

*Beispiele:*

*Welcher Kundenbetreuer für einen bestimmten Kunden einer Privatkundenbank zuständig ist und für diesen alle gewünschten Geschäfte abwickelt, richtet sich nach dem Anfangsbuchstaben des Kundennamens.*

*Eine Boutique möchte von einem bestimmten Pullovermodell fünf handgestrickte Exemplare anbieten können und vergibt entsprechende gleichartige Aufträge an fünf Heimarbeiterinnen.*

Mengenteilung ist, im Gegensatz zum Handwerk, in der industriellen Fertigung kaum anzutreffen. Allerdings wurde bereits in Abschnitt 2.2.1.1.2 auf die Verwirklichung des Objektprinzips und damit einer Mengenteilung in Bezug auf Arbeitsgruppen hingewiesen.

**Arteilung** ist dagegen die »klassische« Arbeitsteilung, wie sie bereits von Adam SMITH als Spezialisierung beschrieben wurde. Sie besteht darin, eine Gesamtaufgabe in unterschiedliche Teilaufgaben zu zerlegen, und bedient sich in der Vorbereitung der in Abschnitt 2.2.2 beschriebenen Instrumente der Aufgabenanalyse und -synthese. Im industriellen Fertigungsprozess ist Arteilung der Regelfall.

Sind große Stückzahlen zu fertigen, kann innerhalb einer artteiligen Teilaufgabe eine Mengenteilung praktiziert werden.

### 2.2.5.1.2 Arbeitsplanung in industriellen Fertigungsprozessen

Die Arbeitsplanung erstreckt sich auf die Festlegung von Arbeitsabläufen. Sie geht von einem bereits feststehenden Produktprogramm aus und setzt somit voraus, dass eine strategische (langfristige) Planung vorangegangen ist, die jetzt konkret in die Tat umgesetzt werden soll.

Insoweit stellt die Arbeitsplanung eine mittelfristige Planung dar; jedoch umfasst sie nur solche Planungstätigkeiten, die in Bezug auf eine bestimmte Fertigung (ein bestimmtes Produkt) nur einmalig vorkommen, wie z. B.

- Festlegung der Art und Weise, in der eine bestimmte Arbeit getan werden soll,
- Festlegung der Reihenfolgen der einzelnen Arbeitsschritte,
- Festlegung der bereitzustellenden Maschinen, Werkzeuge und sonstigen Hilfsmittel und
- Festlegung der für die verschiedenen Vorgänge benötigten Zeiten.

Dabei folgt die Arbeitsplanung der Zielsetzung, die Herstellkosten je Mengeneinheit zu minimieren. Einzelne, diesem Oberziel dienliche Ziele sind dabei die Minimierung von Durchlaufzeiten, wozu wiederum die möglichst effektive Gestaltung von Arbeitsschritten und eine möglichst wegeoptimale Anordnung der Betriebsmittel beiträgt, und eine möglichst hohe Auslastung der vorhandenen Kapazitäten. Nicht alle dieser Ziele werden gleichzeitig in optimaler Weise verwirklicht werden können; auf die Möglichkeit von Zielkonflikten wurde bereits in Abschnitt 2.2.1.1.4 hingewiesen. Hier ist also eine sorgfältige Abwägung unverzichtbar.

#### **Durchlaufzeit**

Die Durchlaufzeit eines Erzeugnisses bezeichnet die Zeitspanne zwischen der Erstbearbeitung des Werkstoffes und der Fertigstellung des Produktes bis zu seiner Auslieferung an den Vertriebsbereich. Die Minimierung von Durchlaufzeiten ist ein Optimalitätskriterium der Produktionsplanung.

Werden im Mehrproduktunternehmen bei Werkstattfertigung Maschinen zur Bearbeitung mehrerer Produkte eingesetzt, so entstehen häufig Wartezeiten, während derer ein halbfertiges Produkt nicht weiterbearbeitet werden kann, weil die hierzu benötigte Maschine damit beschäftigt ist, ein anderes Produkt zu bearbeiten.

Auch im Einproduktunternehmen können Wartezeiten auftreten, wenn es nicht gelingt, die Bearbeitungszeiten an den einzelnen Bearbeitungsstationen aufeinander abzustimmen (Problem der **Taktabstimmung**).

