den Markt schnell reagieren können, haben langfristig eine Überlebenschance.

- **Umweltschutz**

Global wird heute die Umwelt durch die Fertigung negativ beeinflusst. Unternehmen, die umweltschonende Technologien als Zielstellung ihrer Unternehmenspolitik praktizieren, haben wettbewerbsmäßig einen Vorlauf, der sich systematisch auszahlen wird.

- **Minimierung der Fertigungszeit**

Für eine kurze Durchlaufzeit der Erzeugnisse sprechen Merkmale wie kürzere Lieferzeiten, schnellerer Kapitalumschlag bei geringerem Kapitalbedarf und vereinfachte Fertigungssteuerung. Daraus leiten sich Wettbewerbsvorteile des Unternehmens gegenüber Mitbewerbern ab.

- **Bestandsoptimierung**

Eine rechnergestützte Verwaltung notwendiger Lagerbestände muss diese auf ein Minimum reduzieren. Überdimensionierte Bestände bedeuten gebundenes Kapital. Zu geringe Bestände bedeuten fehlendes Material, Werkzeuge, Hilfsstoffe usw. und damit zusätzliche Kosten.

- **Kapazitätsausnutzung**

Grundsätzliche Veränderungen in der Kapazität (maschinen- und personalseitig) sind nur mittel- bzw. langfristig möglich, deshalb kommt der optimierten Kapazitätsausnutzung eine besondere Bedeutung zu.

Eine hohe Auslastung bedeutet eine Senkung der Fixkosten der Erzeugnisse. Eine gleichmäßige Auslastung ermöglicht eine günstige Personalplanung. Bei schnellem Reagieren auf den Markt ist in der Regel beides nicht voll durchzusetzen.

Fertigungsziele wirken teilweise kontrovers. Daraus leiten sich Zielkonflikte ab, die unternehmensintern gelöst werden müssen. Zunehmend werden Fertigungsengpässe mit Überstunden bzw. über Personalleasing gelöst.

Zielsysteme können einerseits für einzelne Bereiche aber auch für ganze Unternehmen vorgegeben werden. Aus heutiger Sicht eines durch Informationssysteme verknüpften Unternehmens sind solche Systeme fast immer gesamtwirksam oder sogar unternehmensübergreifend.

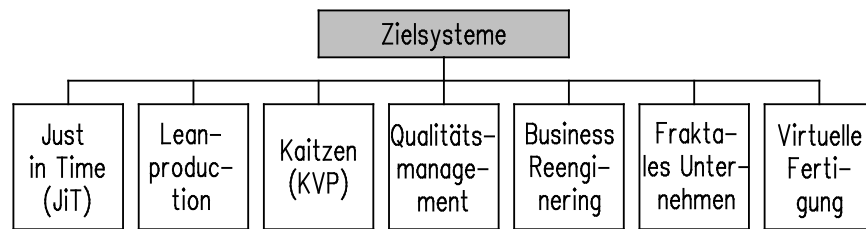


Abbildung 3 Zielsysteme eines Unternehmens

Zielsysteme eines Unternehmens zeichnen sich dadurch aus, dass nicht mehr Einzelziele vorgegeben werden, sondern dass durch sie auch Verfahrensanweisungen für die Zielerreichung vorgegeben werden. Als klassisches Beispiel kann dafür das Qualitätsmanagement genannt werden.

Just in time

Grundidee dieses Systems ist: „Zum richtigen Zeitpunkt.“ Es erfasst Ziel- und Verfahrensforderungen, die absolute Termintreue als Grundlage haben. Ausgangspunkt dafür ist, dass auf eine Lagerhaltung für Material ganz verzichtet werden kann. Voraussetzung dafür ist eine fehlerfreie rechnergestützte Logistik. Dieses System wird beispielsweise auf Großbaustellen und in der Industrie schon seit Jahrzehnten eingesetzt. Es wird aber auch betriebsintern durch die Verbesserung der innerbetrieblichen Informationssysteme zunehmend eingesetzt.

In das JiT-System sind integriert:

- Zero Handling: Minimierung des Arbeitszeitbedarfs
- Zero Lead Time: Minimierung aller Wartezeiten
- Zero Set-up: Minimierung der Rüstzeiten
- Zero Lot Size: Minimierung der Losgrößen
- Zero Defects: Minimierung der Qualitätsfehler
- Zero Breakdown: Schnellste Fehlerbeseitigung
- Zero Surging: Minimierung der Fertigungsschwankungen

Lean production

Dieses auch unter dem Begriff „schmale“ Fertigung bekannte System beruht auf der Grundidee, mit einem Minimum der Ressourcen die Fertigung durchzuführen. Diese Reduzierung kann auf alle Einflussbereiche angewandt werden:

- Mitarbeiter
- Material
- Betriebsmittel
- Produktionsfläche
- Management usw.

Es können aber auch andere Ziel- bzw. Verfahrensvorgaben konzentriert werden. Das Unternehmen kann sich u.a. auf gewinnintensive Kernprozesse zurückziehen, es kann eine Ausrichtung auf die Wertschöpfung erfolgen und es kann auf Innovation setzen.

Leanproduction kann als Zielsystem auch auf die Fertigungssteuerung angewendet werden, hier wird bei gegebenen Bedingungen u.a. auf kleine Fertigungseinheiten, geringe Arbeitsteilung, Übertragung von Verantwortlichkeit auf die Mitarbeiter in der Fertigung orientiert.

Kaitzen-Methode

Die aus Japan stammende Methode zur Verbesserung der Prozesse im Unternehmen geht weit über das „Verbessern“ hinaus. Kaitzen kann als komplette Managementtechnik angesehen werden. Die Kaitzen-Methode stützt sich auf folgende Schwerpunkte:

- Verantwortung aller Mitarbeiter für das Unternehmen und den Unternehmenserfolg
- Hohes Niveau der fachlichen Qualifikation der Mitarbeiter
- An allen Unternehmensveränderungen sind die Mitarbeiter beteiligt
- Im Mittelpunkt der Verbesserungen steht der Kunden nahe Prozess und der Wertschöpfungsprozess
- Kein Verharren auf Erreichtem; Streben nach weiteren Verbesserungen
- Vertrauensvolles Miteinander zwischen Management und Mitarbeitern

In Deutschland wurde auf der Grundlage der Kaitzen-Methode der „Kontinuierliche Verbesserungsprozess“ (KVP) entwickelt. Er ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- Beschränkung der Verbesserungen auf die Kerngeschäftsprozesse
- Optimierung der Kerngeschäftsprozesse durch Einzelverbesserungen
- Die Verbesserungen werden durch Arbeitsgruppen angestrebt
- Eine Arbeitsgruppe besteht neben dem Moderator nur aus Prozessmitarbeitern
- Im Einzelfall können Fachleute zu den Arbeitsgruppen hinzugezogen werden.

Qualitätsmanagement

Zunehmend wird im Wertschöpfungsprozess die Qualität eines Erzeugnisses oder einer Dienstleistung zum bestimmenden Faktor. Kunden sind mehr denn je bereit, für eine höhere Qualität auch einen höheren Preis zu zahlen. Die Qualität eines Produktes aber wird nicht nur im Prozess der Fertigung beeinflusst, sondern ist ein Ergebnis des gesamten Managements des Unternehmens. Hinzu kommt die Tatsache, dass die Qualität von Erzeugnissen aus Zulieferbetrieben die Qualität eines anderen Endproduktes beeinflussen. Aus der immer größer werdenden Verflechtung der nationalen und internationalen Industrie hat sich die Institutionalisierung der Qualitätssicherung entwickelt, das auf einer Reihe von Normen basiert:

- ISO – der International Standard Organisation
- EN – Europeanormen
- DIN – Deutsche Industrienorm

Daraus hat sich die für das Qualitätsmanagement gültige Norm

- DIN EN ISO 9000 ... 9004

entwickelt.

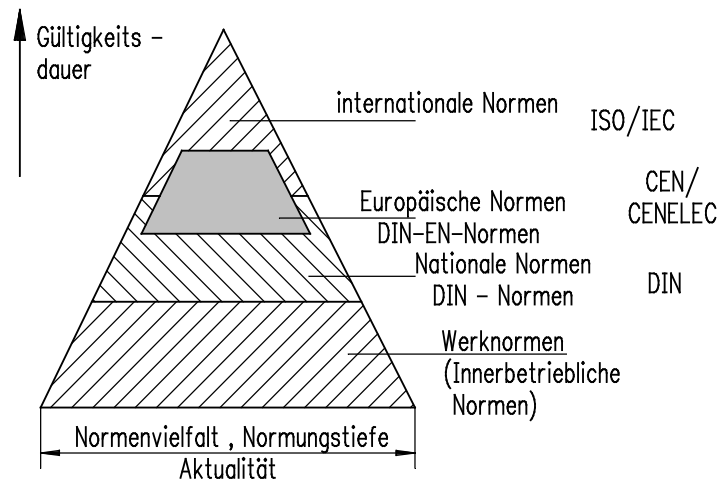


Abbildung 4 Zuordnung der Normen

Das Qualitätsmanagement umfasst alle Bereiche eines Unternehmens und orientiert auf folgende Schwerpunkte:

- Kundennutzen und Kundenzufriedenheit
- Qualität wird nicht nur definiert sondern konkret gesichert
- Senkung der Kosten durch ein höheres Qualitätsniveau
- Fehlervermeidung statt Fehlerkorrektur
- Größere Transparenz der Prozesse
- Weniger Prozessstörungen
- Beitrag zur Erreichung und Neudefinierung der Unternehmensziele
- Voraussetzung für die Produktionsvernetzung mit anderen Unternehmen

Qualitätsmanagement kann heute auf verschiedenen Stufen erreicht werden. Je komplizierter die Prozesse sind und je größer der Vernetzungsgrad mit anderen Firmen ist, umso höhere Forderungen werden an das Qualitätsmanagement gestellt. Ein Beispiel dafür ist die Automobilindustrie.

Fraktales Unternehmen

Als „Fraktale“ bezeichnet man eigenständige Gruppen eines Unternehmens. Das können Teams, Fertigungsbereiche, Meisterbereiche, Abteilungen u.a. sein.

Gekennzeichnet sind solche Fraktale durch bestimmte Eigenschaften wie Aufgabenzuordnung, Leistungsfähigkeit, Selbstständigkeit, Eigenverantwortung, Selbstorganisation u.Ä. Durch Aufgabenübertragung mit Zielvorgaben einschließlich der Restriktionen an diese Gruppen werden Leistungsvorgaben festgelegt. Voraussetzungen für Fraktale in der Fertigung sind eine hohe Qualifikation und Motivation sowie Leistungsfähigkeit und Einsatzwillen.

Virtuelle Fertigung

Bei der virtuellen Fertigung wird die Fertigungsleistung, also das Produkt oder Erzeugnis nicht mehr von einem Unternehmen ganzheitlich erbracht. In diesem Fall sind eine Reihe von Partnern über kürzere oder längere Zeiträume vertraglich miteinander verbunden. Dabei kann sowohl das ganze Unternehmen als auch Unternehmensbereiche in diese virtuelle Fertigung eingebunden sein. Diese Unternehmenszielstellung wird zunehmend nicht nur durch Großunternehmen sondern auch von mittleren Be-

trieben praktiziert. Die Einsatzbereiche liegen vor allem bei multitechnologischen und globalen Projekten.

Hauptaufgabe der virtuellen Fertigung ist die Überwindung organisatorischer und finanzieller, räumlicher und zeitlicher Begrenzungen. Dabei ist die Erfüllung einiger Grundforderungen zwingende Voraussetzung:

- sorgfältige Planung von Produkt und Prozess
- Eindeutige Prozess- und Produktspezifikation
- Produkt- und leistungsgerechte Integration aller an der Fertigung Beteiligten
- Prozessübergreifende, permanente Kommunikation zwischen den Partnern
- stetige Koordination zwischen den Vertragspartnern

Hauptprobleme der virtuellen Fertigung liegen in den Bereichen Gewährleistung, Haftung, Wartung und Ersatzteilversorgung. Dabei handelt es sich um Probleme, die, die Ersatzteilversorgung ausgenommen, außerhalb der Fertigung liegen.

Business Reengineering

Diese Form eines betrieblichen Zielsystems erfordert im Gegensatz zu den anderen genannten Organisationsformen ein radikales Umdenken. Die mit dieser Methode vorgenommenen Veränderungen erfordern in der Regel ein Redesign des Kerngeschäftsprozesses. Hier sollen nicht Verbesserungen erreicht sondern Quantensprünge erzielt werden. Im Vergleich mit den konventionellen Organisationsformen geht es hier um eine Prozessneuorientierung und um Kundenfokussierung unter Einsatz neuester Erkenntnisse und innovativer Methoden. Angestrebt wird ein Zeitvorteil gegenüber Mitbewerbern.

Business Reengineering ist meist mit einem hohen Risiko verbunden.

Ein weiterer Bereich der Anforderungen an die Produktion sind die **Mittel**. Verfügbare Mittel zur Fertigung können **Betriebsmittel** und **Finanzmittel** sein. Zwischen beiden Formen ist ein Austausch möglich. D.h. Betriebsmittel können in Finanzmittel und umgekehrt gewandelt werden. Dieser Austausch ist aufwändig und erfordert Zeit und das entsprechende Know-how. Ein Austausch sollte nur auf der Basis von Wirtschaftlichkeitserwartungen gemacht werden.

Betriebsmittel sind immer begrenzt und stellen einen der Engpassfaktoren jeder Fertigung dar.

Aufgabe 1

Was versteht man unter Markt? Woraus werden die Schwerpunktziele eines Unternehmens abgeleitet?

Aufgabe 2

Nennen Sie drei Basisziele der Unternehmenspolitik und erläutern Sie die Aufgaben des Qualitätsmanagements!

Aufgabe 3

Was versteht man unter virtueller Fertigung?

Aufgaben

Lernbereich

3 Produktion und Produktionsfaktoren

3.1 Menschliche Arbeit

Zu jeder Produktion gehören **Produktionsfaktoren**, die in der folgenden Abbildung dargestellt sind.

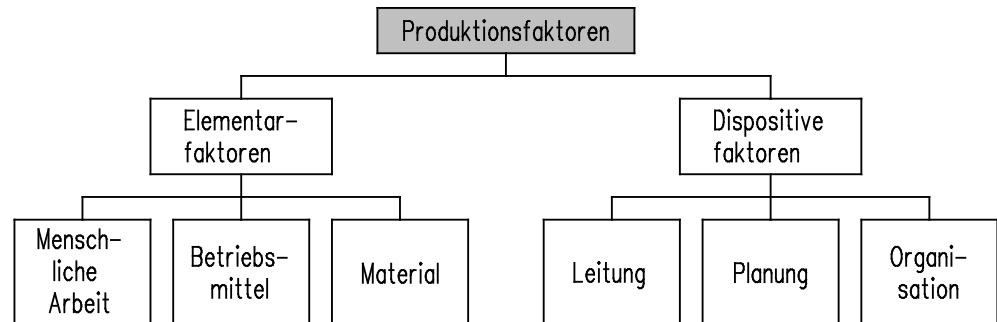


Abbildung 5 Produktionsfaktoren

Jede Produktion besteht aus einer Kombination dieser Produktionsfaktoren, deren Bedeutung und Anteil für jede Produktion unterschiedlich anzusetzen sind. Eine große Wichtung allerdings hat in jedem Produktionsprozess die **menschliche Arbeit**.

Die menschliche Arbeit ist als körperliche und geistige Tätigkeit des Menschen zum Zweck der Leistungserstellung definiert. Betrachtet man die menschliche Arbeit nach Abbildung 5, dann kann sie sowohl dem Bereich der Elementarfaktoren als auch den dispositiven Faktoren zugeordnet werden. Betrachtet man die Entwicklung der letzten Jahrzehnte, ist eine Veränderung des Anteils der ausführenden Arbeit zur dispositiven Arbeit zu erkennen. Ihr Anteil ist im unmittelbaren Fertigungsprozess durch den hohen Automatisierungsgrad zurückgegangen und hat sich in den Bereichen Fertigungsentwicklung und Arbeitsvorbereitung in Form innovativ-geistiger Tätigkeit verstärkt.

Die menschliche Arbeit als Produktionsfaktor wird in einem Unternehmen über den Personaleinsatz gesteuert. Dieser kann nach **Arbeitsinhalt**, **Arbeitsplatz** und **Arbeitszeit** betrachtet werden.

Von einem Mitarbeiter von heute wird in einem modernen Unternehmen ein selbstständig denkender, handelnder, mitgestaltender und flexibler Mitarbeiter erwartet. Der Mitarbeiter selbst erwartet als motivierende Momente Mitverantwortung, Mitgestaltung, Autonomie und Selbstentfaltung, also Faktoren, die sich eigentlich decken.

Der Prozess der menschlichen Arbeit wird wesentlich durch die **Arbeitsteilung** beeinflusst. Drückt sich doch in ihr sein Anteil an der Lösung der Gesamtaufgabe aus. Ein weiterer Komplex ist die **Aufgabenerweiterung**, d.h. die quantitative Vergrößerung des Arbeitsfeldes. Mit Methoden wie **Job rotation** oder **Job enlargement** können einseitige Belastungen abgebaut, die Anpassungsfähigkeit vergrößert, Monotonie verhindert sowie Arbeitszufriedenheit, Arbeitsqualität und Arbeitsquantität verbessert werden.

Mit der **Aufgabenbereicherung** ergibt sich eine qualitative Vergrößerung des Arbeitsfeldes. So können zu den bisherigen Aufgaben Führungs-, Planungs- und Kontrollaufgaben hinzukommen. Zu unterscheiden sind **Job enrichment** und die **teilautonome Arbeitsgruppe**. Beim Job enrichment ergibt sich eine strukturelle Änderung des Arbeitsplatzes. Die neue Aufgabe ist schwieriger und verantwortungsvoller und erfordert oft eine Weiterqualifizierung.

Bei den teilautonomen Arbeitsgruppen handelt es sich um kleinere Arbeitsgruppen, in denen mehrere Mitarbeiter an einer in sich abgeschlossenen Arbeitsaufgabe arbeiten. Mit dieser Form werden Motivation, Qualifikation und Kompetenz der Mitarbeiter gefördert.

Beim **Arbeitsplatz** unterscheidet man nach Art und Gestaltung. Bei der Art kann man **Einzel-** und **Gruppenarbeitsplätzen** unterscheiden bzw. bei Berücksichtigung der räumlichen Anordnung in stationäre und wechselnde Arbeitsplätze.

Organisationstypen der Fertigung

Unter dem **Organisationstyp** einer Fertigung wird die Struktur, die räumliche Anordnung der Betriebsmittel, die Art des Fertigungsdurchlaufes der Werkstücke sowie die Einbindung des Menschen in das Gesamtsystem verstanden.

Nach der Anordnung der Arbeitssysteme im Produktionsbereich werden folgende Formen unterschieden:

- Werkstattfertigung, Baustellenfertigung u.a.
- Fließfertigung
- Flexible Fertigungssysteme
- Zentrale Arbeitsverteilung
- Gruppenfertigung

Die Wahl der Organisation der Fertigung ist abhängig von

- **technischen** (Form, Abmessungen, Toleranzen, Werkstoff, Oberflächengüte u.a.),
- **wirtschaftlichen** (Losgröße, Fertigungstiefe, Wiederholungscharakter u.a.) und
- **marktseitigen** (Vorfertigungsgrad, Produktmischung, Änderungsgeschwindigkeit u.a.) Einflussgrößen.

Werkstattfertigung

In der Werkstattfertigung konzentrieren sich gleichartige Arbeitsverrichtungen und Funktionen an einer Stelle. Ein Werkstück wird z.B. an verschiedenen Stellen gedreht, anschließend gefräßt und gebohrt.

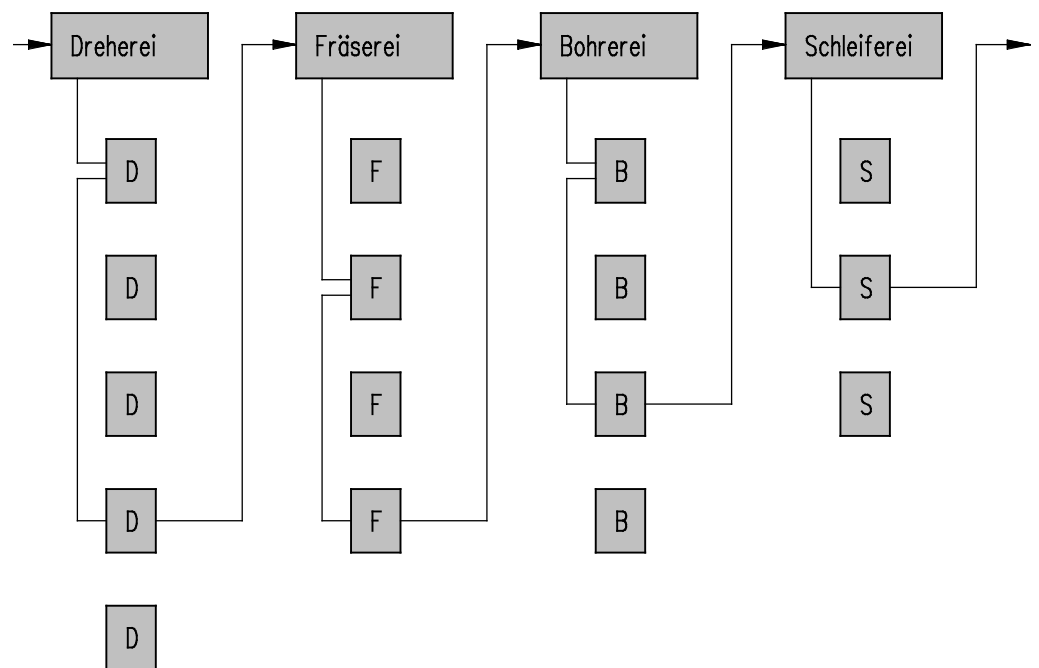


Abbildung 6 Beispiel einer Werkstattfertigung

In der Werkstattfertigung ist der Aufwand für den Transport und die Liegezeiten vor und nach der Bearbeitung relativ hoch und beeinflusst die Durchlaufzeiten ungünstig. Weitere **Nachteile** sind die hohe Kapitalbindung, die fehlende Übersichtlichkeit und die erforderlichen Zwischenlager an den einzelnen Arbeitsplätzen während der Fertigung. Das erfordert meist qualifiziertes Personal, weil die Steuerung der Fertigung und des Transportes schwierig und aufwändig ist. Hoher Flächenbedarf, gerade in älteren Betrieben lange Transportwege und zusätzliche Kosten verteuern die Fertigung.

Vorteilhaft ist die hohe Flexibilität und gute Anpassungsfähigkeit an neue Fertigungsverfahren und geänderte Arbeitsabfolgen. Auftragsspitzen können problemlos in der Einzel- und Serienfertigung gehandelt werden. Der universelle Maschinenpark gestattet eine hohe Auslastung. Die Fixkosten sind bei geringen bis mittleren Investitionskosten gering.