Wesentliche weitere Zeitbegriffe im Rahmen der Fertigungsplanung sind

- **Auftragszeit:** Vorgabezeit für das Ausführen eines Auftrages (Rüsten und Ausführen) durch den Menschen; setzt sich zusammen aus der Rüstzeit und der Ausführungszeit.
- **Rüstzeit:** Vorgabezeit für das der Ausführung vorangehende Rüsten; beinhaltet Rüstgrundzeit, Rüsterholungszeit und Rüstverteilzeit.
- **Ausführungszeit:** Vorgabezeit für das Ausführen eines Auftrages; wird auf eine Mengeneinheit bezogen und beinhaltet gleichfalls Grund-, Erholungs- und Verteilzeiten.
- **Belegungszeit:** Vorgabezeit für die Belegung eines Betriebsmittels durch einen Auftrag; beinhaltet Betriebsmittelrüstzeit und Betriebsmittelausführungszeit.
- **Betriebsmittelrüstzeit:** Vorgabe für das Belegen eines Betriebsmittels durch das Rüsten für einen Auftrag; zerfällt in Betriebsmittelrüstgrundzeit und Betriebsmittelrüstverteilzeit.
- **Betriebsmittelausführungszeit:** Vorgabe für das Belegen eines Betriebsmittels durch einen Auftrag; wird auf eine Mengeneinheit bezogen und gliedert sich gleichfalls in Grund- und Verteilzeit.

Im Rahmen der **Zeitermittlung** sind u. a. folgende Daten wesentlich:

- der Zeitbedarf für die Ausführung einzelner Ablaufabschnitte,
- die Einflussgrößen, von denen dieser Zeitbedarf abhängt,
- die Bezugsmengen (Stücke), auf die sich die ermittelte Zeit bezieht.

Einflüsse auf die Ausführungszeit für einen Ablaufabschnitt gehen aus von

- der Person, die die Arbeit ausführt,
- den zum Einsatz kommenden Betriebsmitteln,
- den angewandten Arbeitsmethoden und -verfahren,
- den Arbeitsbedingungen, d. h. den Umgebungseinflüssen am Arbeitsplatz.

Im Rahmen der Fertigungsplanung kommt der Ermittlung von Soll-Zeiten als Planungsgrundlage größte Bedeutung zu. Verfahren der Zeitaufnahme, wie sie die **REFA-Methodenlehre** beschreibt, werden in Abschnitt 2.4.2.3.7 behandelt.

Bei der Planung des Fertigungsablaufs müssen neben den verfahrenstechnischen Gegebenheiten auch wirtschaftliche Gesichtspunkte beachtet werden.

Diese betreffen vor allem

- die Auslastung der Kapazitäten (Betriebsmittel und Arbeitskräfte) und
- die Materialauswahl und -verwendung.

Maschinelle Anlagen und menschliche Arbeitskraft verursachen auch dann Kosten, wenn sie nicht im produktiven Einsatz sind. Diese Kosten, etwa Arbeitslöhne, Abschreibungen oder Zinsen, stellen Fixkosten (feste Kosten) dar. Es wird das Bestreben des Betriebes sein, durch den Einsatz der Maschinen und Arbeitskräfte eine produktive Leistung zu erbringen, deren Erlöse einen möglichst hohen Beitrag zur Deckung dieser Fixkosten bieten. In aller Regel wird also eine möglichst hohe und gleichmäßige Auslastung der vorhandenen Kapazitäten angestrebt werden.

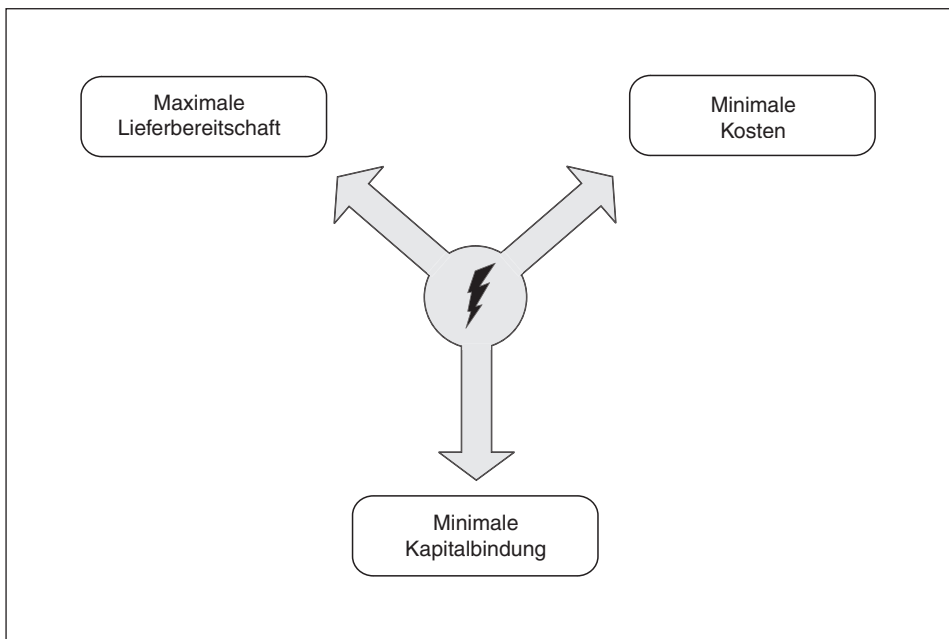
Oft sind auch **Investitionsüberlegungen** anzustellen. Möglicherweise ist es auf mittel- bis langfristige Sicht günstiger, eine ältere Anlage durch eine neue Anlage zu ersetzen, mit der kostengünstiger produziert werden kann, als die Altanlage weiter zu betreiben:

Geringerer Energieverbrauch, sparsamerer Umgang mit Material, Ausschussreduktion und höhere Abschreibungen führen regelmäßig dazu, dass der unter Einsatz von Methoden der Investitionsrechnung ermittelte wirtschaftliche Ersetzungszeitpunkt zeitlich vor dem technischen Ersetzungszeitpunkt, also dem technischen Versagen der Maschine, liegt.

Ein reibungsloser und verzögerungsfreier Fertigungsablauf setzt voraus, dass das hierzu benötigte Material stets zum richtigen Zeitpunkt in der benötigten Art, Güte und Menge am richtigen Ort verfügbar ist. Durch eine auch in Spitzenzeiten hinreichende Bevorratung wird dies sichergestellt.

In wirtschaftlicher Hinsicht befindet sich der Betrieb hier jedoch in einem Zwiespalt, der als »**Optimierungsproblematik der Materialwirtschaft**« bezeichnet wird:

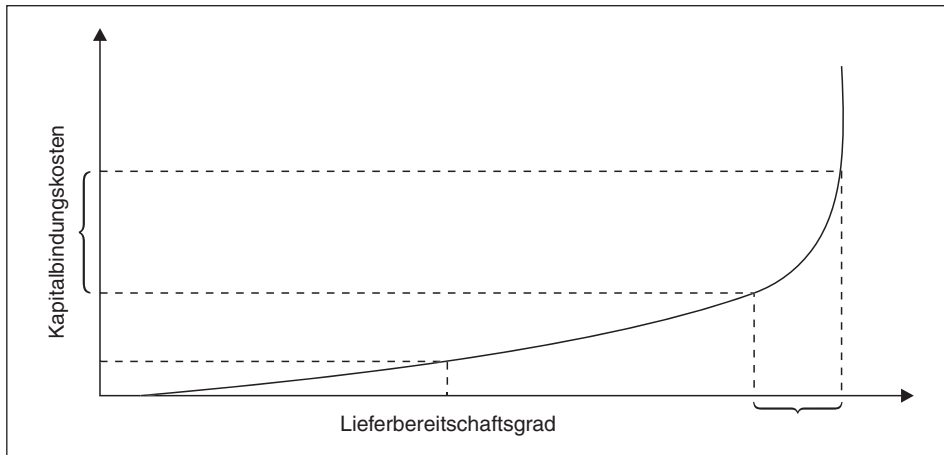
- Einerseits stellt ein hoher Materiallagerbestand die ständige Lieferbereitschaft des Lagers bei Anforderungen durch die Fertigung sicher. Ein solchermaßen hoher **Lieferbereitschaftsgrad** eröffnet dem Betrieb die Möglichkeit, zusätzliche Kundenaufträge auch kurzfristig annehmen zu können. Zudem besteht nicht die Gefahr von Leerkosten infolge eines Produktionsstillstandes wegen Nichtverfügbarkeit von Material.
- Andererseits erfordert ein hoher Lagerbestand auch ein großes Lager mit entsprechenden Bewirtschaftungskosten, deren größten Posten die Kosten des im Lagerbestand **gebundenen Kapitals** darstellen.



Optimierungsproblematik der Materialwirtschaft

Untersuchungen haben gezeigt, dass ein hoher Lieferbereitschaftsgrad mit überproportional hohen Lagerkosten erkauft wird.