Fließfertigung

Die Fließfertigung ist nach dem Bearbeitungsablauf aufgebaut. Der Produktweg mit seinen fertigungstechnischen Anforderungen bestimmt der räumliche Anordnung der Bearbeitungsstellen.

Aus dem folgenden Bild ist zu erkennen, dass der Durchlauf der Teile sehr kurz ist. Das umständliche Transportieren und Zwischenlagern entfällt. Damit es bei Störungen nicht zum Stillstand kommt, werden die einzelnen Arbeitsstationen der Fertigungsline mit Zwischenlagern (Puffern) versehen.

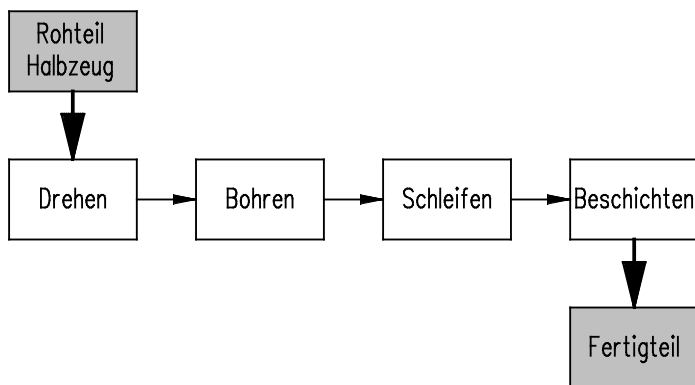


Abbildung 7 Beispiel für Fließfertigung

Vorteilhaft sind der übersichtliche Materialfluss, die kurzen Durchlaufzeiten und Transportwege. Bei geringem Personalbedarf und geringeren Qualifikationsanforderungen an das Personal ist die Fertigung einfach zu steuern. Es ist gut eine Massenfertigung bei geringen Lagerbeständen möglich.

Nachteilig wirkt sich aus, dass bei Ausfall einer Station die gesamte Fertigung unterbrochen wird. Deshalb muss hoher Instandhaltungs- und Wartungsaufwand betrieben werden. Auf geänderte Produktionsbedingungen kann schlecht reagiert werden. Die Umstellkosten und die Kosten für die fördertechnischen Einrichtungen liegen hoch.

Flexible Fertigungssysteme

Hier handelt es sich um ein System verketteter Einzelmaschinen. Es besteht aus so genannten flexiblen Fertigungszellen oder Fertigungsinseln. Der Werkzeugwechsel wird von den Fertigungszellen selbst übernommen. Damit werden die Rüstzeiten minimiert. Eine EDV-Anlage übernimmt die Steuerung der Bearbeitungsmaschinen und des Materialflusses. Das System kann automatisch in wahlfreier Folge ein begrenztes Teilsortiment und verschiedene Werkstücke gleichzeitig bearbeiten. Die Komponenten einer flexiblen Fertigungszelle sind in der Abbildung zu entnehmen.

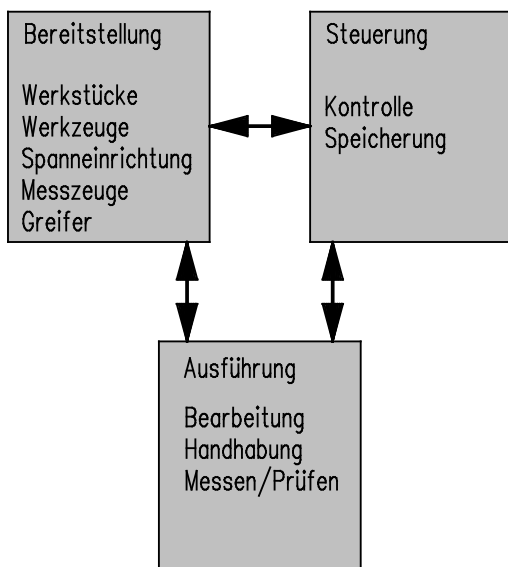


Abbildung 8 Grundkonzeption einer flexiblen Fertigungszelle

Durch die Verkettung der flexiblen Fertigungszellen ist ein automatischer Energie-, Material- und Informationsfluss sichergestellt. Das Personal kontrolliert nur noch den Ablauf der Fertigung.

Vorteilhaft sind die kurzen Umrüst- und Durchlaufzeiten, der geringe Personalbedarf, die geringen Bestände und die gute Betriebsmittelnutzung. Das Verfahren ist für kleinere bis mittlere Serien geeignet und flexibel unter den Aspekten Maschineneinsatz, Stückzahlen und Teilspektren. Die Automatisierung kann auch in Stufen erfolgen.

Allerdings kann die Flexibilität auch durch die Begrenzung der Automatisierung eingeschränkt werden. Weitere **Nachteile** sind die unwirtschaftliche Fertigung von Einzelteilen, die meist hoch technisierten erforderlichen NC-Bearbeitungszentren und die hohen Anforderungen an die technischen Verkettungen und zeitliche Abstimmung des Gesamtsystems.

Zentrale Arbeitsverteilung

Statt Zentrale Arbeitsverteilung wird auch von **Zentralfertigung** gesprochen. Über ein Lager erfolgt die zentrale Arbeitsverteilung. Maschinen- und Handarbeitsplätze stehen zur Verfügung. Die Handarbeitsplätze können Montageplätze sein, die Maschinenarbeitsplätze auch einstufige flexible Fertigungssysteme.

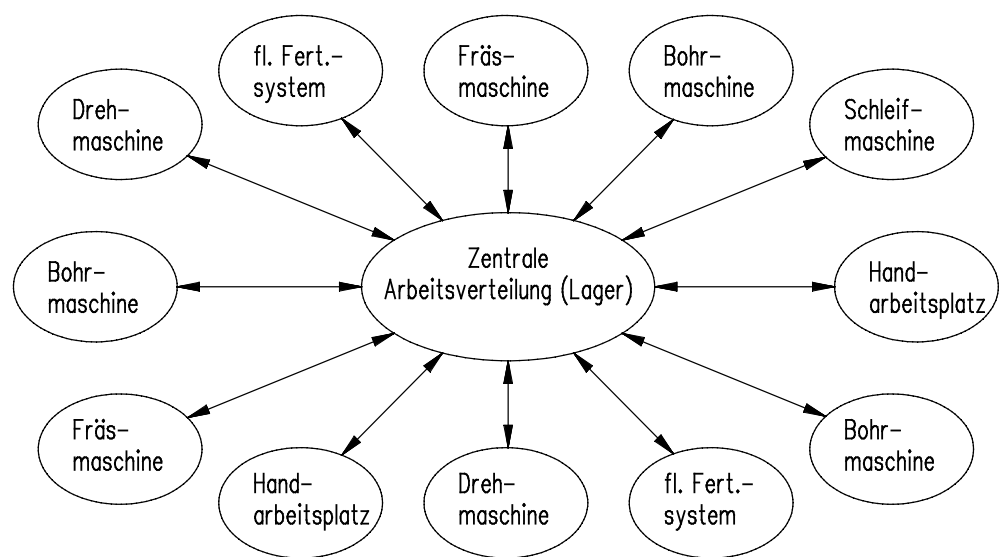


Abbildung 9 Zentrale Arbeitsverteilung

Vorteilhaft sind der hohe Nutzungsgrad der Betriebsmittel bei einem universellen Maschinenpark, die kurzen Durchlaufzeiten, die geringen Bestände, die Möglichkeiten der Mehrmaschinenbedienung, die Übersichtlichkeit der Fertigung und die guten Anpassungsmöglichkeiten an neue Fertigungsverfahren und geänderte Arbeitsabläufe. Das Verfahren ist geeignet für Einzel- und Serienfertigung und ermöglicht Flexibilität bei Änderungen im Produktionsprogramm. Der hohe organisatorische und technische Aufwand, der hohe Bedarf an qualifiziertem Personal und der hohe Steuerungsaufwand sind **Nachteile** dieses Verfahrens. Der Transportaufwand ist sehr groß und bereitet logistische Probleme. Die Massenfertigung ist bei diesem Organisationstyp der Fertigung nur bedingt möglich.

Gruppenfertigung

Einzelne Teilkomplexe des Fertigungsprozesses werden teilautonomen Gruppen übertragen. Das Fließprinzip wird dabei nicht ganz aufgegeben. Die Gruppenfertigung stellt einen Zwischentyp dar zwischen vorrichtungsorientierter Werkstattfertigung und erzeugnisorientierter Fließfertigung. Innerhalb der Gruppe können die Arbeiten weitgehend selbstständig und eigenverantwortlich festgelegt werden.

Damit sollen Nachteile der Fließfertigung vermieden werden (Monotonie). Eine kürzere Durchlaufzeit wird dadurch erreicht, dass die Gruppe neben den ausführenden Tätigkeiten auch die Materialanforderungen, die Terminierung, die Arbeitsplanung, die Erstellung der Steuerprogramme und die Qualitätsprüfung übernimmt. Das erfordert einen hohen Bedarf an qualifiziertem Personal. Weitere **Nachteile** sind, dass der Materialfluss sehr unübersichtlich erfolgt, ein hoher Vorbereitungsaufwand erforderlich (Werkstückanalyse, Teilfamilienbildung u.a.) und die Mehrmaschinenbedienung nur beschränkt möglich ist. Für Einzel- und Massenfertigung ist das Verfahren nur bedingt geeignet.

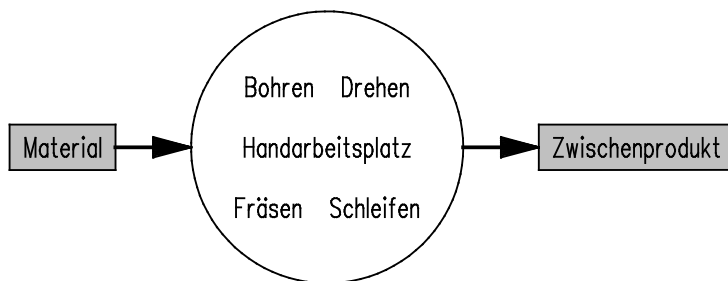


Abbildung 10 Beispiel für Gruppenfertigung

Vorteilhaft ist, dass einfache Transportmittel und kurze Transportwege möglich sind, nur kurze Durchlaufzeiten und geringe Bestände bei geeigneter Fertigungssteuerung anfallen, die Maschinenanordnung variabel gestaltet werden kann und die Betriebsmittel gut ausgenutzt werden können. Diese Art der Fertigung ist geeignet für kleine bis große Serien und lässt sich gut an neue Fertigungsverfahren und geänderte Arbeitsabläufe anpassen.

3.2 Betriebsmittel

Als Betriebsmittel werden alle beweglichen und unbeweglichen Mittel bezeichnet, die zur Leistungserstellung eines Unternehmens dienen. Sie zählen zu den elementaren Produktionsfaktoren. Die Vielfalt der Betriebsmittel ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Darüber hinaus wird heute der gesamte Soft- und Hardwarebereich ebenfalls zu den Betriebsmitteln gezählt.

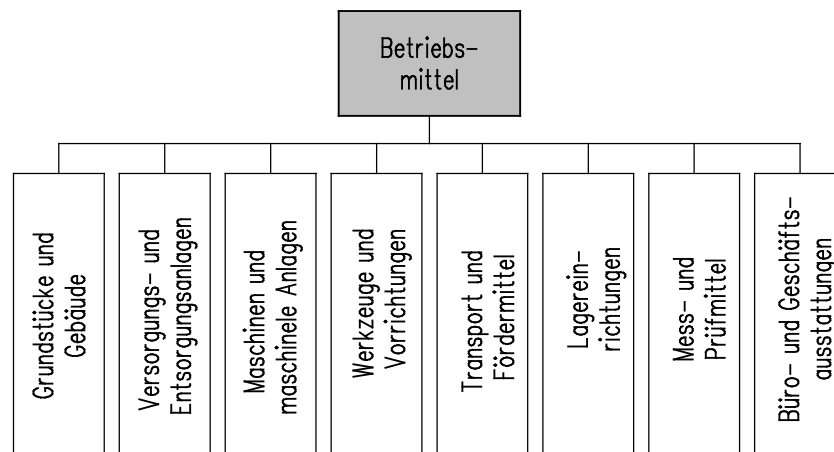


Abbildung 11 Übersicht und Gliederung der Betriebsmittel

Von den **Grundstücken** und **Gebäuden** kommt den Gebäuden die größte Bedeutung zu. Sie haben einen großen Einfluss auf die Fertigung, denn sie müssen

- technischen und ökonomischen Erfordernissen der Fertigung entsprechen,
- sozialen und hygienischen Forderungen genügen und
- harmonisch in das Landschafts- und Stadtebild passen.

Bei den **technischen und ökonomischen Anforderungen** spielen Fragen wie

- Fertigungs-, Material- und Verkehrsfluss,
- Transport- und Fördermittel,
- Verkehrsanbindung,
- Ver- und Entsorgungssysteme und
- Technische Ausstattung

eine Rolle. Weiterhin muss der Umweltschutz im Zusammenhang mit den Gebäuden gesehen werden.

Ver- und Entsorgungsanlagen

Jede Fertigung wird in den meisten Fällen von der Versorgung mit Elektrizität, Wasser, Gas und Wärme abhängen. Außerdem sind Entsorgungen von Abwasser, Abwärme, verunreinigter Luft, Altöl und unter Umständen von Sonderabfällen vorzunehmen. Dafür sind Anlagen, Leitungs-, Rohr- und Kanalsysteme notwendig, die als stationäre oder bewegliche Systeme in den Bauten vorhanden sind. In das System der Versorgung und der Entsorgung greifen die Bestimmungen des Umweltschutzes besonders gravierend.

Maschinen und maschinelle Anlagen

Grundsätzlich unterscheidet man in zwei Arten von Maschinen, **Arbeitsmaschinen** und **Kraftmaschinen**. Die Arbeitsmaschinen sind unmittelbar in der Fertigung eingesetzt, sie dienen der Fertigung von Produkten. Eine Einteilung der Arbeitsmaschinen nach der Art der Fertigung zeigt die folgende Abbildung.

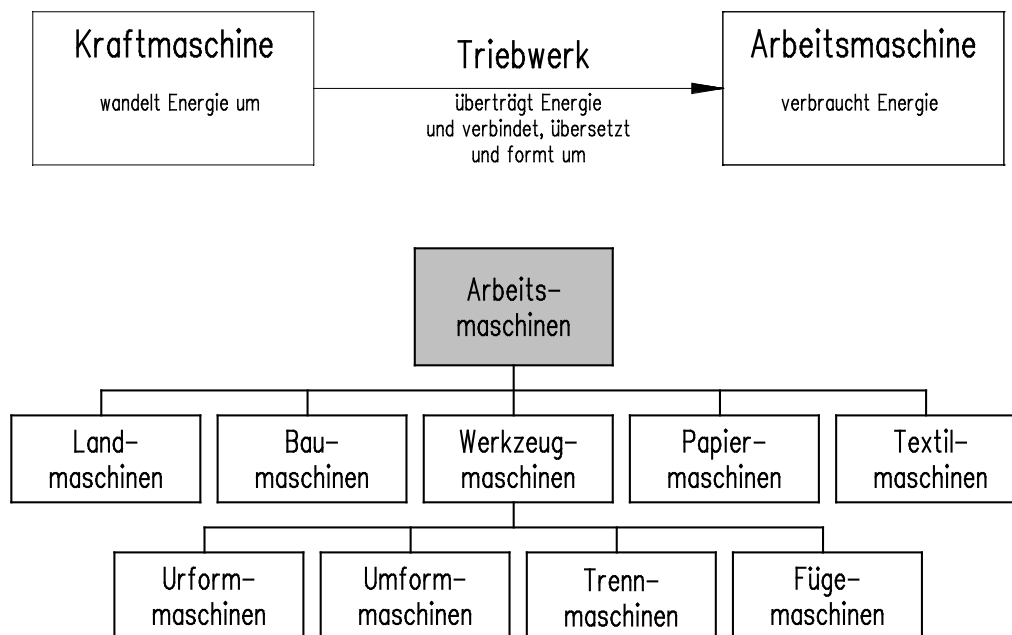


Abbildung 12 Übersicht zu den Arbeitsmaschinen

Kraftmaschinen dienen dazu, die in der Fertigung notwendige Versorgung mit Strom, Wasser, Gas, Wärme, Kälte und Druckluft zu sichern.

Werkzeuge und Vorrichtungen

Werkzeuge sind Fertigungsmittel, die durch eine Relativbewegung gegenüber dem Werkstück unter Energieübertragung die Bildung einer Form oder die Änderung seiner Form und Lage bisweilen auch der Stoffeigenschaften bewirken. Dabei kann zwischen Hand- und Maschinenwerkzeugen unterschieden werden.

Zum Fertigen oder Prüfen ist es notwendig, das Werkstück zu fixieren und/oder Werkzeugen eine feste Positionierung zur Bearbeitung zu geben. Das erfolgt in vielen Fällen durch Vorrichtungen. Vorrichtungen vereinfachen den Fertigungs- oder Prüfprozess, garantieren die Qualitätsanforderungen und können die Kosten senken.

Es werden Standard- und Spezialvorrichtungen unterscheiden.

Transport- und Fördermittel ermöglichen die Ortsveränderung von Personen, Werkstücken, Hilfsstoffen und von Werkzeugen und Vorrichtungen.

Lagereinrichtungen dienen der Speicherung von Werkstücken, Rohmaterialien, Werkzeugen und Vorrichtungen. Sie unterscheiden sich in bewegliche und unbewegliche Lagereinrichtungen.

Mess- und Prüfmittel dienen zur Ermittlung bzw. zum Vergleich von physikalischen Größen wie Länge, Kraft, Temperatur, Masse usw. Sie können zum Messen, Lehren, Zählen und Prüfen eingesetzt werden. Es gibt u.a. mechanische, optische, elektrische, hydraulische und pneumatische Messeinrichtungen.

Zu den Betriebsmitteln **Büro- und Geschäftsausstattungen** zählen u.a. Möbel, Kommunikationsmittel, Büromaschinen, Arbeitsmittel und Computer. Sie werden auch als materielle Organisationsmittel bezeichnet.

3.3 Material

Material als Produktionsfaktor wird in mehrere Gruppen unterteilt:

- **Rohstoffe** sind alle Stoffe, die unmittelbar in das zu fertigende Erzeugnis eingehen und damit dessen Hauptbestandteil bilden. Das ist das Blech in der Automobilindustrie oder das Tuch in der Bekleidungsindustrie. Das Erzeugnis eines Unternehmens kann andererseits wieder der Rohstoff eines anderen Unternehmens sein. Das trifft auf das im Walzwerk hergestellte Halbzeug zu, das im Maschinenbau weiter verarbeitet wird.
- **Hilfsstoffe** gehen ebenfalls in das zu fertigende Erzeugnis ein, erfüllen aber im Vergleich zu den Rohstoffen nur eine Hilfsfunktion, da ihr mengenmäßiger und wertmäßiger Anteil gering ist oder teilweise der Funktion nicht dient. Zu den Hilfsstoffen zählen, Leim, Lacke und Verpackungsmaterial.
- **Betriebsstoffe** sind selbst nicht Bestandteil des fertigen Erzeugnisses. Sie werden mittelbar oder unmittelbar zur Herstellung gebraucht oder verbraucht. Zu den Betriebsstoffen zählen alle Güter, die den Leistungsprozess ermöglichen bzw. in Gang halten. Betriebsstoffe sind Energie, Schmierstoffe, Büro- und Betriebsmaterialien.
- **Halbfabrikate** sind Teile und Baugruppen, die entweder selbst gefertigt oder zugekauft werden. Das können Normteile, Getriebe, Scheinwerfer, Rechneinheiten usw. sein.

3.4 Leitung und Planung

Die Leitung ist ein dispositiver Produktionsfaktor und beinhaltet das gesamte **Management** des Unternehmens. Folgende Aufgaben unterstehen der Leitung:

- Festlegung der Unternehmensziele
- Ausarbeitung und Realisierung der Unternehmenspolitik
- Führung des Unternehmens

Unter Management versteht man die Form der Leitung eines Unternehmens durch bezahlte abhängige Angestellte des Unternehmens (Manager). Das Management eines Unternehmens ist hauptsächlich auf die Erzielung maximaler Gewinne orientiert. Voraussetzung für den unternehmerischen Erfolg ist die marktorientierte Leitung eines Unternehmens.

Entscheidungen im Unternehmen sind dann Führungsentscheidungen, wenn

- die Unternehmenspolitik auf weite Sicht,
- die Koordinierung großer betrieblicher Teilbereiche,
- die Entwicklung der Vermögens- und Ertragslage des Gesamtunternehmens und
- die Besetzung von Führungsstellen

betroffen ist.

Die Verwirklichung der Unternehmensziele bedarf einer präzisen Planung in allen betrieblichen Teilbereichen (Produktion, Absatz, Beschaffung, Finanzierung, Personalentwicklung usw.). Im Rahmen der Fertigungswirtschaft hat die Planung folgende Aufgaben:

- Betriebsmittelplanung
- Erzeugnisplanung
- Planung des Fertigungsprogrammes
- Arbeitsplanung
- Planung der Fertigungsdurchführung
- Qualitätsplanung

Da betriebliche Ziele auf verschiedenen Wegen erreicht werden können, umfasst die Planung den Vergleich verschiedener Handlungsalternativen und die Entscheidung für die optimale Alternative.

3.5 Organisation

Unter Organisation wird die Strukturierung von Systemen zur Erfüllung von stetig anfallenden Aufgaben des Unternehmens verstanden. Dabei kann unterschieden werden in:

- **Aufbauorganisation**
- **Ablauforganisation**

Diese Kategorien können sich auf die gesamtbetrieblichen Abläufe wie auch auf die Fertigung beziehen. Grundsätzlich sind die Organisationsformen von der Betriebsgröße abhängig. Die Aufbauorganisation ist meist durch eine mehrstufige Hierarchie, die Arbeitsteilung, die örtliche Trennung von Fertigungseinheiten und durch eine Erzeugnispalette geprägt. Daraus leiten sich für die Aufbauorganisation folgende Organisationsformen ab:

- Linienorganisation
- Stablinienorganisation
- Produktmanagement
- Divisional- oder Spartenorganisation
- Matrixorganisation

Die Organisation nach Produktgruppen nennt sich Spartenorganisation. Es liegt eine Divisionalisierung vor, wenn das Unternehmen zwar nach autonom agierenden Sparten gegliedert ist, jedoch bestimmte Entscheidungsfelder (z.B. des administrativen Bereichs) auf zentraler Ebene verbleiben.

Die Matrixorganisation ist gleichberechtigt nach Funktionen und Produkten (z.B. Gebieten und Kunden) gegliedert.

Diese Organisationsformen stellen im Wesentlichen die Leitungsstrukturen im Unternehmen dar und charakterisieren die Informationsflüsse. Die Aufbauorganisation bestimmt das Unternehmen in seinem strukturellen Gefüge. Sie zeigt seinen statischen Zustand. Dagegen ist die Ablauforganisation für die dynamischen Prozesse im Unternehmen zuständig. Innerhalb der Ablauforganisation wird in zwei Bereiche unterschieden, die miteinander verknüpft sind:

- **Informationelle Prozesse**
- **Materielle Prozesse**

Aufgabe der Informationssysteme in der Fertigung ist es, die Fertigung zu planen, zu steuern und zu überwachen. Damit werden vornehmlich die Kapazitätsplanung, die Erzeugnisplanung und -entwicklung, das Fertigungsprogramm, die Arbeitsplanung, die Fertigungssteuerung und das Qualitätswesen erfasst.