Die folgende Abbildung zeigt den Zusammenhang.



Lieferbereitschaftsgrad und Kapitalkosten

Weitere wirtschaftliche Überlegungen in Hinblick auf das eingesetzte Material betreffen die Bestellpolitik, also die Häufigkeit von Bestellungen und den Umfang der jeweils bestellten Mengen, und die sparsame Verwendung des Materials, etwa im Sinne einer **Ver-schnittoptimierung**.

Die Arbeitsplanung wird in einem **Arbeitsplan** (oft auch als Fertigungsplan bezeichnet) dokumentiert. Der Arbeitsplan verdeutlicht das Zusammenwirken von Mensch, Betriebsmittel und Arbeitsgegenstand; aus ihm geht hervor, mit welchen Arbeitsvorgängen und in welcher Reihenfolge aus vorgegebenen Material unter Einsatz bestimmter Kapazitäten und festgelegter Arbeitsmethoden sowohl Rohstoffe und Teile als auch Gruppen und Erzeugnisse hergestellt werden. Außerdem sind in Arbeitsplänen die Vorgabezeiten und gegebenenfalls die Lohngruppen angegeben. Auf den Aufbau, die verschiedenen Arten und die Inhaltselemente von Arbeitsplänen wird in Abschnitt 2.2.6 ausführlich eingegangen.

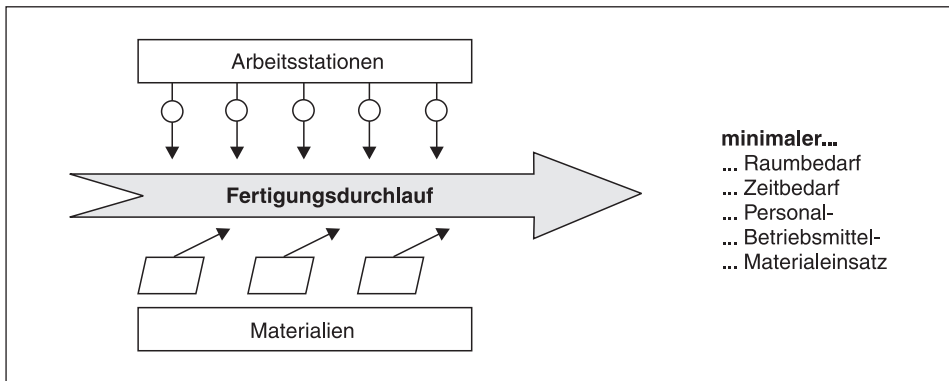
### 2.2.5.2 Material- und Werkstofffluss

Im Industriebetrieb vollziehen sich vielfältige Austauschvorgänge zwischen den verschiedenen Arbeitsplätzen. Diese machen es notwendig, dass bestimmte Arbeitsplätze zu bestimmten Zeiten oder aus bestimmten Anlässen miteinander in Kontakt treten. Nicht immer ist dabei eine Kontaktaufnahme »unter Anwesenden«, also eine physische Begegnung der Austauschenden, erforderlich, z. B. dann nicht, wenn sich ein Austausch auf Informationen (Anweisungen, Kontrollmeldungen, sonstige Mitteilungen formeller und informeller Art) bezieht. Dank der Möglichkeiten, moderne Kommunikationshilfsmittel einzusetzen, gilt gleiches inzwischen für weite Teile des Belegflusses. Anders verhält es sich jedoch mit dem Fluss des in der Produktion benötigten Materials, dessen physische Anwesenheit zu bestimmten Zeiten an bestimmten Orten unverzichtbar ist. Zu berücksichtigen sind

- der durch fertigungstechnische Umstände bestimmte **Werdegang** des Produktes und damit
- der **Weg**, den das entstehende und zu bearbeitende bzw. zu komplettierende Produkt zu nehmen hat bzw. die Arbeitsplätze und Betriebsmittel, die passiert werden müssen,
- die Zuführung benötigter **Stoffe, Teile oder Baugruppen** zu den Arbeitsplätzen, an denen sie dem Produkt hinzugefügt werden sollen,

- die Zuführung von **Werkzeugen**,
- ggf. die Zuführung begleitender **Belege**, z. B. Konstruktionszeichnungen, Auftragsbelegitscheine, Pendelkarten usw.