Die Konzeption, Planung, Realisierung, Anpassung und laufende Pflege der Informationssysteme ist dabei eine außerordentlich anspruchsvolle Aufgabe. Dies liegt daran, dass die Notwendigkeit an die datentechnische Integration aller Prozesse zunimmt. Für Produktionsbetriebe wird es zunehmend zum erfolgsentscheidenden Faktor, in wie weit es gelingt, sämtliche Schritte des Produktlebenszyklusses für alle beteiligten Abteilungen und zu jedem Zeitpunkt ausreichend transparent zu halten. Wenn es gelingt, diese Informationen in geeigneter Weise bereitzustellen, ist die Basis für ganzheitliches Qualitätsmanagement (TQM) gelegt.

Im Hinblick auf einen immer kürzeren Produktionszyklus und einer immer rascher fortschreitenden Technik führt das zwangsläufig zu einer Steigerung der Datenmenge, der Komplexität der Strukturen und der Vernetzung von Informationssystemen.

Die folgende Abbildung zeigt exemplarisch die Vielschichtigkeit von Informationssystemen im Fertigungsbereich von Produktionsbetrieben.

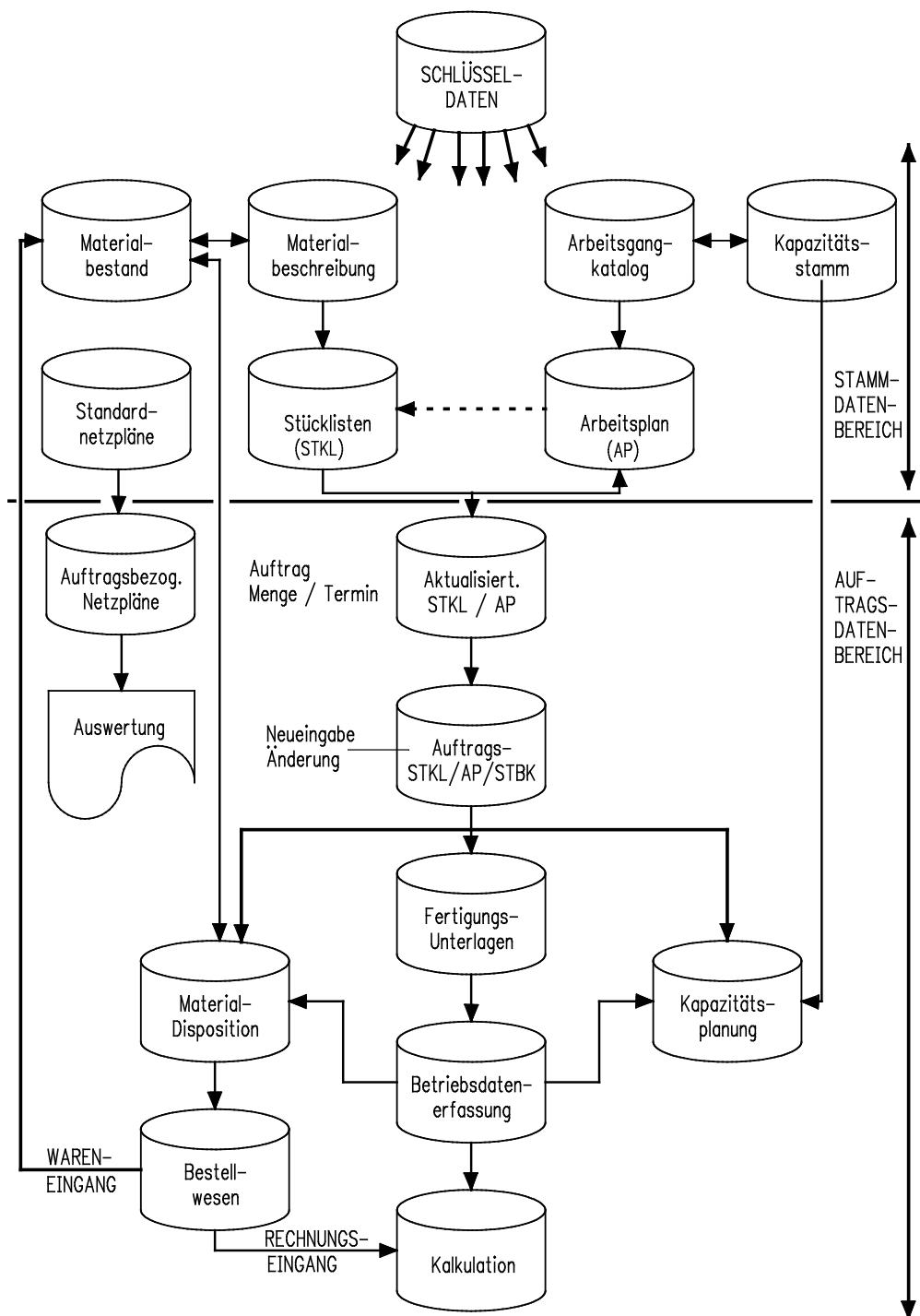


Abbildung 13 Datenorganisation eines Produktions-, Planungs- und Steuerungssystems

Eine besondere Schwierigkeit besteht auch darin, alte Insellösungen in neue Informationssysteme zu integrieren. Neben der organisatorischen und informationstechnischen Seite wächst die Anforderung bezüglich einer frühzeitigen und umfassende Einbeziehung und Schulung der Nutzer neuer Informationssysteme, denn ohne kompetente und engagierte Anwender drohen auch die besten Systemlösungen zu versagen.

Aus diesen Gründen wird von den Entwicklern und Betreuern anspruchsvoller Informationssysteme zunehmend eine hohe konzeptionelle Kompetenz verlangt. Dabei wird neben den EDV-technischen Sachverstand auch die Fähigkeit zum Modellieren und

Aufgaben

Visualisieren von Systemen sowie die Bereitschaft, im Team zu arbeiten, immer wichtiger. Schließlich wird in diesem Arbeitsfeld die Kompetenz im Umgang mit denen, die diese System später anwenden sollen, erfolgsentscheidend.

Die Organisation der materiellen Prozesse beinhaltet vor allem folgende Aufgaben:

- Die **Bereitstellung** aller zur Fertigung oder zum Weiterverkauf benötigten Werkstoffe, Halbzeuge und Hilfsstoffe nach Art, Menge, Qualität, Ort und Termin
- Die **Be- oder Verarbeitung** als Fertigung im engeren Sinn
- Den **Transport** als Bindeglied zwischen Arbeitsgängen
- Die **Lagerung** aus unterschiedlichen Gründen
- Die **Materialprüfung**

Materielle und informelle Prozesse haben für die Organisation der Fertigung die gleiche Bedeutung. Sie werden heute fast ausschließlich durch Informationssysteme gesteuert.

Aufgabe 1

Wodurch wird der Produktionsfaktor „menschliche Arbeit“ beeinflusst?

Aufgabe 2

Geben Sie eine Übersicht über die wichtigsten Betriebsmittel! Welche technischen und ökonomischen Anforderungen werden an Gebäude gestellt?

Aufgabe 3

Welcher Unterschied besteht zwischen Hilfsstoffen und Betriebsstoffen?

Aufgabe 4

Nennen Sie drei Schwerpunkte der Planung im Rahmen der Fertigungswirtschaft!

Aufgabe 5

Welche Aussagen zu den Vorteilen der flexiblen Fertigungssysteme sind richtig/falsch? Tragen Sie ein „r“ für richtig oder ein „f“ für falsch in das entsprechende Kästchen ein!

- | | |
|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | meist kurze Umrüstzeiten |
| <input type="checkbox"/> | geringe Anforderungen an zeitliche Abstimmung des Gesamtsystems |
| <input type="checkbox"/> | meist kurze Umrüstzeiten |
| <input type="checkbox"/> | wirtschaftliche Fertigung von Großserien |
| <input type="checkbox"/> | flexibel bezüglich Maschineneinsatz |
| <input type="checkbox"/> | geringer Personaleinsatz |
| <input type="checkbox"/> | geringe Bestände |
| <input type="checkbox"/> | keine Automatisierung möglich |

4 Fertigungsverfahren

Lernbereich

4.1 Prozessarten

Bei den Prozessarten handelt es sich um eine Unterteilung der Fertigungsverfahren nach den Prozessen, die in der Fertigung eingesetzt werden. Damit leitet sich eine Unterteilung in **physikalische**, **chemische** und **biologische Fertigungsprozesse** ab.

Physikalische Prozesse sind durch physikalische Wirkprinzipien gekennzeichnet, man findet sie in der Fertigung bei folgenden Verfahren:

- Mechanische Verfahren (Drehen, Fräsen, Schleifen, Biegen, Pressen, Hochdruckwasserstrahlbearbeitung usw.)
- Thermische Verfahren (Autogenschweißen, Brennschneiden)
- Optische Verfahren (Laserstrahlbearbeitung)
- Elektrische Verfahren (Elektroerodieren)
- Kernphysikalische Verfahren (Elektronenstrahlbearbeitung)
- Akustische Verfahren (Ultraschallbearbeitung)

In diese Gruppe der Prozesse lässt sich nahezu die gesamte Palette der Fertigung in der Metall verarbeitenden Industrie einordnen. Darauf soll sich hier beschränkt werden. In der Metall verarbeitenden Industrie sind die Betriebe des Maschinenbaus, der Automobilindustrie, des Gerätebaus, der Elektrotechnik und Elektronik zusammen gefasst.

Chemische Prozesse in der Fertigung sind durch chemische Wirkprinzipien gekennzeichnet. Dabei kann es zur Überlagerung mit physikalischen und biologischen Wirkprinzipien kommen. Chemische Prozesse findet man bei folgenden Verfahren:

- Thermische Verfahren (Gießschmelzschweißen)
- Elektrochemische Verfahren (Elysieren)
- Fotochemische Verfahren (Fotoätzen)
- Biochemische Verfahren (Gärung)

Eine relativ neue Prozessart ist der **biologische Fertigungsprozess**, der entweder in lebenden Organismen abläuft oder sich lebender Organismen bedient. Besonders die letztere Form wird zunehmend eingesetzt, um Abfälle aufzubereiten, verseuchten Boden zu rekultivieren oder Reinigungseffekte zu erzielen. Biologische Fertigungsprozesse haben im Zusammenhang mit Fragen des Umweltschutzes eine herausragende Bedeutung. Sie sind aber für die Herstellung von Erzeugnissen noch relativ bedeutungslos. Es kann jedoch vorausgesetzt werden, dass biologische Fertigungsprozesse zukünftig einen hohen Anteil in der Wirtschaft haben werden.

Betrachtet man die Prozessarten aus der Sicht der Metall verarbeitenden Industrie, so ergeben sich auch andre Möglichkeiten, die Prozessarten zu unterteilen. Der Gesamtprozess der industriellen Fertigung kann dann als Fertigungstechnik angesehen werden und in die Fertigungsverfahren und den Fertigungsprozess unterteilt werden. Der Fertigungsprozess kann dann in **Rohteilfertigungsprozess**, **Einzelteilfertigungsprozess** und **Montageprozess** unterteilt werden.

Der **Fertigungsprozess** in der Metall verarbeitenden Industrie umfasst die Gesamtheit der auf einen Arbeitsgegenstand bezogenen aufeinander folgenden Arbeitsgänge zur schrittweisen Veränderung der geometrischen Form, Abmessung, Oberflächenbeschaffenheit und Werkstoffeigenschaften durch Anwendung von Fertigungsverfahren.

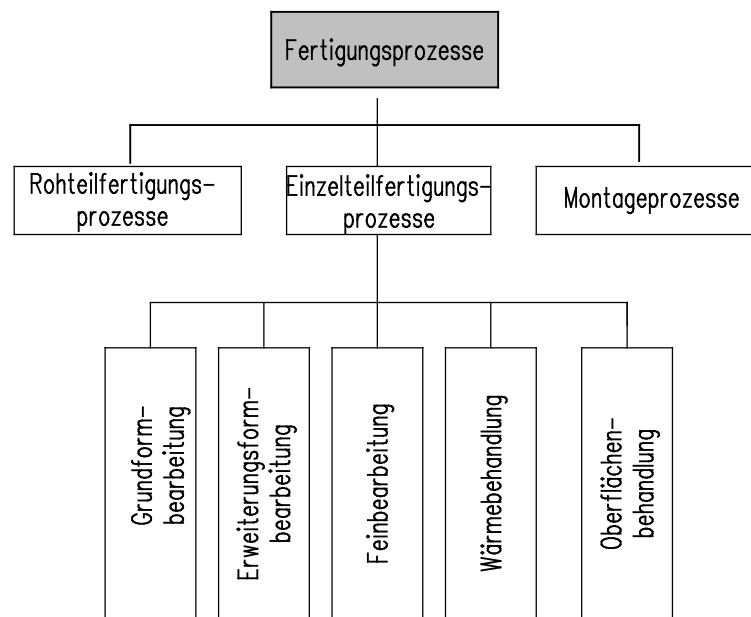


Abbildung 14 Übersicht - Fertigungsprozesse

Im Rohteilfertigungsprozess werden in der Regel Halbzeuge geliefert, die in vielen Fällen außerhalb des Betriebes hergestellt werden, in dem die Bearbeitung des Einzelteiles, der Baugruppe oder des Erzeugnisses erfolgt. Damit liegt der Schwerpunkt der Prozesse in der Einzelteilfertigung und der Montage. Die Beherrschung dieses Prozesses ist wesentliche Voraussetzung für die Wirtschaftlichkeit eines Betriebes.

4.2 Technologiearten

Technologie ist die Wissenschaft von den Gesetzmäßigkeiten der material-technischen Seite des Produktionsprozesses unter Beachtung von naturwissenschaftlich-technischen und wirtschaftlichen Regeln und Methoden. Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht zu Gliederungen und Merkmalen des industriellen Produktionsprozesses.

Merkmale	Arten der industriellen Produktionstechnik			
	Verfahrenstechnik	Verarbeitungstechnik	Fertigungstechnik	Energietechnik
Art der Prozesse	Stoffumwandlung, Stofftrennung und -vereinigung	Verarbeitung nicht metallischer Stoffe oder Körper	Formgebung Behandlung Montage	Erzeugung und Übertragung von Energie
Ergebnis der Prozesse	Formloser Stoff	flächenhafte oder andere geometrische Gebilde	geometrisch bestimmte feste Körper zur mechanischen Nutzung	Energieformen
Erzeugnisbeispiele	chemische Erzeugnisse	Textilien, Lederwaren, Holzwaren	Einzelteile, Baugruppen, Maschinen, Geräte	Elektroenergie, Wärmeenergie Gas

Tabelle 1 Arten der industriellen Produktionstechnik

Schwerpunkt der Technologie der Metall verarbeitenden Industrie ist die Fertigungstechnik. Bei der Fertigungstechnik geht es um die Gesamtheit der materiellen Mittel und Verfahren zur Herstellung makro- oder mikrogeometrisch definierter fester Körper (Einzelteile, Bauteile, Erzeugnisse). Fertigung bedeutet durch schrittweise Veränderung der Form und/oder der Stoffeigenschaften eines Stoffes oder Körpers diesen

vom Roh- in einen Fertigzustand zu überführen. Dabei wird der einzelne Schritt als Arbeitsvorgang und die Gesamtheit der Vorgänge als Fertigungsprozess bezeichnet.

Gegenüber anderen Arten der industriellen Produktionstechnik steht bei der Fertigungstechnik der Geometrieaspekt im Vordergrund. Dabei ergeben sich neben den Arbeitsvorgängen der Bearbeitung zusätzliche Arbeitsvorgänge, die die Werkstück- und Werkzeughandhabung, das Speichern und Lagern sowie den Transport betreffen. In der folgenden Abbildung sind die Zusammenhänge dargestellt.

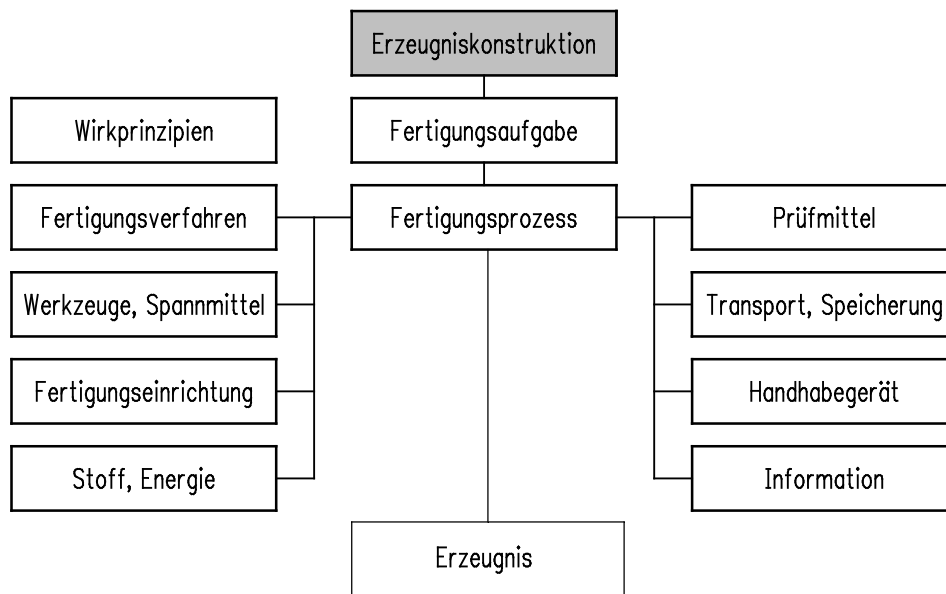


Abbildung 15 Aufgabenstellung in der Technologie

Aus der Erzeugnisentwicklung und -konstruktion leiten sich Fertigungsaufgaben für die Einzelteillfertigung und die Montage ab. Die Fertigungsaufgaben werden im Fertigungsprozess gelöst, der als Kernstück der Produktionstechnik angesehen werden kann. Für die meisten Fertigungsaufgaben kommen unterschiedliche Fertigungsverfahren in gesetzmäßiger Reihenfolge zum Einsatz. Die Verfahren, die auf den unterschiedlichen Wirkprinzipien beruhen, die sich auch in den Prozessarten widerspiegeln, sind durch ein Zusammenwirken von Werkzeug, Werkstück, Spannmittel sowie Mess- bzw. Prüfmitteln gekennzeichnet und werden auf Fertigungseinrichtungen ausgeführt. Wesentliche Teile der fertigungstechnischer Lösungen im Produktionssystem sind Stoffe, Energien und Informationen.

Der Fertigungsprozess umfasst damit die Gesamtheit der auf einen Arbeitsgegenstand bezogenen und aufeinander folgende Arbeitsvorgänge zur schrittweisen Veränderung der geometrischen Form, Abmessung, Oberflächenbeschaffenheit und Werkstoffeigenschaften durch Anwendung von Fertigungsverfahren. In einer Zeit ständig wachsender Automatisierung des Produktionsprozesses gewinnt die Information im technologischen Prozess eine immer größere Bedeutung. Für die Fertigung ist das der Einsatz entsprechender Hard- und Software. Für die Messungen während eines Prozesses sind entsprechende Komponenten der Sensortechnik und der Informationsbearbeitung zu entwickeln und zu betreuen. Im Gesamtprozess ist der Einsatz von geeigneten Informationssystemen zu realisieren, um den Prozess sicher zu machen. Damit kommt dem Informatiker eine immer wichtigere Rolle im Produktionsprozess zu.

Schwerpunkt der Technologie des Fertigungsprozesses ist die Fertigungsverfahrenstechnik. In folgender Übersicht sind die Hauptgruppen der Fertigungsverfahrenstechnik nach DIN 8580 dargestellt.

Einteilung der Fertigungsverfahren

Unter Fertigungsverfahren werden alle Verfahren verstanden, die zur Herstellung eines geometrisch bestimmten festen Körpers dienen.

Nach DIN 8580 werden die Fertigungsverfahren in 6 Hauptgruppen unterteilt:

- **Urformen**
- **Umformen**
- **Trennen**
- **Fügen**
- **Beschichten**
- **Stoffeigenschaft ändern**

Die Unterteilung in die Hauptgruppen kommt u.a. zu Stande durch die Fragestellungen:

- Was geschieht mit der Form des Körpers während der Fertigung?
- Wie wirkt sich die Fertigung auf den Stoffzusammenhalt aus?

Aus der folgenden Übersicht sind diese Zusammenhänge zu erkennen:

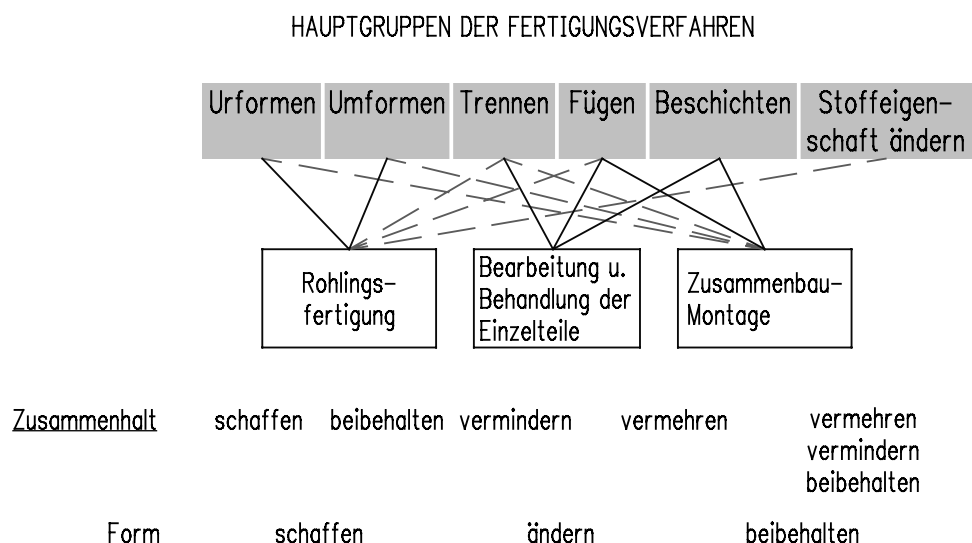


Abbildung 16 Hauptgruppen der Fertigungsverfahren

Aus dieser Übersicht ergeben sich die Definitionen der einzelnen Hauptgruppen. Dabei ist allerdings zu beachten, dass es auch zu Überschneidungen kommen kann, sodass es nicht möglich ist, jede Fertigungsart ganz eindeutig einer Hauptgruppe zuzuordnen. Auf mögliche Überschneidungen wird im folgenden nicht mehr eingegangen.

Zum besseren Verständnis sollte man sich beim Lesen der Definitionen der einzelnen Fertigungshauptgruppen Beispiele überlegen, die aus der Sicht der Fertigung der entsprechenden Gruppe zugeordnet werden können.

Urformen	ist das Fertigen eines festen Körpers aus formlosem Stoff durch Schaffen des Zusammenhalts.
Umformen	ist Fertigen durch bildsames (plastisches) Ändern der Form eines festen Körpers. Wichtig ist dabei, dass sowohl die Masse als auch der Zusammenhalt des Stoffes erhalten bleiben.
Trennen	ist Fertigen durch Ändern der Form eines festen Körpers, wobei der Zusammenhalt örtlich aufgehoben und damit die Masse vermindert wird.
Fügen	ist das auf Dauer angelegte Verbinden oder sonstige Zusammenbringen von zwei oder mehr Werkstücken geometrisch bestimmter fester Form oder von ebensolchen Werkstücken mit formlosen Stoff.
Beschichten	ist das Fertigen durch Aufbringen einer fest haftenden Schicht aus formlosen Stoff auf ein Werkstück.
Stoffeigenschaft ändern	ist Fertigen durch Verändern der Eigenschaften des Werkstoffes, aus dem ein Werkstück besteht.

Die Vielfalt der Verfahren zwingt zu einer weiteren Systematisierung, um eine Übersicht über die Verfahren zu bekommen bzw. behalten.

Überblick über die einzelnen Hauptgruppen

Die Fertigungshauptgruppen sind nach einer festen Systematik weiter unterteilt, wie später genauer erklärt wird. Auch neue Verfahren lassen sich in der Regel in dieses System einbinden. Wichtig ist zunächst, dass die Struktur erkannt wird, sodass spezielle Verfahren richtig zugeordnet werden können.

Urformen

Nach der Definition wird aus einem formlosen Stoff eine Erstform geschaffen. Das dabei entstehende Produkt kann die Vorstufe für weitere Bearbeitungsschritte sein (z.B. Blöcke, Stränge, die weiter gewalzt oder geschmiedet werden).

Soll die Formgebung nach dem Urformen bereits abgeschlossen sein, dann werden je nach Funktion des Teiles wesentlich höhere Anforderungen u.a.

- an die Genauigkeit,
- an die Oberflächenqualität und
- Formgenauigkeit

gestellt, die nicht jedes Verfahren erfüllen kann.

Der **Vorteil** ist jedoch, dass auf kürzestem Wege preiswert ein Fertigprodukt entsteht, das äußerst verwickelte Formen haben und auf Grund der Eigenschaften des formlosen Ausgangsstoffes für die verschiedensten Beanspruchungen geeignet sein kann.

Der formlose Stoff als Ausgangsstoff für das Urformen kann sehr unterschiedlich beschaffen sein. Vielleicht wird an das Gießen gedacht? Da wäre der Ausgangsstoff flüssig. Betrachtet man das Betonieren, so ist der Ausgangsstoff breiig. Es können Metalle, Kunststoffe, Keramikmassen o.ä. als Ausgangsstoff verarbeitet werden.

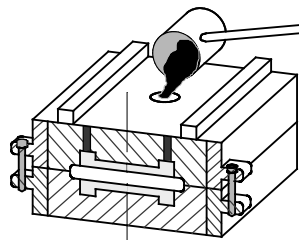
Ist der Ausgangsstoff körnig oder pulverförmig - das Sintern ist ein Beispiel dafür! -, entsteht eine weitere Untergruppe, die der weiteren Systematisierung dienen kann.

Liegt der Ausgangsstoff in **gasförmigen** oder **dampfförmigen** Zustand vor, dann handelt es sich um eine dritte Untergruppe.

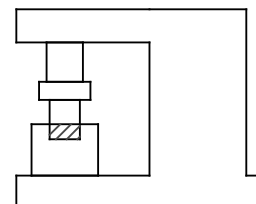
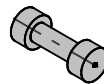
Eine weitere Möglichkeit besteht darin, durch **elektrolytisches Abscheiden** (Galvanoplastik) neue Formen zu schaffen.

Das Urformen wird in folgende Untergruppen unterteilt:

- Urformen aus dem flüssigen Zustand
- Urformen aus dem plastischen Zustand
- Urformen aus dem breiigen Zustand
- Urformen aus dem körnigen oder pulverförmigen Zustand
- Urformen aus dem span- oder faserförmigen Zustand
- Urformen aus dem gas- oder dampfförmigen Zustand
- Urformen aus dem ionisierten Zustand



Gießen



Metallpulverpressen

Abbildung 17 Beispiele für Urformen

Umformen

Auf das Ausgangsmaterial wirkt eine Kraft, die im plastischen Bereich eine neue Form des Körpers ergibt, ohne dass sich die Masse oder der Stoffzusammenhalt ändern. Durch diese Umformung können die Werkstoffeigenschaften verbessert werden. Bei der Verarbeitung treten geringe Werkstoffverluste und geringe Fertigungszeiten auf.

Je nach der Art der Kraft, die auf diesen Körper wirkt, werden folgenden Untergruppen unterschieden:

- Druckumformen - DIN 8583 Teil I
- Zugdruckumformen - DIN 8584 Teil I
- Zugumformen - DIN 8585 Teil I
- Biegeumformen - DIN 8586
- Schubumformen - DIN 8587

Das Umformen kann warm (oberhalb der Rekristallisationstemperatur) oder kalt erfolgen. Als Beispiele lassen sich hier u.a. anführen das Freiformschmieden, das Walzen eines Bleches, das Tiefziehen von zylindrischen Teilen, das Drahtziehen oder das Verbiegen eines Flacheisens zu einem Winkel im Schraubstock. Natürlich sind das nur wenige Beispiele, die zunächst einen Einblick ermöglichen sollen.

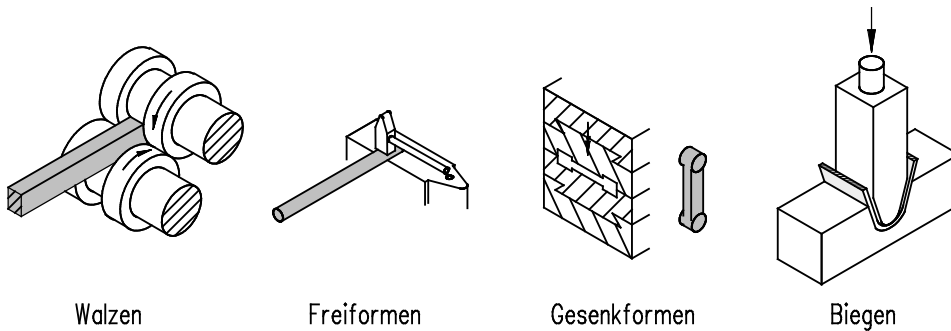


Abbildung 18 Beispiele für Umformen

Trennen

Das ist die im Maschinenbau bekannteste und am häufigsten angewendete Fertigungshauptgruppe, bei der am Werkstück der Stoffzusammenhalt aufgehoben wird und sich dadurch die Form ändert. Angewendet wird dieses Verfahren, wenn besondere Anforderungen an die Oberflächengenauigkeit oder die Fertigungsgenauigkeit gestellt werden oder wenn auf Grund der gehärteten Oberfläche eine andere Bearbeitung nicht mehr möglich ist.

Beim Trennen wird meist zuerst an das Spanen (Bohren, Drehen, Sägen, Schleifen u.a.) gedacht. Bereits hier muss unterschieden werden in

- **Spanen mit geometrisch bestimmter Schneide** (Drehen, Bohren, Fräsen u.a.) und
- **Spanen mit geometrisch unbestimmter Schneide** (Schleifen, Honen, Läppen u.a.; das Abtrennen der Teilchen erfolgt beim Spanen auf mechanischem Wege).

Zum Trennen gehören außerdem

- **das Zerteilen** (Schneiden, Reißen, Brechen, Spalten; benachbarte Teile eines Werkstückes werden voneinander getrennt, ohne dass formloser Stoff entsteht),
- **das Abtragen** (Thermisches, Chemisches, Elektrochemisches Abtragen; hier werden physikalisch-chemische Trennverfahren angewendet),
- **das Zerlegen** (Auseinandernehmen, Entleeren, Lösen kraftschlüssiger Verbindungen u.a.; vorher gefügte Teile werden ohne Zerstörung wieder getrennt) und
- **das Reinigen** (Mechanisches Reinigen, Lösemittelreinigen u.a.; hier werden unerwünschte Stoffe, die sich bei der Fertigung auf der Oberfläche abgesetzt haben, wieder entfernt).

Das Trennen wird in folgende Untergruppen unterteilt:

- Zerteilen - DIN 8588
- Spanen mit geometrisch bestimmten Schneiden - DIN 8589 Teil 0
- Spanen mit geometrisch unbestimmten Schneiden - DIN 8589 Teil 0
- Abtragen - DIN 8590
- Zerlegen - DIN 8591
- Reinigen - DIN 8592

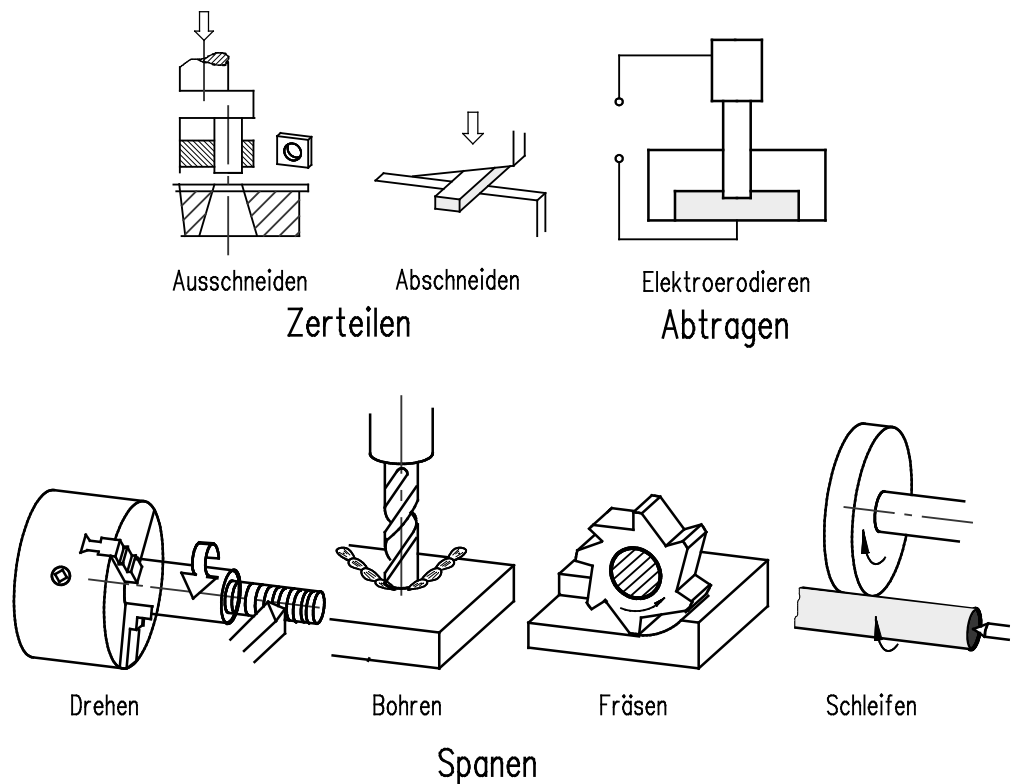


Abbildung 19 Beispiele für Trennen

Fügen

Viele Fertigprodukte bestehen aus den verschiedensten Einzelteilen, die von unterschiedlichsten Firmen zu fast beliebigen Zeiten kostengünstiger gefertigt werden können. Der Vorteil ist, dass einfachere, besser zu fertigende Einzelteile sich zu komplizierteren Konstruktionen zusammenfügen lassen. Dadurch kann auch der Transport erleichtert werden. Anzustreben ist die montagegerechte Gestaltung der Fügestellen und Fügeteile.

Beim Fügen werden zwei oder mehr Werkstücke geometrisch bestimmter Form verbunden. Es kann aber auch formloser Stoff zum Verbinden genutzt werden. Auf diese Weise wird der Stoffzusammenhalt geschaffen oder vermehrt. Das erfolgt durch:

- **Zusammensetzen** - DIN 8593 - Teil 1
Einlegen, Ineinanderschieben, Einhängen
- **Füllen** - DIN 8593 - Teil 2
Tränken einer elektrischen Wicklung
- **An- und Einpressen** - DIN 8593 - Teil 3
Verschrauben, Klemmen, Schrumpfen
- **Fügen durch Urformen** - DIN 8593 - Teil 4
Ausgießen, Kitten, Einbetten
- **Fügen durch Umformen** - DIN 8593 - Teil 5
Fügen durch Umformen drahtförmiger Körper oder Blechteile
- **Fügen durch Schweißen** - DIN 8593 - Teil 6
Schmelzverbindungs-schweißen

- **Fügen durch Löten** - DIN 8593 - Teil 7
Verbindungs-Hart- oder Weichlöten
- **Kleben** - DIN 8593 - Teil 8
Kleben mit verschiedenen Klebstoffen
- **Textiles Fügen** - DIN 8593 - Teil 9
Nähen von Textilien

Werden Bauteile miteinander verbunden, dann kann die Unterteilung auch nach konstruktiven Gesichtspunkten erfolgen:

- **kraftschlüssiges Verbinden**
- **formschlüssiges Verbinden**
- **stoffschlüssiges Verbinden**

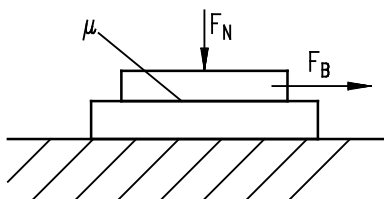


Abbildung 20 Kraftschluss

Kraftschluss liegt vor, wenn die Reibkraft größer ist als die Betriebskraft.

$$F_R > F_B$$

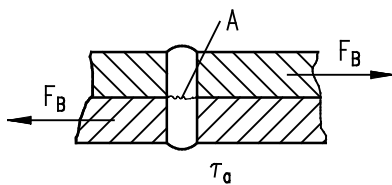


Abbildung 21 Formschluss

Formschluss liegt vor, wenn die Kraft zum Zerstören des gefährdeten Bauteiles größer ist als die Betriebskraft

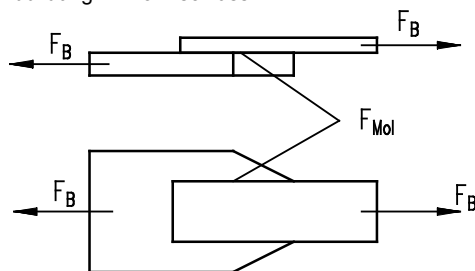
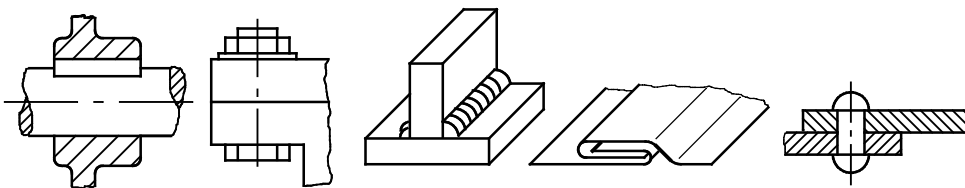


Abbildung 22 Stoffschluss

Stoffschluss liegt vor, wenn die Adhäsions- und/oder Kohäsionskräfte größer sind als die Betriebskräfte.



Keilen

Schrauben

Schweißen

Falzen

Nieten

Abbildung 23 Beispiele für Fügen

Beschichten

Wird ein formloser Stoff auf ein Werkstück gebracht, dann wird von Beschichten gesprochen. Tapezieren, Aufkleben von Furnieren u. Ä. gehören nicht dazu, weil die Schicht (Tapete; Furnier) nicht aus einem formlosen Stoff besteht. Damit zählen diese Beispiele zum Fügen.

Ziel des Beschichtens kann es sein, die Oberflächen zu schützen, Verschleiß- oder Gleiteigenschaften bzw. den optischen Eindruck oder die dekorative Wirkung des Werkstoffs zu verbessern.

Auch hier ist eine weitere Unterteilung in Abhängigkeit vom Ausgangsstoff der Schicht möglich:

- **Beschichten aus dem flüssigen Zustand** (Lackieren, Färben, Emaillieren u.a.)
- **Beschichten aus dem plastischen Zustand** (Spachteln)
- **Beschichten aus dem breiigen Zustand** (Verputzen)
- **Beschichten aus dem körnigen oder pulverförmigen Zustand** (thermisches Spritzen)
- **Beschichten durch Schweißen** (Schmelzauftragschweißen)
- **Beschichten durch Löten** (Auftraglöten)
- **Beschichten aus dem dampfförmigen Zustand** (Vakuumbedampfen)
- **Beschichten aus dem ionisierten Zustand** (Galvanisieren - Verchromen u.a.)

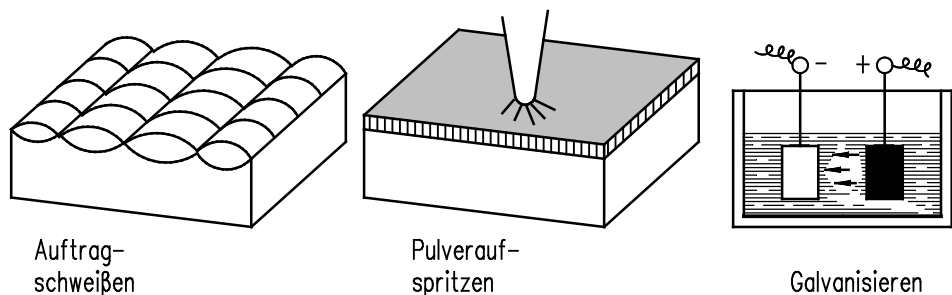
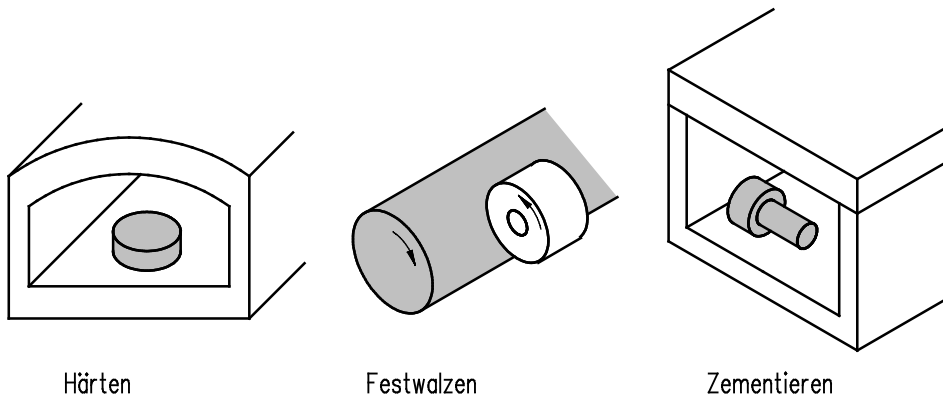


Abbildung 24 Beispiele für Beschichten

Stoffeigenschaft ändern

Für die spanende Bearbeitung eines Werkstückes ist es günstiger, wenn die Oberfläche nicht so hart ist. Wird das Werkstück eingesetzt, soll die Oberfläche aber widerstandsfähig und verschleißfest, der Werkstoff des Werkstückes zäh sein. Diese nachträglichen Änderungen der Stoffeigenschaften können erfolgen durch

- **Verfestigen durch Umformen** (Walzen, Schmieden u.a.)
- **Wärmebehandeln** (Härten, Vergüten, Anlassen u.a.)
- **Thermomechanisches Behandeln** (Austenitformhärten u.a.)
- **Sintern, Brennen**
- **Magnetisieren**
- **Bestrahlen**
- **Fotochemische Verfahren** (Belichten)



Härten

Festwalzen

Zementieren

Abbildung 25 Beispiele für Stoffeigenschaft ändern

Im Folgenden werden einige ausgewählte Verfahren der Fertigungstechnik genauer vorgestellt.

Verfahren der spanenden Formung

Grundlage aller spanenden Formgebungsverfahren ist die Spanbildung an der Werkzeugschneide und die Verschleißfestigkeit des Schneidstoffes. Die Effektivität der heutigen Fertigung wird durch folgende Faktoren bestimmt, die innovative Entwicklungstrends beinhalten

- Entwicklung und Weiterentwicklung von Feinstkornhartmetallen und -keramiken, die Korngrößen bewegen sich bis in den Nanometerbereich
- Weiterentwicklung der Beschichtungstechnik von Werkzeugen
- Weiterentwicklung der hochharten Schneidstoffe synthetischer Diamant und kubisches Bornitrid, Einsatzbereiche auch beim Fräsen
- Einsatz bindungsfreier Schleifkörper zur Feinstbearbeitung
- Einsatz neuer Maschinengenerationen für die HSC-Bearbeitung (High speed cutting)
- Laserunterstützte Warmzerspanung bei schwer spanbaren Werkstoffen
- Ultraschallunterstütztes Spanen und Umformen
- Verfahrenssubstitution des Schleifens durch die Hartzerspanung mit hochharten Schneidstoffen
- Trockenbearbeitung bzw. mit reduziertem Kühlschmiermitteleinsatz
- Entwicklung von intelligenten Werkzeugen und Maschinen
- Entwicklung und Einsatz neuer Sensoren (optoelektronisch, piezoelektrisch)
- Einsatz von neuen Konstruktionswerkstoffen wie Magnesium und Vermikularguss
- Die ständig höheren Forderungen an die Genauigkeit der Fertigung bedingen eine Inprozessmessung, höhere Positioniergenauigkeiten und einen sicheren Prozess

Viele der genannten Faktoren berühren die Tätigkeitsbereiche und Einsatzfelder des Informatikers direkt. Der Informatiker ist in die Prozesse der Fertigung direkt eingebunden. Damit werden von ihm zunehmend Kenntnisse vom jeweiligen Prozess verlangt. Zunehmen werden Probleme der Fertigung bereits in der Entwicklung gelöst. Moderne CAD-Programme ermöglichen Konstruktionen, in die bereits die Programmierung für die Werkzeugmaschine integriert ist.

Die wichtigsten spanenden Verfahren sind im Folgenden kurz dargestellt.

Drehen

Unter Drehen versteht man Spanen mit einem einschneidigen Werkzeug zur Herstellung rotationssymmetrischer Werkstücke, wobei das Werkstück die Hauptbewegung (Schnittbewegung) ausführt und das Werkzeug die Vorschub- und die Zustellbewegung realisiert. Mit dem Verfahren Drehen ist es möglich neben Zylindern und Flächen auch Kegel, Formen und Gewinde zu fertigen.