Für die notwendigen Transporte dieser Gegenstände müssen Beförderungswege geschaffen werden, die ggf. unter Einsatz von Transportmitteln und Personal zurückzulegen sind. Je nach Länge der Wege und Beförderungsgeschwindigkeit erfordert der Weitertransport des unfertigen Gegenstandes mehr oder weniger Zeit, während der er nicht weiterbearbeitet werden kann. Diese Zeit zu minimieren und zugleich die Kosten für Personal-, Raum- und Betriebsmitteleinsatz gering zu halten ist eine sehr wesentliche Aufgabe der Ablaufplanung, die folglich räumliche, fertigungstechnische und fördertechnische Faktoren zu berücksichtigen hat.



Ziele und Einflussgrößen der Materialflussplanung

### 2.2.5.2.1 Räumliche Faktoren der Materialflussgestaltung

Die Gestaltung des Materialflusses sollte schon bei der Planung der Errichtung einer Produktionsstätte berücksichtigt werden und in die Entscheidungen über den Betriebsstandort, die Größe und Gestalt der Gebäude und deren Einrichtung inklusive der Beförderungsmittel einfließen.

**Betrieblicher Standort:** Jeder Betrieb empfängt eine Vielzahl von Materialien von der Außenwelt. Dieser Umstand sollte daher schon bei der Wahl des Betriebsstandortes berücksichtigt werden. Maßgeblich für die Standortentscheidung sind dabei infrastrukturelle Gegebenheiten wie Straßen- und Schienenanbindung, das Vorhandensein von Wasserwegen und Häfen, die Nähe zu einem Flughafen usw.

**Betriebsgebäude:** Vor der Errichtung von Betriebsgebäuden sollte bereits über die zukünftige Anordnung der Arbeitsplätze entschieden werden. Diese wiederum richtet sich nach der gewählten Förderart, auf die in Abschnitt 2.2.5.2.3 näher eingegangen wird. Vorab soll hier aber schon angemerkt werden, dass eine Anordnung der Arbeitsmittel nach dem Flussprinzip häufig zu einer langgestreckteren Bauweise führt als eine Zusammenfassung von Arbeitsmitteln nach dem Verrichtungsprinzip und dass Produktionsstätten eher ebenerdig angelegt werden, während Lager, Verwaltungsgebäude usw. oft mehrgeschossig sind.

**Betriebseinrichtung und Beförderung:** Bei der Einrichtung der Produktionsstätten müssen die Wege, auf denen Güter und Personen verkehren sollen, von vornherein vorgesehen werden. Dabei muss darauf geachtet werden, dass diese Wege eine möglichst direkte, unwegfreie Beförderung erlauben, möglichst beidseitig zugänglich und für alle vorkom-

menden Transporte hinreichend hoch und breit sind. Geraden, ebenen Wegen ist, auch in Hinblick auf den Einsatz von Flurfördermitteln wie Gabelstaplern, der Vorzug zu geben; nicht zuletzt spielen auch Sicherheitsaspekte und damit Faktoren wie gute Einsehbarkeit, Eignung als Fluchtweg, Berücksichtigung von Brandschutzvorkehrungen usw. eine Rolle.

### 2.2.5.2.2 Fertigungstechnische Faktoren der Materialflussgestaltung

Fertigungstechnik betrifft sowohl die Fertigungsart als auch das in der Produktionsorganisation verwirklichte Ablaufprinzip.

Hinsichtlich der Fertigungsart werden – abgestellt auf die Anzahl der innerhalb eines Planungszeitraums gleichartig zu fertigenden Gegenstände – folgende **Produktionstypen** unterschieden:

**Einzelfertigung** liegt vor, wenn ein bestimmter Gegenstand genau einmal gefertigt wird.

Häufig, aber nicht zwangsläufig, konzentriert sich die Aktivität eines Unternehmens innerhalb eines Zeitraumes allein auf diesen einen Gegenstand; ein neuer Auftrag wird erst begonnen, wenn dieser Gegenstand fertiggestellt ist (**sukzessive Einzelfertigung**).

*Beispiele:*

*Ein Schiffbauunternehmen fertigt im Auftrag einer Reederei ein Kreuzfahrtschiff. Erst wenn dieses Schiff das Dock endgültig verlassen hat, wird mit den Arbeiten an dem nächsten Schiff begonnen.*

*Eine andere Werft bearbeitet an verschiedenen Liegeplätzen gleichzeitig ein Containerschiff für die Binnenschifffahrt, einen Seenotrettungskreuzer und die von einem Privatmann in Auftrag gegebene seetüchtige Motoryacht. Dabei wechseln Personal und Werkzeuge auch zwischen den verschiedenen Projekten hin und her (auch hier liegt Einzelfertigung vor; in diesem Falle spricht man aber von **simultaner Einzelfertigung**).*

**Serienfertigung** bedeutet, dass von einem bestimmten Gegenstand mehrere gleichartige Exemplare gefertigt werden, bevor eine Umrüstung der Betriebsmittel auf die Fertigungsanfordernisse eines anderen Produktes erfolgt.