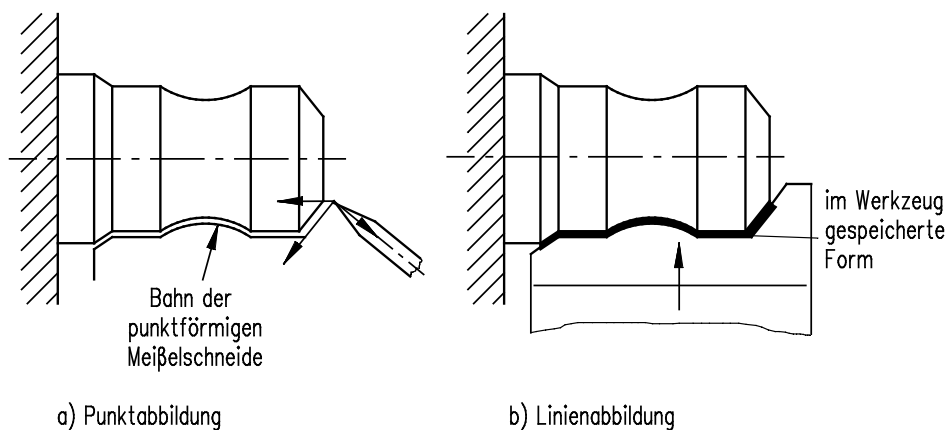


Abbildung 26 Punkt- und Linienabbildung beim Drehen

Als Drehwerkzeuge kommen Drehmeißel und Wendeschneidplattenhalter mit unterschiedlichen Schneidstoffen (Schnellarbeitsstahl, Hartmetalle, Cermets, Keramik, Diamant und kubisches Bornitrid) zum Einsatz.

Die klassische Zug- und Leitspindeldrehmaschine ist heute die Ausnahme in der industriellen Fertigung. Selbst in der Werkstattfertigung ist sie durch unterschiedliche Arten der Revolverdrehmaschine verdrängt. Für die moderne Fertigung spielen heute fast ausschließlich Drehautomaten eine Rolle. Hier ergibt sich eine große Vielfalt die Bauarten betreffend.

So kann man grundsätzlich in **Futterdrehautomaten** und **Stangendrehautomaten** unterscheiden. Futterdrehautomaten besitzen zum Spannen des Werkstückes eine Aufnahme, in der dieses von Hand oder automatisch gespannt wird. Beim Stangendrehautomaten wird das Material durch die Hauptspindel zugeführt und gespannt. Je nachdem ob das Stangenmaterial von einer oder mehreren Spindeln zugeführt wird, spricht man von Einspindel- oder Mehrspindelautomaten. Das zugeführte Stangenmaterial kann mehrere Meter lang sein.

Ein anderes Unterscheidungsmerkmal der Drehautomaten ist die Art der Steuerung. Man findet kurvengesteuerte, hydraulische, elektrohydraulische und NC-Steuerungen. Die Einsatzart ist sehr stark von der Stückzahl, bzw. der Losgröße abhängig. Für die Massenproduktion ist der Einsatz kurvengesteuerter Drehautomaten wirtschaftlicher als die Fertigung auf NC-gesteuerten Maschinen.

Durch den Einsatz von Zusatzeinrichtungen wie Gewinderoll- oder Gewindefräseinrichtungen, Kopiereinrichtungen, Excenter- und Mehrkantdrehvorrichtungen lassen sich fertigungstechnisch auf den Drehautomaten sehr vielseitige Bearbeitungsaufgaben lösen. In der modernen Fertigung wird zudem die klassische Werkzeugmaschine durch das Bearbeitungszentrum oder die Transferstraße abgelöst. Auf diese Form der Technologie wird später ausführlich eingegangen

Fräsen

Unter Fräsen versteht man das Spanen mit meist mehrschneidigen Werkzeugen zur Erzeugung ebener oder gewölbter Flächen, wobei das Werkzeug eine drehende Hauptbewegung und das Werkstück meist die Vorschubbewegung ausführt. Die Werkzeugschneiden sind dabei meist nicht ständig im Eingriff. Man unterscheidet folgende Fräsverfahren:

- Umfangsfräsen (Fertigung ebener, gewölbter oder geneigter Flächen)
- Umfangsstirnfräsen (Herstellung ebener und geneigter Flächen, sowie Flächen mit senkrechten oder winkligen Absätzen)
- Formfräsen (Fertigung von Nuten, Gesenken, Turbinenschaufeln, Gehäusen)
- Gewindefräsen (Herstellung von Außen- und Innengewinden verschiedener Art)
- Zahnradfräsen (Fertigung von Verzahnungen aller Art)

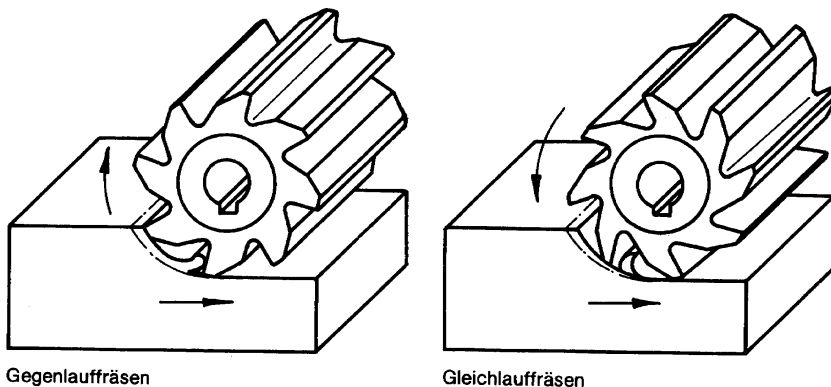


Abbildung 27 Umfangsplanfräsen - Gegenlaufplanfräse/Gleichlaufplanfräse

Fräswerkzeuge gibt es in einer großen Vielfalt. Die Formenvielfalt erstreckt sich über Walzenfräser, Walzenstirnfräser, Fräsköpfe, Scheibenfräser und Schaftfräser. Bei den eingesetzten Schneidstoffen reicht sie vom massiven Fräser aus Schnellarbeitsstahl über Vollhartmetallfräser bzw. Fräser mit Hartmetallschneiden bis zum wendeschneidplattenbestückten Fräs Werkzeug. Die größten Zeitspannvolumina werden mit hartmetallbestückten Fräsköpfen erreicht.

Zunehmend kommen aber auch Fräswerkzeuge mit hochharten Schneidstoffen zum Einsatz. Eine sehr hohe Produktivität wird beim Fräsen mit polykristallinem Diamant erreicht. Um hier eine höhere Zähigkeit des Schneidstoffs zu erreichen, werden Wendeschneidplatten aus Hartmetallträgermaterial mit Diamant beschichtet.

Fräsmaschinen können wie folgt unterteilt werden:

- Waagrechtfräsmaschinen (Waagrechte Anordnung der Hauptspindel)
- Senkrechtfräsmaschinen (Senkrechte Anordnung der Hauptspindel)
- Universalfräsmaschinen (Senkrechte und waagrechte Hauptspindel)
- Kopierfräsmaschinen (Bearbeitung von zwei- und dreidimensionaler Formen)
- Fräswerke (Kombinierte Bearbeitungsmöglichkeiten)
- CNC-Fräsmaschinen

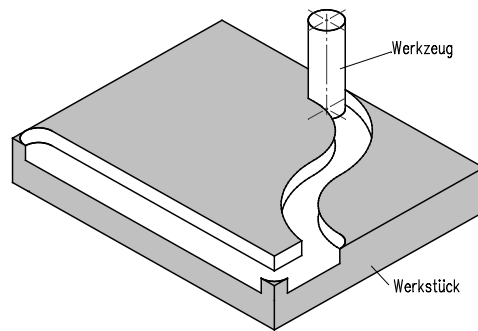


Abbildung 28 Stirnfräsen

Von der klassischen Fräsmaschine heben sich die Fräswerke und die CNC-Fräsmaschinen ab. Auf Fräswerken, die mit den Bearbeitungszentren beim Drehen vergleichbar sind können Fräs-, Bohr-, Schleif- und Hobelarbeiten durchgeführt werden. Die für die industrielle Fertigung wichtigste Maschinengruppe sind die CNC-Fräsmaschinen, die auch in der Bauart Fräs- und Bohrmaschine ausgeführt ist. Die wichtigsten Merkmale dieser Maschinengruppe sind:

- Antrieb der Arbeitsspindel mit einem Drehstrommotor
- Einzelantrieb der Tischspindeln mit Gleichstrommotoren
- Spielfreier Kugelgewindetrieb zur Bewegung des Maschinentisches
- Wälzkörpergelagerte Schlittenführungen mit kunststoffbeschichteten Gleitbahnen
- Separates digitales Wegmesssystem für jede Achse des Maschinentisches
- Mikroprozessorsteuerung für 3D-Bahnsteuerung
- Bedienpult mit Programmierastatur, Betriebsartenwahlschalter und Bildschirm
- Elektronisches Handrad zum manuellen Bewegen des Maschinentisches
- V24-Schnittstelle für externe Programmierung
- Werkzeugmagazin und Werkzeugwechselsysteme
- Gekapselter Arbeitsraum

Mit werkstattprogrammierbaren Steuerungen lässt sich mit modernen CNC-Fräsmaschinen auch eine wirtschaftliche Bearbeitung von Einzelteilen, Prototypen und Kleinserien durchführen.

Schleifen

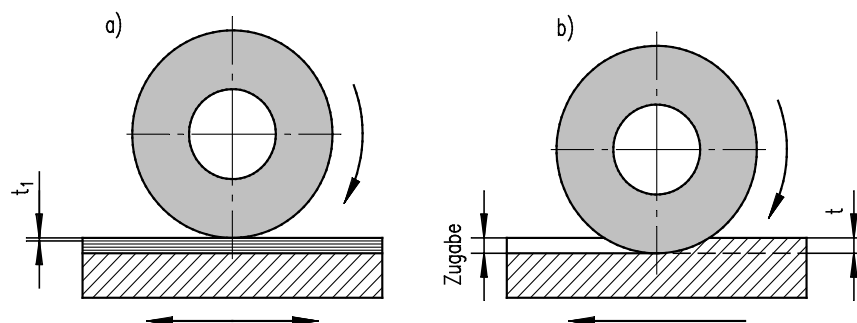


Abbildung 29 Schleifen: a) Pendelschleifen,

b) Vollschnitt-Schleifen

Schleifen ist ein Spanen mit einem vielschneidigen Werkzeug. Die Schneidengeometrie ist geometrisch unbestimmt, d.h. Anzahl, Lage und Form der einzelnen Schneiden ändern sich. Das Werkzeug, der Schleifkörper, besteht aus einer Vielzahl durch ein **Bindemittel** gebundener Schleifkörner des entsprechenden **Schleifmittels**. Neben dem Bindemittel sind auch Hohlräume (Poren) Bestandteil des Schleifkörpers. Das

Schleifen dient in den meisten Fällen der Verbesserung von Maß, Form und Oberflächengüte.

Die wichtigsten Schleifmittel sind:

- Elektrokorund (Bearbeitung von Stahlwerkstoffen)
- Siliziumkarbid (Bearbeitung von Grau- und Hartguss, Aluminium, silikatischen Werkstoffen, Hartmetall)
- Diamant (Bearbeitung von silikatischen Werkstoffen, Hartmetallen, Kunststoffen)
- kubisches Bornitrid (Bearbeitung von gehärteten Stählen)

Die wichtigsten Bindemittel sind:

- keramische Bindemittel (Schleifkörper für die Bearbeitung metallischer Werkstoffe)
- silikatische Bindemittel (für große Kontaktflächen, kühler Schliff)
- metallische Bindemittel (Schleifkörper mit Diamant und kubischem Bornitrid für schwer spanbare Werkstoffe wie Hartmetalle und Keramiken)
- Kunstharzbindungen (Schrupp- und Trennschleifarbeiten)

Wesentliche Eigenschaften des Schleifkörpers werden durch seine Härte bestimmt, die eine Aussage über die Fähigkeit ist, das Korn in der Bindung zu halten. Durch die Härte wird in Abhängigkeit von den Schleifkräften das Herausbrechen des stumpfen Schleifkorns beeinflusst und so der Selbstschärfeeffekt des Schleifkörpers bestimmt. Der Schleifprozess wird durch eine Reihe von Faktoren charakterisiert, die das Verfahren gegenüber den anderen Fertigungsverfahren abgrenzt.

Zu nennen sind:

- Schleifkörperumfangsgeschwindigkeiten von 100 m/s, in der Forschung bis 200 m/s
- Hohe erreichbare Zeitspanvolumen und hohe Fertigungsgenauigkeiten
- Schleiftemperaturen, die eine Bearbeitung ohne Kühlmittel nicht möglich machen

Daraus leiten sich Forderungen an die Werkzeugmaschine und die Fertigungsbedingungen ab, die für die unterschiedlichen Schleifverfahren auch eine unterschiedliche Wichtung besitzen. Schleifverfahren lassen sich nach folgenden Kriterien unterscheiden:

- Außen- und Innenbearbeitung
- Art des verwendeten Schleifwerkzeuges (Umfangsschleifen, Stirnschleifen)
- Art der Vorschubbewegung (Längs- oder Einstechschleifen)
- Art der Fertigungsaufgabe

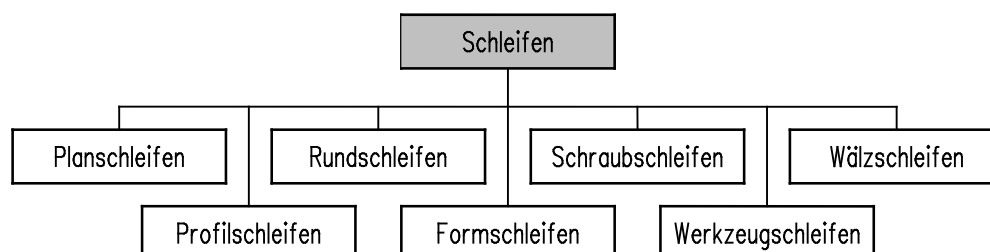


Abbildung 30 Einteilung der Schleifverfahren

Die Planschleifverfahren lassen sich weiter in Planumfangs- und Planstirnschleifen und die Rundschleifverfahren in Außen- und Innenrundsleifen unterteilen. Eine weitere Unterteilungsmöglichkeit der Rundschleifverfahren ergibt sich aus der Bearbeitung in einer festen Werkstückspannung (z.B. zwischen Spitzen) und dem spitzenlosen Rundschleifen. Beide Verfahrensvarianten sind für das Innen- und Außenrundsleifen möglich. Das spitzenlose Rundschleifen hat besonders für die Massenproduktion eine große Bedeutung, weil hier eine sehr hohe Produktivität durch den hohen Automatisierungsgrad erreicht wird.

Die Vielseitigkeit des Schleifens drückt sich auch in der Vielfalt der eingesetzten Werkzeugmaschinen aus. Neben den Universalrundsleifmaschinen gibt es praktisch für jedes andere Verfahren spezielle Werkzeugmaschinen, die die Besonderheit des einzelnen Verfahrens berücksichtigt. Genannt seien Gewindeschleifmaschinen, Wälzschleifmaschinen, Profilschleifmaschinen, Werkzeugschleifmaschinen und Innenrundsleifspindeln, die als Teile von Bearbeitungszentren zum Einsatz kommen. Schleifmaschinen werden heute als traditionelle von Hand bediente Werkzeugmaschine eingesetzt. In der industriellen Anwendung im Produktionsprozess hat sich jedoch die CNC-gesteuerte Schleifmaschine durchgesetzt.

Honen

Beim Honen kommt wie beim Schleifen ein Werkzeug mit gebundenem Korn zum Einsatz. Die Werkstückoberfläche wird bei ständiger Flächenberührung spanend bearbeitet, um eine Verbesserung der Maß- und Formgenauigkeit und der Oberflächen-güte zu erreichen. Die Bearbeitungszugaben beim Honen liegen bei 0,05 ... 0,1 mm, die Bearbeitungsdurchmesser im Bereich von 2 ... 1200 mm, Bearbeitungslängen beim Honen sind bis 20 m möglich. Bei den Verfahrensvarianten unterscheidet man in Langhubhonen (auch als Zieh schleifen bekannt) und Kurzhubhonen (Feinhonen, Superfinish, Feinzieh schleifen, Schwingschleifen). Ähnlich wie beim Schleifen kommen als Kornwerkstoffe Siliziumkarbid, Korund, Diamant und Kubisches Bornitrid zum Einsatz. Die beim Honen erreichbaren Oberflächengüten liegen im Bereich $R_z = 0,0002 \dots 0,0005$.

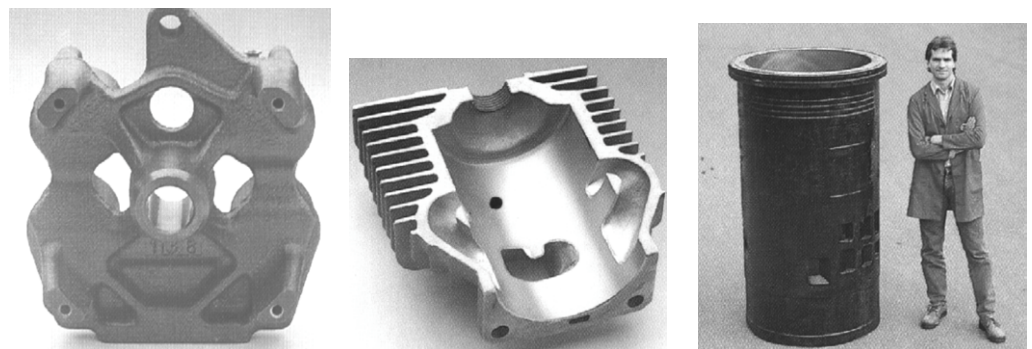


Abbildung 31 Typische Werkstücke, die durch Honen bearbeitet wurden
(Quelle: Werksfoto Fa. Gehring, Ostfildern)

Honmaschinen sind mit automatischen Messsteuerungen versehen, die den Honvorgang beim Erreichen des Fertigmaßes abbrechen. Die Messungen werden entweder mit einer pneumatisch arbeitenden Messeinrichtung oder einer elektronischen Tastmesseinrichtung ausgeführt. Die pneumatische Messung ist ein berührungsloses Messverfahren auf dem Prinzip Düse-Prallplatte, das elektronische Abtasten mit einer Diamantnadel beruht auf dem bekannten Tastschnitt-Prinzip. Eine elektronische Maß- und Formsteuerung ermöglicht eine Hublängen- und Hublagenverstellung, sodass Abweichungen von 0,0002 mm von der Rundheit und der Zylinderform automatisch korrigiert werden.

Läppen

Läppen ist ein Feinbearbeitungsverfahren, bei dem Werkstücke mit großer Form- und Maßgenauigkeit und hoher Oberflächengüte gefertigt werden können. Im Gegensatz zum Schleifen und Honen handelt es sich beim Läppen um ein Verfahren mit losem Korn, das in einer Läppflüssigkeit eingebettet ist. Geläppt werden können nahezu alle Werkstoffe wie Metalle, Keramiken, Rohgläser, Naturstoffe und sonstige Hartstoffe. Ein wichtiges Anwendungsgebiet hat sich mit der Halbleitertechnik eröffnet. Die beim Läppen erreichbaren Grenzwerte sind in folgender Tabelle zusammengefasst.

Parameter	Grenzwert
Ebenheit	
• Maschinenbau	0,001 ... 0,003 mm/m
• Feinmechanik, Optik	0,001 mm/m
• Messgeräte	0,0002 mm/m
Planparallelität	0,0003 mm/m
Maßgenauigkeit	0,001 mm/m
Oberflächengüte	
• Maschinenbau	$0,002 < R_z < 0,004 \text{ mm}$
• öl- und dampfdichte Flächen	$0,0002 < R_z < 0,0005 \text{ mm}$
• Endmaßqualität	0,00003 mm

Abbildung 32 Erreichbare Grenzwerte beim Läppen

Als Läppmittel werden Siliziumkarbid, Edelkorund, Borkarbid, Diamant und kubisches Bornitrid eingesetzt. Als Läppflüssigkeit wird Petroleum, Öl, Terpentin, Benzin, Benzol, Sodawasser und Wasser verwendet. Die wichtigsten Vorteile des Läppens sind:

- Die meisten Werkstücke werden ohne Einspannung geläppt.
- Vor- und Feinbearbeitung kann in einem Zyklus ausgeführt werden.
- Die Bearbeitung kleiner zerbrechlicher Teile mit einer Dicke kleiner als 0,1 mm (Bearbeitung von Scheiben aus Silizium oder Germanium) ist genauso gegeben wie die Feinbearbeitung von Dichtflächen an großen Maschinenteilen.
- Geläppte Oberflächen zeigen keinen Wärme- oder Spannungsverzug.

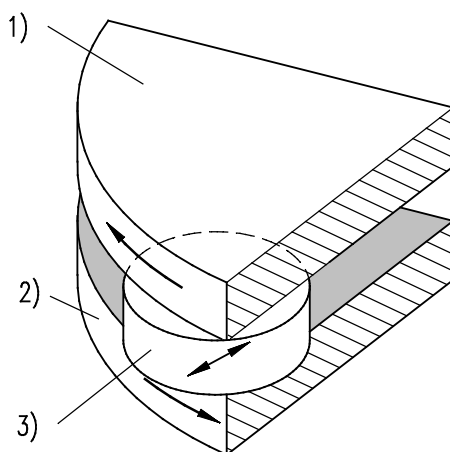


Abbildung 33 Prinzip des Flächenläppens

Es werden unterschiedliche Verfahren unterschieden:

- das einseitige Flachläppen,
- das zweiseitige Planparallel-Läppen (s. nebenstehende Abbildung) und
- das Außen- und Innenrundläppen
- Sonderläppverfahren

In der nebenstehenden Abbildung wird das Planparallel-Läppen dargestellt mit

1. oberer Läppscheibe,
2. unterer Läppscheibe und
3. Werkstück.

Als Werkzeuge werden Läppscheiben, Läppplatten und Läppdorne mit Läpphülsen aus Sondergusseisen, Kupfer oder Weichmetall eingesetzt. Als Läppmittel wird eine Schleifpaste mit feinsten Körnung und Hilfsstoffen (Öl, Petroleum, Wasser) benutzt.

Die am häufigsten eingesetzten Verfahren sind das ein- und beiderseitige Planläppen. Als Einflussfaktoren auf das Läppergebnis wirken Maschine, Läppplatte, Läppmittel, Werkstückwerkstoff, Läppdauer und Läppdruck. Läppkorn und Läppflüssigkeit bilden zwischen dem Läppwerkzeug (Läppplatte) und dem Werkstück einen Läppfilm.

Das Abspannen beim Läppen erfolgt durch zwei gleichzeitig ablaufende Vorgänge. Einerseits werden die Läppkörner in die Oberfläche der Läppplatte gedrückt und von ihr festgehalten, sodass durch die Relativbewegung zwischen Werkstück und Läppplatte ein Spanen erfolgt. Andererseits rollen die frei beweglichen Läppkörner zwischen Läppplatte und Werkstück und verformen und verfestigen so die Werkstückoberfläche. Übersteigt der Verformungswiderstand die Trennfestigkeit des Werkstoffs, brechen auch Teilchen aus der Oberfläche heraus.

Ein Verfahren, das schon seit mehr als 50 Jahren die Präzisionsfertigung bestimmt, ist das Läppen von Parallelendmaßen (quaderförmige Messblöckchen). Die beim Läppen auf einer Zweiseibenläppmaschine erreichten Genauigkeiten sind seit Jahrzehnten bestimmend für erreichbare Grenzwerte in der Fertigungstechnik. Parallelendmaße dienen als Maßverkörperungen in vielen Fällen dazu hochgenaue Messgeräte zu eichen. Heute werden diese Genauigkeiten auf die Fertigung von Halbleiterbauelementen übertragen. Daraus leitet die Bedeutung des Läppverfahrens ab.

Die wichtigste Maschinenart ist die Zweiseibenläppmaschine. Sie besitzt eine obere und eine untere Arbeitsscheibe, wobei die obere Scheibe pneumatisch die Belastung auf die untere Scheibe steuert. Die Werkstücke liegen in Aussparungen einer Werkstückaufnahme, die sich auf der unteren Scheibe befindet. Beide Scheiben werden gegenläufig angetrieben, zusätzlich erfolgt ein Antrieb der Werkstückaufnahme. Moderne Läppmaschinen sind mit einer speicherprogrammierbaren Steuerung ausgestattet, eine elektronische Kraftmesseinrichtung garantiert reproduzierbare Bearbeitungsergebnisse. Die Läppscheiben besitzen Abmessungen von 800 ... 1300 mm Durchmesser.

Abtragende Fertigungsverfahren

Die Leistungsfähigkeit der spanenden Verfahren wird durch die mechanischen Eigenschaften der Werkstückwerkstoffe und die komplizierten geometrischen Formen der Werkstücke begrenzt. Hier ergänzen in vielen Fällen die abtragenden Verfahren die Bearbeitung, wobei nicht durch einen mechanischen Trennvorgang, sondern durch physikalische oder chemische Vorgänge ein Werkstoffabtrag erfolgt.

Die abtragenden Fertigungsverfahren lassen sich unterteilen in:

- Thermisches Abtragen
- Chemisches Abtragen
- Elektrochemisches Abtragen

Die wichtigsten abtragenden Fertigungsverfahren sollen im Folgenden kurz skizziert und ihre wichtigsten Einsatzgebiete genannt werden.

Funkenerosion

Die Funkenerosion beruht auf elektrischen Entladevorgängen zwischen zwei Elektroden (Werkzeug und Werkstück) in einem Arbeitsmedium (Dielektrikum). Es kommt zu einem Abtragvorgang durch räumlich und zeitlich voneinander getrennte, nicht stationäre Entladungen. Bei der Funkenerosion stehen thermische Mechanismen im Vor-

dergrund. Die Oberfläche ist durch kraterförmige Ausbildungen gekennzeichnet. Es können Gefügeveränderungen, Mikrorisse sowie Spannungen in der Randzone auftreten. Die Anlage einer Funkenerosionsmaschine besteht aus:

- Impulsgenerator
- Regeleinrichtung
- Maschine
- Aggregat für das Arbeitsmedium

Die funkenerosiven Verfahren können unterteilt werden in das funkenerosive Senken und das funkenerosive Schneiden. Beim **funkenerosiven Senken** wird die Form der Werkzeugelektrode im Werkstück abgebildet. Beim **funkenerosiven Schneiden** können mit einer ablaufenden Drahtelektrode feinste Schnitte bis zu Drahtdurchmessern von 0,03 mm ausgeführt werden.

Die Prozesssteuerung und Prozessüberwachung erfolgt durch integrierte Prozessreglungs- und Prozessüberwachungseinrichtungen. Dabei werden vom Prozessrechner Sensorsignale verarbeitet und die Maschine gesteuert. Wichtiges Merkmal der Funkenerosion ist das Verschleißverhältnis des weichen Werkzeugmaterials (Kupfer) zum harten Werkstückwerkstoff. Dieser Wert liegt zwischen 1 und 25.

Beschreibung des Verfahrens

Den Vorgang der Funkenerosion zeigen die folgenden Abbildungen:

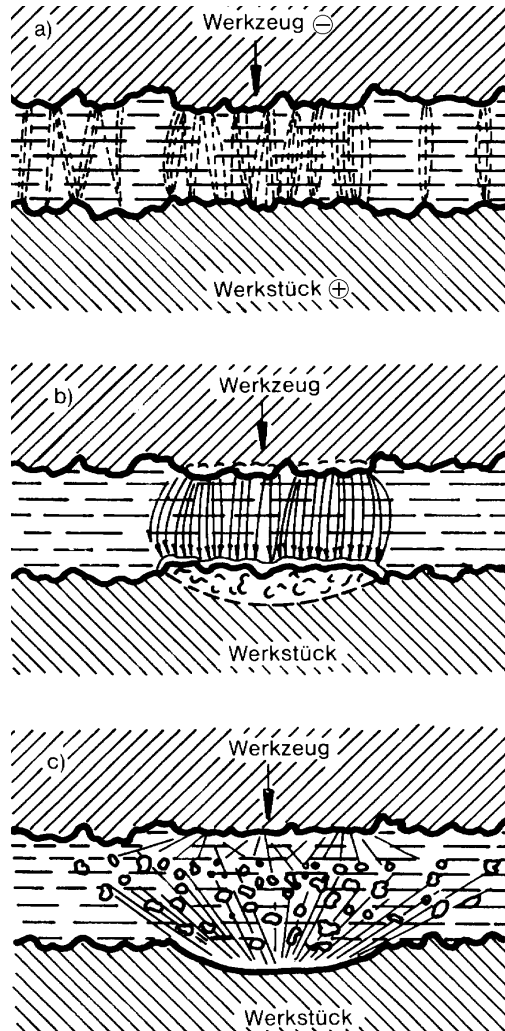


Abbildung 34 Vorgänge bei der Funkenerosion

- Werkstück ist Anode (+), Werkzeug ist Katode (-); zwischen beiden fließt eine Flüssigkeit, das Dielektrikum.
- Arbeitsspannung 80 bis 250 V.
- Elektrisches Feld baut sich auf, die Spannung steigt!
- An Stellen geringsten Abstandes ist die elektrische Feldstärke am größten. Hier konzentrieren sich im Dielektrikum schwebende, leitende Partikel und Ionen: Dadurch entsteht eine leitende Brücke!
- Aus der negativ geladenen Katode treten Elektronen aus und werden mit hoher Geschwindigkeit in Richtung Anode beschleunigt. Auf dem Wege dahin erfolgt vielfach ein Zusammenstoß mit neutralen Teilchen; diese werden in elektrisch positiv und negativ geladene Teilchen aufgespalten (Stoßionisation!). Es bildet sich ein Entladekanal!

- Es erfolgt ein Spannungsdurchschlag, Strom fließt! Der Strom erreicht seinen Spitzenwert, die Spannung sinkt auf die Entladespannung (15 - 30 V) ab!
- Die Temperatur steigt. Örtlich werden 10.000 °C erreicht. An der Durchschlagstelle bildet sich ein Brennfleck, in dem der Werkstoff verflüssigt wird und zum Teil verdampft. Durch die Hitze verdampft auch das Dielektrikum; im Entladekanal wächst der Druck, die Dampfblase dehnt sich aus und reißt dabei Materialteilchen aus dem Brennfleck.
- Die elektrische Spannung und der Strom werden auf Null gesetzt; dadurch endet der Funkenüberschlag, die Gasblase implodiert.
- Das nunmehr wieder flüssige Dielektrikum transportiert die herausgerissenen Materialteilchen ab.

Damit ist der Vorgang beendet; der nächste Entladevorgang wird in gleicher Weise ablaufen. Die Frequenz der aufeinander folgenden Funkenentladungen liegt zwischen 20.000 und 40.000 Vorgängen pro Sekunde; dabei dauert ein Vorgang ca. 10.....50 µs.

Die bei diesem Vorgang verwendete Flüssigkeit, das **Dielektrikum**, sollte folgende **Eigenschaften** besitzen:

- möglichst geringe elektrische Leitfähigkeit
- Düninflüssigkeit
- Filtrierfähigkeit
- Siedepunkt nicht zu tief
- schwer entflammbar
- gesundheitsunschädlich

Die wichtigsten Anwendungsgebiete des funkenerosiven Senkens liegen im Werkzeug und Formenbau (Gesenke, Spritzgusswerkzeuge, Schneidwerkzeuge). Die erreichbaren Genauigkeiten liegen bei 0,1 mm. Aber auch in der Mikrobearbeitung spielt das funkenerosive Senken zunehmend eine Rolle. So können Mikrodurchbrüche für die Spritzdüsen eines Tintenstrahldruckers, Mikroventile oder Kühlbohrungen in Turbinenschaufeln so hergestellt werden. Auch das funkenerosive Schneiden wird im Werkzeugbau zum Herstellen der Durchbrüche bei Schnittwerkzeugen sowie von Extrudier- und Strangpresswerkzeugen eingesetzt. Weitere Anwendungsgebiete sind die Fertigung von Scherköpfen von Rasierapparaten und die Herstellung von Spinn-düsen.

Elektrochemisches Abtragen

Das elektrochemische Abtragen beruht auf der anodischen Auflösung eines als Anode polarisierten metallischen Werkstoffs in einem elektrisch leitenden Medium (Elektrolyt). Elektrochemische Senkanlagen bestehen aus der Maschine, dem Generator und der Elektrolytversorgung. Die Vorschubeinheit der Maschine muss für eine gleichmäßige Vorschubgeschwindigkeit sorgen, da zwischen beiden Elektroden ein gleichmäßiger Arbeitsspalt garantiert sein muss.

Das Hauptanwendungsgebiet für das elektrochemische Senken ist der Turbomaschinenbau. Vor allem die Bearbeitung von hochwarmfesten Werkstoffen wie Legierungen auf Kobalt-, Nickel- und Titanbasis müssen als Schwerpunktanwendungen gesehen werden. Ein weiterer Anwendungsfall ist die Bearbeitung von Schiffsdiesel-Einspritzsystemen. In jüngster Zeit hat sich auch die elektrochemische Endbearbeitung funkenerosiv vorbehandelter Teile bewährt. Einmal kann hier die Zeit für die Feinbearbeitung verkürzt andererseits das thermisch geschädigte Material abgetragen

werden, denn bei der elektrochemischen Bearbeitung tritt keine Schädigung des Werkstoffes auf.

Bearbeitung mit Hochleistungslasern

Die zu Beginn der 60er Jahre entwickelte Lasertechnik hat sich neben ihrem Einsatz zu Messzwecken sehr schnell in der industriellen Fertigungstechnik zur Materialbearbeitung durchgesetzt. Die wichtigsten Anwendungsgebiete liegen im Bereich Schneiden, Schweißen, Bohren und Randschichtbearbeitung hochbeanspruchter Bauteile.

In der Fertigungstechnik kommen Excimerlaser zum Abtragen und Ritzen, YAG-Laser zum Bohren, Feinschweißen und zur Oberflächenbehandlung sowie CO₂-Laser zum Trennen, Schweißen, Bohren und zur Oberflächenbehandlung zum Einsatz.

Als Anwendungsbereiche wird das Laserstrahlschneiden in der Automobilindustrie zur Karosserieprototypenherstellung, zum Ausschneiden filigraner Bauteile, Herstellung von Durchbrüchen eingesetzt. Laserstrahlabtragen und -strukturieren wird im Werkzeug- und Formenbau besonders bei der Herstellung schmaler Stege und Schlitze, zum Texturieren von Arbeitswalzen zur Blechherstellung und zum Einbringen definierter Strukturen auf Kontaktflächen zur Verbesserung von deren tribologischen Eigenschaften eingesetzt.

Ein relativ junges Einsatzgebiet ist das laserunterstützte Warmzerspanen hochfester metallischer und vor allem keramischer Werkstoffe. Besonders für die Bearbeitung von keramischen Werkstoffen stellt die Laserbearbeitung eine wichtige Alternative zur Funkenerosion dar, da diese bei silikatischen Werkstoffen auf Grund der elektrischen Nichtleitfähigkeit nicht eingesetzt werden kann.

Materialbearbeitung mit Elektronenstrahlen

Das Prinzip der Elektronenstrahlbearbeitung basiert auf der technischen Nutzung der Energieumsetzung beim Auftreffen eines scharf gebündelten hochbeschleunigten Elektronenstrahls auf Materie. Die Eindringtiefe der Elektronen ist eine Funktion ihrer Geschwindigkeit. Die Elektronenstrahlen werden an einer hoch erhitzten Wolframelektrode emittiert und in Richtung Anode beschleunigt. Sie werden schließlich durch eine Magnetlinse zu einem Brennfleck fokussiert. Der Durchmesser des Brennflecks liegt zwischen 0,1 ... 1 mm. Durch die Fokussierung sind im Brennfleck Leistungsdichten bis zu 10⁹ W/cm² zu erreichen.

Elektronenstrahlanlagen werden fertigungstechnisch zum Härten, Schweißen, Umschmelzen, Perforieren, Bohren, Fräsen, Gravieren und Sublimieren eingesetzt. Für die industrielle Anwendung beim Bohren sind bei Bohrungsdurchmessern von 0,05 ... 1 mm Bohrungstiefen bis 7 mm erreichbar. Das Verfahren erweist sich als besonders wirtschaftlich, wenn hohe Bearbeitungsgeschwindigkeiten erreicht werden sollen. Anwendungsbeispiele sind Gasbrennerdüsen, Einspritzdüsen für Triebwerke, Kühlbohrungen in Turbinenschaufeln und Spinnköpfe für die Glasfaserherstellung.

Verfahren der Fügetechnik

Fügen ist das Zusammenbringen von zwei oder mehr Werkstücken geometrisch bestimmter fester Form oder von eben solchen mit formlosem Stoff. Damit wird durch Fügen örtlich ein Stoffzusammenhang geschaffen. beim Fügen unterscheidet man zwei Verbindungsarten:

- lösbare Verbindungen (form- bzw. kraftschlüssig), wie Verschrauben, Verstiften und Verklemmen
- unlösbare Verbindungen (stoffschlüssig), wie Schweißen, Kleben und Löten

Die Wahl der günstigsten Verbindungsart hängt nicht nur von der Funktion der Bauteile ab, sondern auch von der Wirtschaftlichkeit sowie der Größe der Gestaltung und dem Werkstoff.

Eine Übersicht zu den Fügeverfahren zeigt folgende Abbildung:

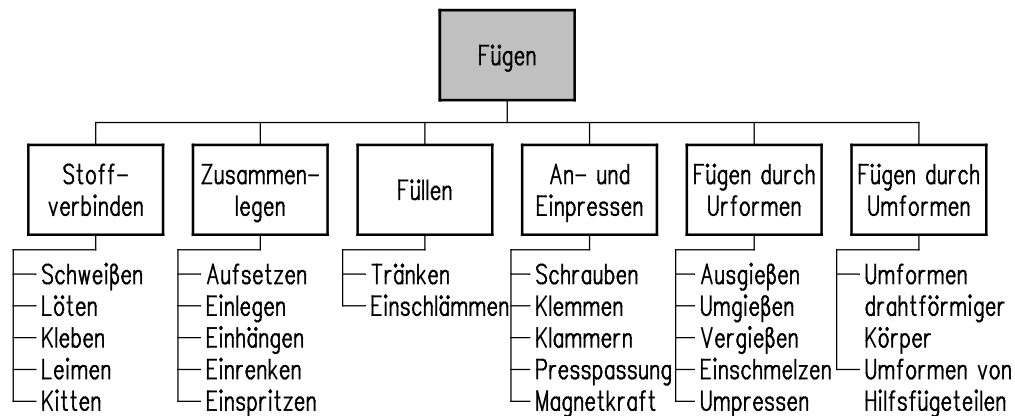


Abbildung 35 Übersicht zu den Fügeverfahren

Das wohl wichtigste Fügeverfahren mit nicht lösbarer Verbindung ist das **Schweißen**. Schweißen ist Vereinigung von Werkstoffen in der Schweißzone unter Anwendung von Wärme mit oder ohne Kraft und mit oder ohne Schweißzusatz. Es können Schweißhilfsstoffe zum Einsatz kommen wie Pasten, Pulver und Gase. Beim Schweißen von Metallen unterscheidet man in Schmelzverbindungsschweißen und Pressverbindungsschweißen.

Messtechnik in der Fertigung

In der DIN 1319, Teil 1 bis 3 werden allgemein die Grundbegriffe erklärt, die für alle Bereiche der Messtechnik angewendet werden.

Unter **Messen** versteht man den **experimentellen Vorgang**, durch den ein spezieller Wert einer physikalischen Größe als Vielfaches einer Einheit ermittelt wird.

Beispiel: Feststellen der Länge eines Bauteils mittels eines Messschiebers.

Dabei müssen **die Messgröße, der Messwert und das Messergebnis** unterschieden werden.

Messgröße: Physikalische Größe, die gemessen wird.

Messwert: Der spezielle zu ermittelnde Wert einer Messgröße.

Messergebnis: Kann ein einzelner Messwert sein. Im allgemeinen wird das Messergebnis jedoch aus mehreren Einzelmessungen durch Mittelwertbildung gewonnen.

Unter „**Prüfen**“ versteht man die **Feststellung**, ob der **Prüfgegenstand**, z.B. das Bauteil, eine oder mehrere **vereinbarte** oder **vorgeschriebene Bedingungen erfüllt** und ob es für den vorgesehenen Zweck brauchbar ist.

Mit dem Prüfen ist daher immer eine **Entscheidung** verbunden, die angibt, ob der Prüfgegenstand brauchbar ist, nachgearbeitet werden muss oder aber Ausschuss ist.

In der DIN 2257, Teil 1, Blatt 2 ist die **Längenprüftechnik** genormt.

Nach dieser Norm unterscheidet man die **subjektive** von der **objektiven Prüfung**. Bei der **subjektiven Prüfung** erfolgt die Urteilsbildung subjektiv durch **Sinneswahrnehmung**, bei der **objektiven Prüfung** mit Hilfe von **Prüfmitteln**.

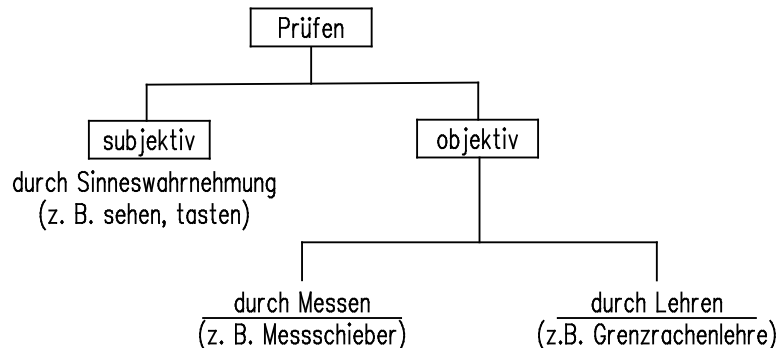


Abbildung 36 Unterteilung des Prüfens

Bei allen neuen Erkenntnissen und Fortschritten, die das Qualitätsmanagement in den vergangenen Jahren nachweist, hat die Fertigungsmesstechnik nach wie vor eine dominierende Rolle in der Fertigungstechnik und im Fertigungsprozess. Ohne eine ständige Weiterentwicklung der Fertigungsmesstechnik ist eine Durchsetzung der Qualitätssysteme gar nicht möglich. Sie liefert schließlich die Sensoren, mit denen Eigenschaften und Zustände von Prozessen und Produkten gemessen werden. Erst mithilfe der Messtechnik gelingt es, Qualitätsmängel rechtzeitig zu erkennen und zu beheben. Gerade die Automatisierung der Produktion verlangt eine ständige Weiterentwicklung der Messsysteme.

Die Entwicklung von neuen Sensoren und Aktoren als Voraussetzung für die Inprozessmessung, die Verarbeitung von Messsignalen und die Steuerung der Maschinen und Anlagen auf der Basis gewonnener Messergebnisse sind neue Herausforderungen, in die vor allem auch der Informatiker eingebunden ist.

In der Fertigungsmesstechnik werden unterschiedliche Messverfahren eingesetzt. Es ist in der automatisierten Fertigung gemeinsame Aufgabe von Ingenieuren und Informatikern, angemessene und wirtschaftlich vertretbare Lösungen zu finden, um Messwerte zu erfassen, zu verarbeiten, zu bewerten und den Prozess zu steuern. Die Messtechnik bewegt sich heute bereits in den Nanometerbereich. Welche Probleme daraus erwachsen ist absehbar. Neben der Neu- und Weiterentwicklung von Messverfahren und Messgeräten hat zunehmend die Klimatisierung und Reinraumproblematik in den Messprozess eingegriffen.

Fertigungsmesstechnik ist im Wesentlichen geometrische Messtechnik, d.h. Längenmesstechnik. Einen Überblick über die Fertigungsmesstechnik gibt folgende Tabelle:

Qualitätsanforderungen	Maße und Toleranzen	Messung
Funktion	geometrische Maße:	geometrische Messung:
Wirkungsgrad		
Laufruhe	Längenmaß	Längenmessung
	Winkelmaß	Winkelmessung
Lebensdauer	Formmaß	Formmessung
Zuverlässigkeit	Lagebeziehung	Lagemessung
	Oberflächenrauheit	Oberflächenmessung
Herstellbarkeit	Werkstoffeigenschaften	Werkstoffprüfung
Montierbarkeit	optische Eigenschaften	optische Prüfung
	elektrische Eigenschaften	elektrische Prüfung

Tabelle 2 Überblick der Fertigungsmesstechnik

Eine wichtige Voraussetzung für eine ausreichende Qualität der Erzeugnisse ist der einwandfreie Zustand der in der Fertigung verwendeten Einrichtungen. In der regelmäßigen Überwachung und Prüfung des gesamten Fertigungsprozesses und aller seiner Elemente, wie Werkzeuge, Vorrichtungen, Maschine, Steuerungs- und Überwachungssysteme sowie der Prüfmittel selbst, liegt eine weitere Aufgabe der Fertigungsmesstechnik. Damit zeichnen sich folgende Einsatzbereiche der Fertigungsmesstechnik ab:

- Forschung und Entwicklung
- Erzeugnisprüfung (Wareneingangs-, Fertigungs- und Endprüfung)
- Prozessüberwachung
- Prüfmittelüberwachung

4.3 Fertigungsarten

Die Fertigungsart charakterisiert einen allgemeinen technisch-organisatorischen Zustand der industriellen Fertigung. Bezieht man das auf die Metall verarbeitende Industrie, so hängt die Fertigungsart von folgenden Faktoren ab:

- Stückzahl gleicher Einzelteile oder Montageeinheiten
- Fertigungsaufwand
- Sortimentsbreite
- Wiederholperiode im Fertigungszeitraum
- Beständigkeit der Produktion
- Lebensdauer des Erzeugnisses

Die Fertigungsarten sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

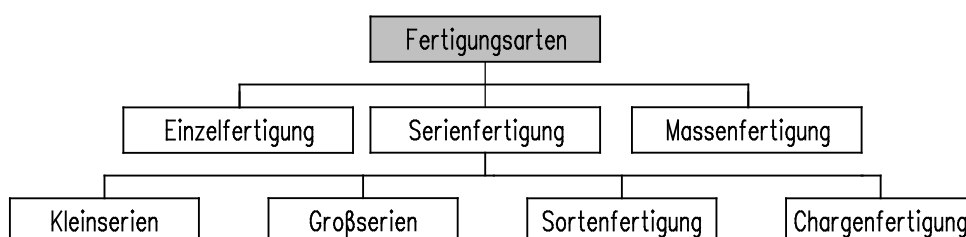


Abbildung 37 Übersicht Fertigungsarten

Die **Einzelfertigung** erfolgt zur Herstellung von einzelnen Erzeugnissen, deren Wiederholung in absehbaren Zeiträumen nicht bzw. nur unregelmäßig in 1 oder 2 Stück Serienvorgabe erfolgt.