Serienfertigung, die häufig in Abhängigkeit vom mengenmäßigen Umfang einer Serie in Großserienfertigung und Kleinserienfertigung unterschieden wird, ist somit typisch für Mehrproduktunternehmen, deren Produkte keine Massenware sind.

*Ein Betrieb fertigt zwei unterschiedliche Gehäusetypen für Personal Computer, die von verschiedenen Montagebetrieben abgenommen werden. Die Umstellung der Produktion von Desktop- auf Towergehäuse erfordert aufwändigere Umrüstungen der Stanz- und Biegemaschinen. Deshalb werden immer mehrere hundert Stück eines Typs gefertigt, bevor auf den anderen Typ gewechselt wird.*

Als **Massenfertigung** wird die kontinuierliche Herstellung großer Stückzahlen ein- und desselben Produktes bezeichnet. Alle Betriebsmittel werden an den Erfordernissen dieser Produktion ausgerichtet.

Hinsichtlich der **Produktionsorganisation** unterscheidet man nach

– **Verrichtungsprinzip:** Arbeitsplätze mit gleichen oder ähnlichen Arbeitsaufgaben werden zusammengefasst. Wird das Verrichtungsprinzip in reiner Form praktiziert, liegt **Werkstattfertigung** vor (→ Abschn. 2.2.7.3.1); es findet sich aber auch in der **Gruppenfertigung** (vgl. ebenda) wieder.

– **Flussprinzip:** Die Arbeitsplätze innerhalb eines Betriebes werden in der Reihenfolge des Arbeitsablaufes angeordnet und orientieren sich damit am Arbeitsgegenstand. Damit ist im Flussprinzip, das sich in reiner Form in der Fließfertigung widerspiegelt, zugleich das Objektprinzip umgesetzt.

Betriebe, die Einzelfertigung praktizieren, können sich bezüglich der Materialflusswege und der zum Einsatz kommenden Fördermittel nicht dauerhaft an einem bestimmten Produkt orientieren. Für sie ist daher eine Produktionsorganisation nach dem Verrichtungsprinzip und die Entscheidung für universell einsetzbare, eine möglichst große Einsatzbandbreite bietende Fördermittel angebracht. Dagegen bietet sich bei Mehrfach- und Massenfertigung eine Umsetzung des Flussprinzips und der Einsatz von speziell auf die Anforderungen abgestimmten Fördermitteln bis hin zu Fließfertigungsstraßen an.

Einzelheiten zu den Organisationstypen der Fertigung werden in Abschnitt 2.2.7 ausführlich behandelt.

### 2.2.5.2.3 Fördertechnische Faktoren der Materialflussgestaltung

Beförderungsmittel werden zum einen danach unterschieden, ob sie nur in der Ebene (flurgebunden) oder auch in die Höhe (flurfrei) befördern können, und zum anderen nach der Stetigkeit der Förderung. Eine andere wesentliche Unterscheidung betrifft die **Mobilität** (bzw. Ortsgebundenheit).

*Beispiele:*

*Ein Schleppkettenförderer, der einen Baumstamm nach dem anderen zur Aufsägestelle zieht, ist ein flur- und ortsgebundenes Stetigfördermittel.*

*Flurgebunden, aber nur bedarfsweise eingesetzt und damit nicht stetig fördernd, sind Hubfahrzeuge und Handkarren. Da diese Fördermittel nicht ortsgebunden sind, können sie universell praktisch im ganzen Betrieb eingesetzt werden.*

*Ein Kreisförderer, der ständig Stoffe zwecks Einfüllung in verschiedene Behälter in die obere Etage befördert, ist ein flurfreies, aber ortsgebundenes Stetigfördermittel.*

*Ein Kran ist ebenfalls flurfrei, aber unstetig, da nur sporadisch zum Heben unterschiedlicher Lasten eingesetzt. Kräne können je nach Bauart ortsgebunden, also fest installiert, oder mobil sein.*