Bei der **Serienfertigung** wird die zeitlich zusammenhängende Herstellung unterschiedlicher Mengen gleichartiger Erzeugnisse verstanden, die im Wechsel mit anderen Erzeugnissen mit der gleichen Produktionsanlage gefertigt werden. Dadurch ist ein Umrüsten der Arbeitsplätze, Maschinen, Fließbänder und Fertigungsstraßen notwendig. Die Unterscheidung in Klein-, Mittel- und Großserie in Abhängigkeit von der Fertigungsmenge ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Die Grenzen sind fließend.

Als **Massenfertigung** wird die Herstellung großer Mengen gleichartiger Produkte bezeichnet, die über einen längeren Zeitraum (mindestens 1 Jahr) die ständige Wiederholung gleicher Arbeitsverrichtungen ermöglicht. Aus diesem Grunde entfällt ein Umrüsten der Arbeitsplätze.

In der Metall verarbeitenden Industrie treten sehr oft alle Fertigungsarten nebeneinander auf. Das kann die Einzelfertigung im Musterbau, im Werkzeugbau, bei der Herstellung von Sonderausführungen sein. Die Serienfertigung ist in vielen Fällen durch die Hauptproduktion vertreten und betriebliche Standardteile können als Massenproduktion hergestellt werden. In der Teilefertigung bedingen verschiedene Fertigungsverfahren bei gleicher Fertigungsart unterschiedliche Stückzahlen, weil die Fertigungszeiten bei den verschiedenen Verfahren erheblich variieren. Daraus leiten sich für den computergesteuerten Fertigungsablauf erhebliche Probleme ab.

Die Fertigungsart bestimmt den Charakter des Produktionsprozesses. Besonders die zu fertigende Stückzahl gleicher technischer Produkte ist ein Kriterium, das für den Einsatz von Informationssystemen zur Fertigungsprozessgestaltung eine wichtige Rolle spielt. Für die Erfassung des Fertigungsprozesses und seine computergestützte Durchsetzung sind folgende Parameter zu beachten:

- Auswahl optimaler Rohteile und deren Fertigungsprozess
- Bestimmung der Fertigungsverfahren, Fertigungsmittel und Arbeitsfolgen
- Gliederung der Fertigungsprozesse in Arbeitsgänge und Arbeitsstufen
- Bestimmung der entsprechenden Organisations- und Gestaltungsform der Teilefertigung und der Montage
- Detaillierte Ausarbeitung technologischer Fertigungsunterlagen
- Wahl eines geeigneten Informationssystems für die Prozesssteuerung

Bei der Gestaltung des Fertigungsprozesses und bei der Ausarbeitung der Fertigungsunterlagen muss die jeweilige Fertigungsart besonders der Mengenaspekt berücksichtigt werden. Jedoch haben sich in den letzten Jahren die Bedingungen erheblich verschoben. Durch die industrielle Anwendung von CAD-Systemen in Verbindung mit der direkten Maschinenprogrammierung (ProE/ProNC) haben sich für die Einzelfertigung völlig neue Aspekte ergeben, auf die im weiteren noch ausführlich eingegangen wird.

Aufgabe 1

Nennen Sie jeweils zwei typische Verfahrensbeispiele für physikalische und chemische Verfahrensprozesse!

Aufgabe 2

Nennen Sie die sechs Hauptgruppen der Fertigungsverfahrenstechnik!

Aufgabe 3

Erläutern Sie die Vorteile der Ur- und Umformtechnik gegenüber den spanenden Verfahren! Nennen Sie Verfahren, bei denen hohe Genauigkeiten erreicht werden!

Aufgabe 4

Nennen Sie Beispiele für Entwicklungstrends in der Fertigungsverfahrenstechnik!

Aufgabe 5

Nennen Sie Beispiele für Feststeuerungen und für CNC-Steuerungen!

Aufgabe 6

Nennen Sie die wichtigsten Schleifmittel und Bindemittel!

Aufgabe 7

Welche Vorteile haben abtragende Fertigungsverfahren? Nennen Sie Einsatzgebiete!

Aufgabe 8

Nennen Sie die wichtigsten Fügeverfahren zur Herstellung nicht lösbarer Verbindungen!

Aufgabe 9

Welche Fertigungsarten treten in der Metall verarbeitenden Industrie auf?

Aufgabe 10

Nennen Sie Schwerpunkte, die für den computergestützten Fertigungsablauf wichtig sind!

Aufgaben

Lernbereich**5 Fertigerzeugnisse**

Eine Unterscheidung der Fertigung und damit auch der produzierenden Unternehmen kann nach verschiedenen Aspekten erfolgen. Eine solche Unterscheidung ist zur besseren Transparenz der Fertigungseinrichtungen sinnvoll. Daraus leitet sich eine Typologie der Industriebetriebe ab, die nach folgenden Unterscheidungsmerkmalen möglich ist:

- Produktionsstufe der Erzeugnisse
- Verwendung der Erzeugnisse
- Güterart
- Kostenintensität der Fertigung

Produktionsstufe

Zieht man die Produktionsstufe eines Erzeugnisses heran, ergeben sich folgende Unterscheidungsmöglichkeiten für die Produkte.

Einmal kann man Erzeugnisse als **Grundstoffe** oder auch **Urprodukte** definieren. Dabei handelt es sich um Produkte, die direkt aus der Natur gewonnen werden wie Kohle, Erdöl oder Erz. Unternehmen, die sich mit der Erzeugung von Grundstoffen beschäftigen, werden auch als Gewinnungsunternehmen bezeichnet.

Andere Unternehmen beschäftigen sich mit der Veredlung von Grundstoffen zu **Rohstoffen**. Es werden Erzeugnisse wie Koks, Benzin, Stahl und Ammoniak hergestellt. Unternehmen, die Grundstoffe zu Rohstoffen veredeln, werden als Veredlungsunternehmen bezeichnet.

Eine weitere Gruppe bilden die **Erzeugnisse**, die marktfähige Güter darstellen, die vor ihrer Verwendung bzw. ihrem Einsatz keiner weiteren Verarbeitung unterliegen. Da in der Industrie oftmals eine Arbeitsteilung erfolgt, ergeben sich auch Zwischenstufen der Fertigung. Die aus Zwischenstufen gelieferten Erzeugnisse werden als Halbfabrikate bezeichnet.

Eine eigenständige Erzeugnisart unter den volkswirtschaftlichen Produktionsstufen stellt die **Energie** dar.

In vielen Fällen lassen sich Unternehmen nicht ohne weiteres nach diesem System klassifizieren, da unterschiedliche Produktionsstufen ausgeführt werden.

Verwendung

In die Verwendung der Güter greift sehr stark der Bereich des Marketings ein. Die Verwendung der Grundstoffe, Rohstoffe und Energien bedarf sicher keiner Erläuterung. Sie werden in nahezu allen Industriezweigen und Bereichen mit unterschiedlichen Anteilen und unterschiedlicher Bedeutung benötigt. Anders sieht es bei den Erzeugnissen aus. Hier wird je nach der Verwendung in **Investitions-** bzw. **Produktionsgüter** und **Konsumgüter** unterteilt.

Güterart

Durch die Güterart wird der Wirtschafts- bzw. Industriezweig bestimmt, dem ein Unternehmen angehört. Die wichtigsten Industriezweige, die heute europaweit die Industrielandschaft bestimmen, sind:

- Chemische Industrie
- Automobilindustrie
- Maschinenbau
- Elektrotechnik und Elektronik
- Hütten- und Stahlwerke
- Textilindustrie

Nicht in diesem Bereich erfasst ist der gesamte Bereich der **immateriellen Güter**, der im heutigen Wirtschaftssystem der Bundesrepublik Deutschland eine immer größere Bedeutung erlangt. Der Anteil der Dienstleistungen am Bruttosozialprodukt ist in den vergangenen Jahrzehnten ständig gewachsen und muss deshalb als wichtiger Faktor im Produktionsprozess angesehen werden, auch wenn in diesem Bereich keine greifbaren Erzeugnisse entstehen.

Diese Güterart kann zum Beispiel danach gegliedert werden, ob es sich um eine Kerndienstleistung eines Unternehmens, wie zum Beispiel die Hauptaktivitäten von Banken und Versicherungen oder die Arbeit eines Frisérs handelt, oder um Zusatzdienstleistungen, wie den Zustelldienst eines Möbelherstellers oder den 24-Stundenservice eines Computerherstellers.

Ein Hauptmerkmal vieler Dienstleistungen ist es, dass sie in Interaktion mit dem Kunden entstehen, woraus sich besondere Anforderungen an die Produktpolitik ergeben.

Kostenintensität der Fertigung

Kosten bewerten, in Geld ausgedrückt, die Mengen der eingesetzten Produktionsfaktoren (Arbeitsleistungen, Betriebsmittel und Werkstoffe) sowie die Dienstleistungen Dritter und öffentlicher Abgaben, die für die Herstellung und den Absatz betrieblicher Leistungen verbraucht werden. Danach kann in fünf Kostenarten unterschieden werden:

- Arbeitskosten
- Materialkosten
- Anlagen- und Kapitalkosten
- Fremdleistungskosten
- Kosten der menschlichen Gemeinschaft

Schwerpunkte stellen die ersten drei Kostenarten dar. Auf ihrer Basis wird in der Industrie oft eine Unterscheidung der Industriezweige nach ihrer Kostenintensität vorgenommen:

- Arbeitskostenintensive Unternehmen (Bergbau, Bauwirtschaft)
- Materialkostenintensive Unternehmen (Nahrungsmittelindustrie, Nichteisenmetallindustrie, Schmuckindustrie)
- Anlagenkostenintensive Unternehmen (Hütten- und Stahlwerke, hochautomatisierte Industriezweige)

Allerdings kann man nicht alle Wirtschaftszweige nach einer bestimmten Kostenart einordnen. In vielen Fällen liegt eine Mischstruktur vor.

AufgabenAufgabe 1

Nach welchen Merkmalen lassen sich Industriebetriebe unterscheiden? Welche Unterscheidungsart wird am häufigsten gewählt?

Aufgabe 2

Was versteht man unter „immateriellen Gütern“ und wie werden sie unterschieden?

Aufgabe 3

Nennen Sie die drei wichtigsten Kostenarten und dazu Beispiele, in welchem Industriezweig sie bestimmend sind!

6 Fertigungsorganisation

Lernbereich

6.1 Aufbauorganisation

Durch die Aufbauorganisation wird ein Unternehmen in arbeitsteilige Einheiten gegliedert. In ihr drückt sich die auf Dauer ausgerichtete Gestaltung der Struktur eines Unternehmens aus. Unter diesem Aspekt kann die Fertigung unter zwei Aspekten betrachtet werden, die sowohl voneinander als auch von der Unternehmensgröße abhängen:

- Eingliederung
- Interne Gliederung

Eingliederung

Die Fertigung als Herz eines Unternehmens ist durch einige Merkmale gekennzeichnet, wodurch sie sich von anderen betrieblichen Funktionsbereichen unterscheidet.

Die Fertigung wird überwiegend durch die **Technik** bestimmt, während andere Bereiche eines Unternehmens fast ausschließlich **kaufmännische Aufgabenstellungen** wahrnehmen.

Vergleicht man betriebliche Funktionsbereiche hinsichtlich ihres Bedarfs an Produktionsfaktoren untereinander, zeigt sich, dass die Fertigung einen deutlich höheren Bedarf hat als alle anderen Bereiche zusammengenommen. So sind in der Fertigung, wenn man mal von automatisierten Fertigungsbereichen absieht, die meisten Mitarbeiter beschäftigt, ist dort der Hauptanteil der Betriebsmittel gebunden und besteht dort der größte Bedarf an Material aller Art.

Gegenüber dem Fertigungsbereich sind alle anderen Funktionsbereiche meist sehr flexibel. In der Fertigung ist durch die eingesetzten Betriebsmittel und das den Prozess betreffende Know-how diese Flexibilität eingeschränkt. Jede Änderung im Fertigungsprozess bedarf langfristiger Anpassungsmaßnahmen, die außerdem meist mit hohen Kosten verbunden sind.

Die genannten Merkmale bedingen, dass die Fertigung gemeinsam mit dem Absatz die Hauptfunktionsbereiche eines Unternehmens darstellen. Das ist in der Aufbauorganisation zu berücksichtigen, die allerdings wesentlich von der Unternehmensgröße abhängt. Die Aufbauorganisation von Klein- und Mittelunternehmen unterscheidet sich wesentlich von der eines Großunternehmens.

Klein und Mittelunternehmen sind aus organisatorischer Sicht durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- Die Hierarchien im Unternehmen sind auf ein oder zwei begrenzt
- Die Arbeitsteilung ist nur wenig ausgeprägt
- Kleinunternehmen sind überwiegend auf einen Ort begrenzt

Im produktiven Kleinunternehmen ist die Fertigung meist die zentrale organisatorische Einheit und die anderen Funktionsbereiche sind ihr zugeordnet. Unter Umständen kann der Absatz noch eine Sonderstellung einnehmen, was stark vom Wirtschaftszweig abhängt. Der Absatz kann aber auch ein Selbstläufer sein, wenn der Betrieb ausschließlich als Zulieferbetrieb für ein größeres Unternehmen arbeitet.

In vielen Unternehmen mittlerer Größe ist die Leitungsfunktion zweigeteilt in eine technische Leitung und eine kaufmännische Leitung. Dabei können der technischen Leitung neben der Fertigung auch weitere technische Aufgaben zugeordnet werden.

Die in der folgenden Abbildung dargestellte Struktur wird Stabliniensystem genannt.

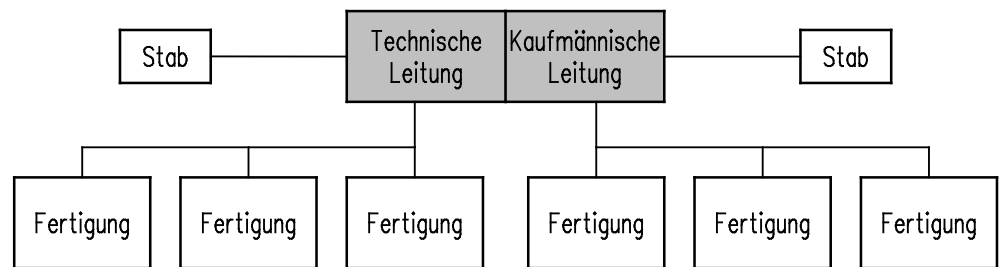


Abbildung 38 Aufbauorganisation eines Mittelbetriebes nach dem Stabliniensystem

In Hinblick auf die Aufbauorganisation von Großunternehmen sind diese durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- Mehrstufenhierarchie ist gegeben.
- Es ist eine ausgeprägte Arbeitsteilung vorhanden.
- Es werden mehrere Erzeugnisarten zum Teil für unterschiedliche Absatzmärkte gefertigt.
- Die Fertigung ist oft nach Erzeugnisgruppen in verschiedene Bereiche örtlich getrennt.

In Großunternehmen werden verschiedene Organisationsformen eingesetzt. Die reine **Stablinienorganisation**, bis in die Sechzigerjahre die typische Organisationsform, wird heute kaum noch verwendet. Ist das trotzdem der Fall, dann unterscheidet sie sich von dieser Organisationsform von der in mittelgroßen Unternehmen. Man findet dann in oberen Leitungsebenen eine vielköpfige Gliederung. Dadurch verliert die Fertigung an organisatorischer Bedeutung, die erst wieder bei dezentralisierter Fertigung zunimmt.

Eine weitere Organisationsform ist das **Produktmanagement**, das dadurch gekennzeichnet ist, dass eine Linien- oder Stablinienorganisation von ganz speziellen Managementfunktionen überlagert ist, die sich auf Erzeugnisse oder Erzeugnisgruppen beziehen.

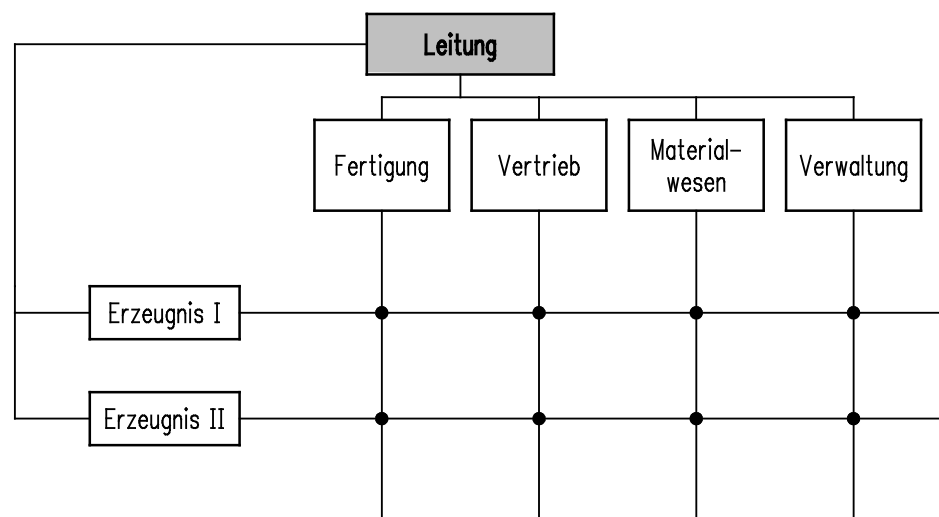


Abbildung 39 Organisationsform des Produktmanagements

Bei dieser Organisationsform unterscheidet man in zwei Formen:

- Das Produktmanagement besitzt Weisungskompetenz auch für die Fertigung.
- Dem Produktmanagement fehlt diese Kompetenz, Entscheidungen können nur gemeinsam mit der Fertigung getroffen werden.

Bei der **Divisional-** oder **Spartenorganisation** wird die Gliederung des Unternehmens bestimmt durch:

- Erzeugnisarten oder Erzeugnisgruppen
- Vertriebsmärkte
- Kundengruppen

Die Organisationseinheiten in diesem System werden als Divisionen, Geschäftsbereiche, Sparten oder Unternehmensbereiche bezeichnet. Für die Fertigung bedeutet diese Organisationsform eine Dezentralisierung in Abhängigkeit von den gefertigten Erzeugnissen. Die organisatorische Trennung ist dann problemlos durchzuführen, wenn es eine räumlich getrennte Fertigung gibt. Probleme treten dann auf, wenn gleiche Fertigungseinheiten, zum Beispiel Transferstraßen, zur Produktion unterschiedlicher Produkte genutzt werden. Die folgende Abbildung zeigt das Prinzip dieser Organisationsform.

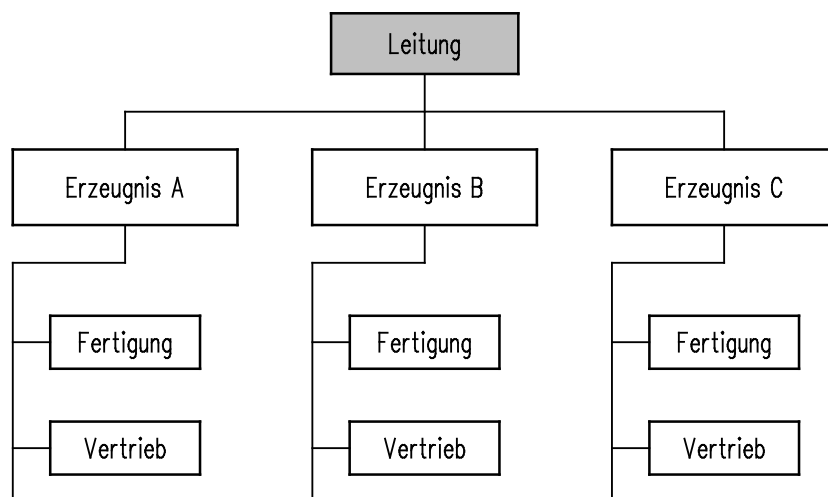


Abbildung 40 Prinzip der Divisional- oder Spartenorganisation

Eine weitere Organisationsform ist die **Matrixorganisation**, hier wird eine Divisionalorganisation von Teilfunktionen überlagert, die aus einzelnen Geschäftsbereichen herausgelöst, zentralisiert und der Leitung direkt unterstellt werden. Solche zentralisierte Teilfunktionen der Fertigung sind die Betriebsmittelfertigung, die Datenverarbeitung, das Normen- und Patentwesen und das Qualitätsmanagement. Durch diese Organisationsform wird gesichert, dass auch in einem divisionalen Unternehmen bestimmte Teilfunktionen einheitlich durchgeführt werden. Die Matrixorganisation ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

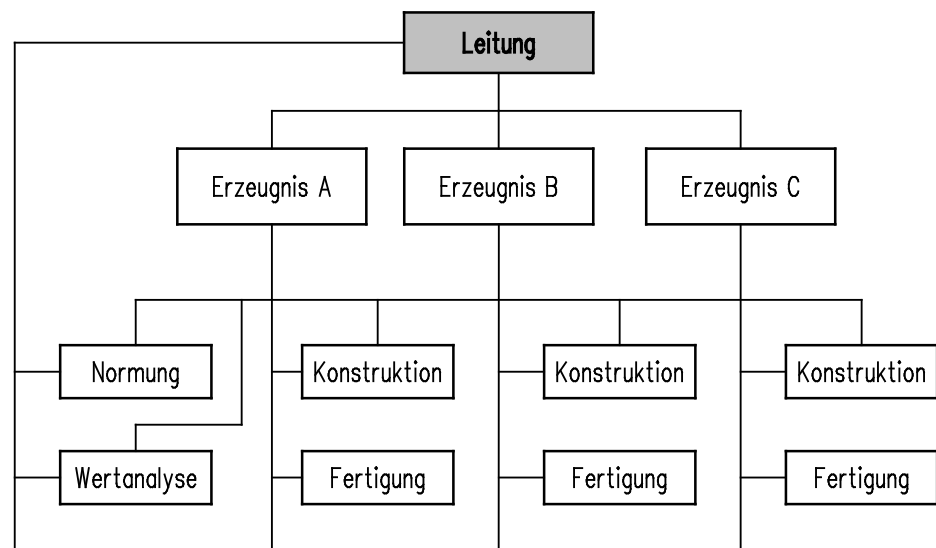


Abbildung 41 Prinzip der Matrixorganisation

Die in dieser Organisationsform vorhandenen Zentralabteilungen können mit Anweisungsbefugnissen ausgestattet sein. Anderenfalls können Entscheidungen nur gemeinsam mit der Fertigung getroffen werden.

Interne Gliederung

Die interne Gliederung der Fertigung kann nach folgenden Merkmalen vorgenommen werden:

- Bei der **Verrichtungsgliederung** werden gleiche Tätigkeiten in einer Organisationseinheit zusammengefasst. Bezogen auf den Fertigungsablauf bei der Werkstattfertigung entspricht das einer Gliederung der Fertigung in Fertigungsvorbereitung, -durchführung und -kontrolle.
- Bei der **Objektgliederung** erfolgt die Gliederung der Fertigung nach Erzeugnissen oder Erzeugnisgruppen.
- Bei der Gliederung nach **Zweckbeziehungen** wird die Fertigung nach zwei Aufgabenarten zerlegt und entsprechend organisiert, **Zweckaufgaben** und **Verwaltungsaufgaben**.
- **Fertigungstechnologie** ist ein weiteres Gliederungskriterium, da die Fertigung wesentlich durch die angewandte Technologie geprägt ist. Damit lässt sich zum Beispiel nach Teilefertigung und Montage gliedern.
- In vielen Fällen ergibt sich auch eine Gliederung nach dem **Fertigungsort**, also der Bezug auf Werk 1, Werk 2 usw.

Die interne Gliederung der Fertigung eines Unternehmens ist wesentlich von der Unternehmensgröße abhängig. Mit zunehmender Größe wird die Gliederung differenzierter. Bei Großunternehmen, die durch eine starke Arbeitsteilung gekennzeichnet sind, wird im Fertigungsbereich eine starke aufbauorganisatorische Gliederung festgelegt. Das kann sich in Erzeugnisbereichen, Hauptabteilungen und Abteilungen ausdrücken.

6.2 Ablauforganisation

Im Gegensatz zur Aufbauorganisation, die das strukturelle Gefüge des Unternehmens charakterisiert, handelt es sich bei der Ablauforganisation um die Beherrschung dynamischer Prozesse. Innerhalb der Ablauforganisation unterscheidet man zwei Prozessarten:

- Materielle Prozesse
- Informelle Prozesse

Materielle Prozesse

Die materiellen Prozesse beinhalten alle Fragen, die direkt mit der Fertigung in Bezug auf ihre materielle Seite zu tun haben. In den materiellen Prozessen sind folgende Aufgaben integriert:

- **Bereitstellung** aller zur Fertigung benötigten Werkstoffe, Rohstoffe, Hilfsstoffe, Teile, Halbzeuge nach Art, Menge, Qualität, Ort und Zeit
- **Be- bzw. Verarbeitung** in der Fertigung selbst. Die Wandlung vom Rohstoff- oder Halbzeug zum Endprodukt erfolgt durch die Kombination der Produktionsfaktoren.
- **Transport** von Halberzeugnissen zwischen den Arbeitsorten und Lagern als Bindeglied zwischen den Arbeitsgängen
- **Lagerung** zwischen Beschaffung und Fertigung, innerhalb der Fertigung und zwischen Fertigung und Kundenabnahme. Eine Lagerung kann auch zur Fertigung direkt dienen (Alterung)

Informelle Prozesse

Aufgabe von Informationssystemen im Betrieb ist es, die Fertigung zu planen, zu steuern und zu überwachen. Inhaltlich berühren die Informationssysteme folgende Bereiche:

- **Kapazitätsplanung**, die sich mit der Gestaltung der Produktionsfaktoren Arbeit, Betriebsmittel und ihrer Organisation befasst
- **Erzeugnisse**, die entwickelt und beschrieben werden müssen, damit eine Fertigung vorgenommen werden kann
- **Fertigungsprogramm**, das der Fertigung die konkreten Aufgaben vorgibt
- **Arbeitsplanung**, über die die Fertigungstechnologie und das Fertigungsverfahren festgelegt werden
- **Fertigungssteuerung**, die die Fertigungsdurchführung bestimmt. Sie muss die Termine, Kapazitätsauslastungen usw. planen, steuern und kontrollieren
- **Qualitätswesen**, das die Aufgabe hat, die Fertigungsqualität zu sichern

Der Bereich der informellen Prozesse wird heute in allen Großbetrieben und den meisten mittleren Unternehmen durch computergesteuerte Informationssysteme bearbeitet. Hier findet der Informatiker mit entsprechenden Praxiskenntnissen ein breites Einsatzgebiet.

Schwerpunkt der Ablaufplanung ist die Fertigungsplanung. In ihrem Rahmen werden vor dem eigentlichen Leistungserstellungsprozess alle Verfahren, Methoden, Abläufe, Materialien usw. festgelegt, die zur Durchführung der Fertigung notwendig sind.

AufgabenAufgabe 1

Was versteht man unter der Aufbauorganisation eines Unternehmens und wovon ist sie abhängig?

Aufgabe 2

Welche Organisationsformen herrschen in mittleren Unternehmen und welche in Großunternehmen vor?

Aufgabe 3

Welche Aufgaben hat die Ablauforganisation und welche Prozesse betrifft sie?

Aufgabe 4

Nennen Sie informelle Prozesse eines Unternehmens und erläutern Sie, wie diese in einem modernen Unternehmen gesteuert werden können!

7 Umweltschutz

Die Wirtschaftlichkeit heutiger Produktionssysteme ist zunehmend von deren Umweltverträglichkeit abhängig. Die Kehrseite des Werte schaffenden Charakters der Produktion bilden die damit verbundenen und aus naturgesetzlichen Gründen nicht völlig vermeidbaren Beeinträchtigungen der Umwelt und die Gefährdung der am Prozess beteiligten Menschen.

Die sich daraus ableitenden sozialen und ökologischen Ziele stellen Nebenbedingungen für die wirtschaftliche Fertigung dar. Steigende umwelt- und arbeitsschutzbedingte Anforderungen an die Unternehmen bringen einerseits wirtschaftliche Belastungen mit sich, die sich auf das Produkt niederschlagen und möglicherweise die Wettbewerbsfähigkeit verschlechtern andererseits aber auch Effekte, dass ein steigendes Umweltbewusstsein die Nachfrage nach umweltgerecht gefertigten Produkten vergrößert, selbst wenn das Produkt teurer ist. Belastungen bzw. Schädigungen der Umwelt können sein:

- Abfall-, Ausschuss- und Müllentstehung
- Bodenverschmutzung
- Abwasserverunreinigung
- Luftbelastung und Geruchsbelästigung
- Lärmemission
- Überhöhter Energieverbrauch
- Unnötiger Ressourcenverbrauch
- Nichtrecyclinggerechte Erzeugnisse und Verpackungen
- Überhöhte Transportaufwendungen

Der Umweltschutz hat seit Jahren in der Bundesrepublik Gesetzescharakter, der in den meisten Bereichen auch EU weit gilt. Für den produktiven Bereich haben die folgenden Gesetze und Verordnungen besondere Bedeutung:

- **Abfallgesetz**
Festlegung der Entsorgungspflicht, Abfallvermeidung Abfallverwertung
- **Bundesimmissionsschutzgesetz**
Reglung der Umweltbelastung durch Luftverunreinigung
- **Gefahrstoffverordnung**
Umgang mit giftigen, ätzenden und reizenden Stoffen
- **Kreislaufwirtschaftsgesetz**
betrifft u.a. Materialauswahl, Wiederverwendung, Recycling, Transport, Entsorgung
- **Verpackungsordnung**
Rücknahmepflicht von Verpackungen, Sammel- und Wertesystem
- **Wasserhaushaltsgesetz**
Wahrung und Wiederherstellung des ökologischen Gleichgewichtes der Gewässer

Für den betrieblichen Umweltschutz sind Handlungsgrundsätze festgelegt worden, die in einer EU-Verordnung (EMAS-VO oder EG-Öko-Audit-Verordnung) zusammengefasst sind, die in allen EU-Ländern seit 1995 Rechtskraft hat.

Lernbereich

Die wichtigsten Handlungsgrundsätze dieser Verordnung sind:

- Förderung des Verantwortungsbewusstseins der Menschen für die Umwelt durch Sensibilisierung, Motivation und Schulung
- Erkennen der Verantwortung der Befugnisse der Mitarbeiter in Schlüsselfunktionen
- Einsatz von Managementvertretern mit dem Verantwortungsbereich Umweltschutz
- Regelmäßige Überprüfung der Umweltpolitik eines Unternehmens auf höchster Managementebene in den Bereichen Umweltziele, Maßnahmen und Umweltprogramm
- Erfassung, Prüfung und Beurteilung der Umweltauswirkungen des Unternehmens am jeweiligen Standort
- Einführung von Kontrollmechanismen zur Zielerreichung im Bereich Umweltschutz und Durchführung von Maßnahmen bei Nichteinhaltung von Vorgaben
- Regelmäßige Planung und Durchführung von Überprüfungen des Unternehmens im Bereich Umweltschutz
- Information der Öffentlichkeit zum Verständnis der Umweltauswirkungen der Tätigkeit des Unternehmens

Verstöße gegen Gesetze, Verordnungen und Bestimmungen zum Umweltschutz werden durch das Strafgesetzbuch verfolgt, das nachfolgende Umweltstraftatbestände nennt:

- Freisetzung von Giften
- Gefährdung schutzbedürftiger Gebiete
- Luftverunreinigung und Lärm
- Schwere Umweltgefährdung
- Umweltgefährdende Abfallbeseitigung
- Unerlaubter Umgang mit Kernbrennstoffen
- Unerlaubtes Betreiben von Anlagen
- Verunreinigung von Gewässern

Da ein Unternehmen als juristische Person nach dem Strafgesetzbuch nicht bestraft werden kann, werden die Strafen gegen leitende Mitarbeiter des Unternehmens ausgesprochen.

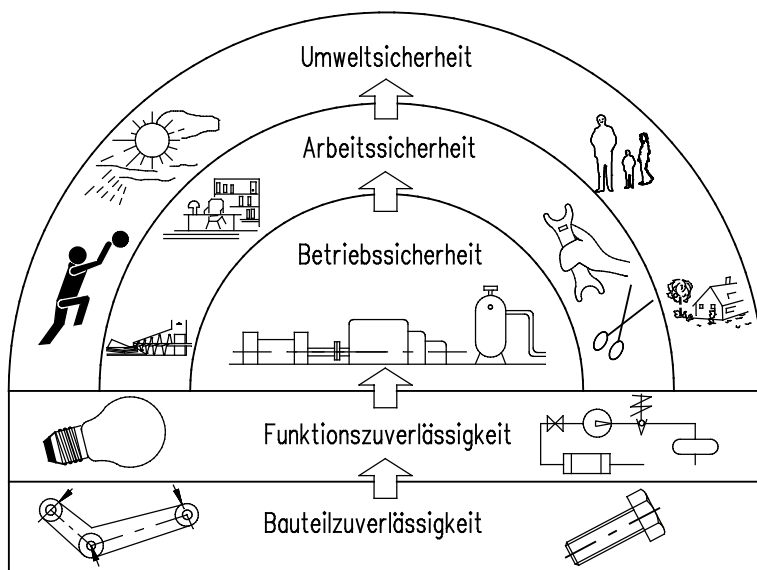


Abbildung 42 Zusammenhang der Sicherheiten

Zur Sicherung der Verantwortung für den Umweltschutz werden in den Unternehmen Umweltschutzbeauftragte oder Umweltschutzmanager eingesetzt. Ihm werden alle Umweltschutzaufgaben übertragen. Bisher ist ein solcher Einsatz jedoch durch den Gesetzgeber nicht vorgeschrieben. Vorgeschrieben sind jedoch Betriebsbeauftragte für bestimmte Bereiche, die dem Umweltschutz zuzuordnen sind. Das sind u.a. Abfallbeauftragte, Gefahrgutbeauftragte, Immissionsschutzbeauftragte, Strahlenschutzbeauftragte, Sicherheitsingenieur und Arbeitsschutzbeauftragte.

An dieser Stelle soll nicht umfassend die Problematik des Arbeitsschutzes behandelt werden, sondern lediglich auf die Bedeutung der Arbeitssicherheit im Gesamtproduktionsprozess hingewiesen werden. Wichtigste Voraussetzung für die Produktion ist heute der so genannte „sichere Prozess“, d.h. Sicherheit geht vor Produktivität. Aus diesem Grunde sind im Prozess eine Reihe von Sicherheitsfragen zu beachten, wenn eine Gefährdung des Menschen gegeben ist. Einige dieser Fragen tangieren auch den Umweltschutz.

Folgende Schwerpunkte für die Arbeitssicherheit sind zu nennen:

- Umgang mit elektrischen Anlagen und Maschinen
- Emission von Rauchen, Dämpfen und Strahlungen aller Art
- Kontakt mit Hilfsstoffen auf Kohlenwasserstoffbasis
- Umgang mit Giften und Schwermetallen

Darüber hinaus gibt es heute keine abgesicherten wissenschaftlichen Erkenntnisse über gesundheitsschädigende Auswirkungen von magnetischen und elektrischen Feldern. Eine Beeinflussung der biologischen Systeme lässt sich aber grundsätzlich nicht ausschließen. Daraus leiten sich Forderungen an die Entstörung bzw. den Störschutz ab.

Die zur Arbeitssicherheit gültigen Rechtsvorschriften sind in den Umweltverordnungen wie der Gefahrstoffverordnung und dem Bundesimmissionsschutzgesetz enthalten.

AufgabenAufgabe 1

Nennen Sie Belastungen und Schädigungen der Umwelt, die durch die Fertigung verursacht werden!

Aufgabe 2

Nennen Sie drei Handlungsgrundsätze zum betrieblichen Umweltschutz. Wie weit geht ihre Rechtsgültigkeit?

Aufgabe 3

Wie werden Umweltstraftatbestände verfolgt und wer wird zur Rechenschaft gezogen?

Lösungsanhang

Lösungen

1 Der Leistungserstellungsprozess eines Unternehmens

Aufgabe 1

Elementare Produktionsfaktoren sind die menschliche Arbeit, Betriebsmittel und Material. Für die menschliche Arbeit ist die Personalwirtschaft zuständig, die technische, kaufmännische und gewerbliche Mitarbeiter einstellt und betreut. Die Betriebsmittel (Maschinen, Anlagen, Werkzeuge und Vorrichtungen) unterstehen der Fertigungswirtschaft. Die Materialwirtschaft sorgt für die Beschaffung von Rohstoffen, Hilfsstoffen, Halbfabrikaten usw.

Aufgabe 2

Mit Investitionsgütern werden Güter und Dienstleistungen gefertigt bzw. erbracht. Konsumgüter dienen den Menschen zur Befriedigung ihrer Bedürfnisse.

Aufgabe 3

Im Fertigungsprozess spielt der technische und der wirtschaftliche Aspekt eine wesentliche Rolle. Es kommen aber auch Aspekte aus den Fachgebieten Arbeitswissenschaft, Soziologie, Medizin und Umweltschutz dazu.

2 Aufgaben, Ziele und Mittel der Fertigung

Aufgabe 1

Unter Markt verstehen wir einen realen oder imaginären Ort, an dem Angebot und Nachfrage nach Gütern bzw. Dienstleistungen zusammen treffen. Die Schwerpunkte eines Unternehmens leiten sich aus der Marktforschung ab.

Aufgabe 2

- Kostenminimierung
- Erfüllung der Anforderungen
- Kapazitätsausnutzung
- Minimierung der Fertigungszeit

Da die Qualität eines Produktes nicht nur durch die Fertigung beeinflusst wird, sondern ein Ergebnis des Gesamtmanagement des Unternehmens ist, werden durch das Qualitätsmanagement alle Unternehmensbereiche erfasst und auf die Erfüllung vorgegebener Schwerpunkte orientiert. Das sind unter anderem:

- Kundennutzen und Kundenzufriedenheit
- Fehlervermeidung statt Fehlerkorrektur
- Größere Transparenz der Prozesse
- Voraussetzung für die Unternehmensverflechtung u.a.

Aufgabe 3

Bei der virtuellen Fertigung wird das Erzeugnis oder Produkt nicht mehr von einem Unternehmen allein hergestellt. Es arbeiten zwei oder mehr Partner über vertraglich

geregelte Zeiträume zusammen. Durch die virtuelle Fertigung werden organisatorische, zeitliche, räumliche bzw. finanzielle Begrenzungen überwunden.

3 Produktion und Produktionsfaktoren

Aufgabe 1

Die menschliche Arbeit wird wesentlich durch die Arbeitsteilung beeinflusst, das heißt den Anteil des Einzelnen an der Lösung der Gesamtaufgabe. Durch Methoden wie Job rotation enlargement kann einseitige Belastung und Monotonie verhindert bzw. abgebaut werden.

Aufgabe 2

Zu den wichtigsten Betriebsmitteln zählen die Gebäude, Maschinen- und Anlagen, Werkzeuge und Vorrichtungen, Transport- und Fördermittel sowie Büro- und Geschäftsausstattungen.

Technische und ökonomische Anforderungen an Gebäude sind:

- Verkehrsanbindungen
- Ver- und Entsorgungssysteme
- Technische Ausstattungen

Aufgabe 3

Hilfsstoffe gehen in das fertige Erzeugnis ein (Lacke, Leim), ihr Anteil am Gesamtprodukt ist aber gering. Betriebsstoffe sind nicht Bestandteil des Erzeugnisses, werden aber unmittelbar zu seiner Herstellung gebraucht oder verbraucht.

Aufgabe 4

- Betriebsmittelplanung
- Erzeugnisplanung
- Planung des Fertigungsprogramms
- Arbeitsplanung

Aufgabe 5

- ☐ r meist kurze Umrüstzeiten
- ☐ f geringe Anforderungen an zeitliche Abstimmung des Gesamtsystems
- ☐ r meist kurze Umrüstzeiten
- ☐ f wirtschaftliche Fertigung von Großserien
- ☐ r flexibel bezüglich Maschineneinsatz
- ☐ r geringer Personaleinsatz
- ☐ r geringe Bestände
- ☐ f keine Automatisierung möglich

4 Fertigungsverfahren

Aufgabe 1

Physikalische Prozesse

- Mechanische Verfahren (Drehen, Fräsen, Schleifen)
- Thermische Verfahren (Autogenschweißen)
- Elektrische Verfahren (Elektroerodieren)

Chemische Prozesse

- Thermische Verfahren (Gießschmelzschweißen)
- Elektrochemische Verfahren (Elysieren)
- Fotochemische Verfahren (Fotoätzen)

Aufgabe 2

Urformen, Umformen, Trennen, Fügen, Beschichten, Stoffeigenschaft ändern

Aufgabe 3

Bei den Ur- und Umformverfahren wird ein der Endform nahes oder sogar entsprechendes Erzeugnis gefertigt. Damit werden Werkstoff und Arbeitszeit eingespart. Hinzu kommt dass keine Trennung des Faserverlaufs der Werkstücke erfolgt und sich bei vielen Umformverfahren eine Erhöhung der Festigkeit im Randzonenbereich des Werkstückes ergibt.

Druckguss, Wachsausschmelzverfahren, Tiefziehen, Gesenkformen u.a.

Aufgabe 4

- Entwicklung neuer Schneidstoffe auf Hartmetall- und Keramikbasis mit Korngrößen bis in den Nanometerbereich
- HSC-Bearbeitung
- Verfahrenssubstitution des Schleifens durch Hartzerspanen
- Entwicklung intelligenter Werkzeuge und Maschinen
- Trockenbearbeitung und Mindermengenschmierung

Aufgabe 5

Feststeuerung: Kurvenscheibe, Steckerfeld
CNC-Steuerung: Bearbeitungszentrum, CNC-Fräsmaschine

Aufgabe 6

Elektrokorund, Siliziumkarbid, Diamant, kubisches Bornitrid
Keramische-, silikatische-, metallische und Kunstharzbindung

Aufgabe 7

Bei den abtragenden Verfahren können Werkzeugwerkstoffe eingesetzt werden, die eine geringere Härte besitzen als der zu bearbeitende Werkstoff (Erodieren, Elysieren). Außerdem ist die Fertigung komplizierter Formen möglich.

Einsatzmöglichkeiten bietet der Werkzeugbau, die Mikroelektronik, die Automobilindustrie.

Aufgabe 8

Schweißen, Löten, Kleben, Falzen, Nieten

Aufgabe 9

Einzel-, Serien- und Massenfertigung

Aufgabe 10

- Auswahl optimaler Rohteile und geeigneter Prozesse
- Gliederung der Prozesse in Arbeitsgänge und Arbeitsstufen
- Bestimmung entsprechender Organisations- und Gestaltungsformen der Teilefertigung
- Wahl eines geeigneten Informationssystems

5 Fertigungserzeugnisse

Aufgabe 1

- Produktionsstufe der Erzeugnisse
- Verwendung der Erzeugnisse
- Güterart
- Kostenintensität der Fertigung

Am häufigsten wird nach der Güterart unterschieden.

Aufgabe 2

Immaterielle Güter umfassen den Dienstleistungsbereich. Hier wird unterschieden in Kerndienstleistungen (Unternehmen, die als reiner Dienstleister agieren) und Zusatzdienstleistungen (Unternehmen, die neben ihrem Kerngeschäft auch Dienstleistungen anbieten).

Aufgabe 3

- Arbeitskosten (Bergabbau)
- Materialkosten (Nahrungsmittelindustrie)
- Anlagenkosten (Walzwerke)

6 Fertigungsorganisation

Aufgabe 1

Die Aufbauorganisation eines Unternehmens ist die Gliederung in arbeitsteilige Einheiten, charakterisiert also das strukturelle Gefüge eines Unternehmens. Dabei unterscheidet man in Eingliederung, die im Wesentlichen die Betriebsstruktur charakterisiert und in die interne Gliederung, die nach Objekten oder Verrichtungen erfolgen kann. Die Aufbauorganisation ist wesentlich von der Unternehmensgröße abhängig.

Aufgabe 2

Mittelunternehmen: Linien oder Stabliniensystem
Großunternehmen: Produktmanagement, Divisional- oder Spartenorganisation, Matrixorganisation

Aufgabe 3

Die Ablauforganisation dient der Beherrschung dynamischer Prozesse im Unternehmen. Sie betrifft sowohl die materiellen Prozess als auch die informellen Prozesse.

Aufgabe 4

Informelle Prozesse betreffen die Kapazitätsplanung, die Erzeugnisentwicklung, das Fertigungsprogramm, die Arbeitsplanung, die Fertigungssteuerung und das Qualitätswesen. Für diese Bereiche werden in der modernen Fertigung computergesteuerte Informationssysteme (CAX) eingesetzt.

7 Umweltschutz

Aufgabe 1

- Abfall-, Ausschuss- und Müllentstehung
- Luftbelastung und Geruchsbelästigung
- Lärmemission
- Überhöhter Energieverbrauch
- Nichtrecyclinggerechte Erzeugnisse und Verpackungen
- Unnötiger Ressourcenverbrauch

Aufgabe 2

- Förderung des Verantwortungsbewusstseins der Menschen für die Umwelt durch Sensibilisierung, Motivation und Schulung
- Einsatz von Managementvertretern für den Bereich Umweltschutz
- Regelmäßige Überprüfung der Umweltpolitik eines Unternehmens
- Erfassung und Überprüfung der Umweltauswirkungen des Unternehmens
- Regelmäßige Planung und Durchführung von Überprüfungen des Unternehmens
- Handlungsgrundsätze gelten EU weit

Aufgabe 3

Umweltstrafbestände werden nach dem Strafgesetzbuch verfolgt. Da Unternehmen als juristische Personen nicht verurteilt werden können, werden die Strafen gegen leitende Mitarbeiter verhängt.