### 2.2.5.3 Arten von Arbeitssystemen

Bereits zu Beginn dieses Hauptabschnittes wurde der Begriff des »sozio-technischen Systems« definiert. Ein Produktionsbetrieb mit allen ihn bestimmenden Aktionsträgern und allen in ihm verankerten Bedingungen und Regeln kann als ein solches System aufgefasst werden. In diesem Falle wird von einem Arbeitssystem gesprochen, das DIN EN ISO 6385:2004 wie folgt definiert:

*»System, welches das Zusammenwirken eines einzelnen oder mehrerer Arbeitender/ Benutzer mit den Arbeitsmitteln umfasst, um die Funktion des Systems innerhalb des Arbeitsraumes und der Arbeitsumgebung unter den durch die Arbeitsaufgaben vorgegebenen Bedingungen zu erfüllen«.*

Analog zu den in Abschnitt 2.2.1.1.1 in der dort wiedergegebenen Definition genannten Elementen soziotechnischer Systeme (...»die Menge von in Beziehung stehenden Menschen und Maschinen, die unter bestimmten Bedingungen nach festgelegten Regeln bestimmte Aufgaben erfüllen sollen«) werden Arbeitssysteme häufig anhand der folgenden Merkmale beschrieben.

**Arbeitsaufgabe:** Aus der Aufgabe ergibt sich die Begründung für die Schaffung und der Zweck der Existenz des Systems. Ihre Erfüllung setzt einen

**Input (Eingabe)** in Form von gegenständlichen Materialien, Menschen bzw. menschlicher Arbeitsleistung, Informationen oder Energien voraus, die im Zuge der Aufgabenerfüllung in irgendeiner Weise (räumlich oder in ihrem Zustand/ihrer Beschaffenheit) verändert wer-



den sollen, und bedingt einen **Output (Ausgabe)** von in diesem Sinne veränderten gegenständlichen Materialien, Menschen bzw. menschlicher Arbeitsleistung, Informationen oder Energien.

**Menschen** und **Betriebsmittel** werden koordiniert (»...in Beziehung stehend...«) eingesetzt, um die Transformation des Inputs in den Output zu bewirken. Dabei folgen sie einem bestimmten

**Arbeitsablauf** (»...festgelegte Regeln...«), der die räumliche und zeitliche Abfolge der Arbeitsschritte festlegt und aufeinander abstimmt. Der gesamte Prozess hat dabei die verschiedenen auf das System einwirkenden

**Umwelteinflüsse** (»...bestimmten Bedingungen...«) zu beachten, die ökonomischer, sozialer, organisationsbedingter oder physikalischer Art sein können.

Hinsichtlich der Größe der betrachteten Komplexe wird häufig folgende Unterscheidung getroffen:

- »**Makro-Arbeitssysteme**« kennzeichnet Abteilungen, Betriebe oder komplette Unternehmen;
- »**Mikro-Arbeitssysteme**« meint einzelne Arbeitsplätze und zu Arbeitsgruppen zusammengefasste Arbeitsplätze.

Hinsichtlich des letzteren Begriffes muss darauf hingewiesen werden, dass »Arbeitsplatz«, »Stelle« und »Arbeitssystem« nicht dasselbe meinen und daher nicht notwendigerweise identisch sind:

- Ein **Arbeitsplatz** wird von einem Menschen oder einer Maschine ausgefüllt und kann (muss aber nicht) durch einen bestimmten Ort gekennzeichnet sein. An ihm kann – je nachdem, wie der Fertigungsablauf organisiert ist –, an einer oder an mehreren **Arbeitsaufgaben** (mit)gearbeitet werden. Auf die verschiedenen Organisationstypen der Fertigung wird in Abschnitt 2.2.7.3 näher eingegangen.
- Eine **Stelle** (→ *Abschn. 2.2.2.2*) besteht aus einem oder mehreren Arbeitsplätzen, wobei aus den im angeführten Abschnitt genannten Gründen immer mindestens ein Mensch beteiligt ist.
- In einem **Arbeitssystem** ist, da es ein sozio-technisches System ist, immer mindestens ein Mensch beteiligt. Dieser kann eine Stelle (**»einstellige Einzelarbeit«**) oder, wenn er an mehreren Betriebsmitteln tätig ist, auch mehrere Stellen (**»mehrstellige Einzelarbeit«**) bekleiden. Wenn dem System mehrere Menschen angehören, können diese entweder eine Stelle (**»einstellige Gruppenarbeit«**) oder mehrere Stellen (**»mehrstellige Gruppenarbeit«**) ausfüllen.

Eine weitere Unterscheidung, die an die vorherigen Betrachtungen zur Materialflussgestaltung anknüpft, betrifft die Ortsgebundenheit, d. h. die Frage, ob das Material dem Arbeitsplatz zugeführt wird oder der Arbeitsplatz dem Material bzw. der Arbeitsaufgabe folgt.

**Ortsgebundene Arbeitssysteme** sind dadurch gekennzeichnet, dass die in ihnen tätigen Menschen sowie die darin verwendeten Betriebsmittel an einem festen Platz ihrer Aufgabe nachgehen. Materialströme werden dem System zugeführt bzw. aus diesem herausgeführt.

**Ortsungebundene Arbeitssysteme** sind dagegen mit dem Arbeitsgegenstand in Bewegung.

*Beispiele:*

*Ein Arbeitssystem, in dem ein Arbeiter mittels einer Spezialmaschine Formteile stanzt, ist ein ortsgebundenes Arbeitssystem. Das zu bearbeitende Material wird durch ein Förderband herangeführt; auf dem gleichen Wege werden die gefertigten Teile zur Montagestation weiterbefördert.*



Ein Arbeitssystem, bestehend aus einem Auslieferungsfahrzeug und einem Fahrer, bewegt sich während der Arbeitswoche zwischen den im ganzen Bundesgebiet verteilt liegenden Kundenorten. Der Arbeitsgegenstand ist das beförderte Gut. Für den Betrieb des Arbeitssystems ist die Zufuhr von Benzin erforderlich, die an unterschiedlichen Orten erfolgt: Die Materialeingabeorte (Auslieferungslager, Tankstellen) sind also, ebenso wie die Abgabeorte (Kundeneingangslager), feste Punkte, zu denen sich das Arbeitssystem hinbewegt.

## 2.2.6 Die Elemente des Arbeitsplanes

Wie bereits in den vorangegangenen Abschnitten deutlich gemacht wurde, zeichnet sich die industrielle Fertigung durch eine umfangreiche Vorarbeit und detailgenaue vorgeschaltete Planung aus. Diese Tätigkeiten sind in aller Regel nicht auftragsbezogen, sondern in Bezug auf eine bestimmte Fertigung (ein bestimmtes Produkt) nur einmalig zu erledigen. Die materiellen Ergebnisse dieser Vorarbeiten, die der Fertigungsdurchführung als Leitfaden dienen und ihr alle erforderlichen Grunddaten liefern, sind Zeichnungen, Stücklisten und Arbeitspläne.

Der Arbeitsplan greift die in Abschnitt 2.2.5.1.2 aufgeführten Planungstätigkeiten auf. Ein Beispiel für einen Arbeitsplan (vereinfacht) zeigt die folgende Abbildung:

Arbeitsplan Nr. BZ126					
Erzeugnis: Material:	Sachnummer:	BZ561a	Bezeichnung:	Lochplatte	
	Sachnummer:	MA122.1	Bezeichnung:	Stahlblech	
Arbeitsablauf:			Mengeneinheit:	Stück	
			Menge:	1	
Arbeitsgang	AG-Nr.	Arbeitsplatz	Rüstzeit Minuten	Bearbeitungs- zeit / Minuten	Betriebsmittel
Bohren	1	W1-1		8	B-23
Entgraten	2	W1-2		4	F-02
Polieren	3	W1-5	2	2	S-11
...	...	...	...	...	...

Arbeitsplan »Fertigung einer Lochplatte«

Arbeitspläne sollten grundsätzlich die folgenden Angaben enthalten.

**Kopfdaten:** Diese umfassen mindestens die Sachnummer des Arbeitsgegenstandes und seine Bezeichnung, ggf. auch Angaben zur Art des Arbeitsplanes (siehe unten), eine Arbeitsplannummer und, falls es sich um einen auftragsabhängigen Durchlauf handelt, auch Angaben wie Auftragsnummer, Losnummer und Losgröße.

**Materialdaten:** Das eingesetzte Material wird mit seiner Bezeichnung, Sachnummer, Mengeneinheit und benötigter Menge angegeben.

**Fertigungsdaten:** Im Einzelnen sind dies

- Nummer und Bezeichnung des Arbeitsganges (AG),
- Nummer und ggf. nähere Bezeichnung des Arbeitsplatzes, evtl. Angabe der Kostenstelle,
- Zeitvorgaben (Bearbeitungs-, Transport-, Rüstzeiten),

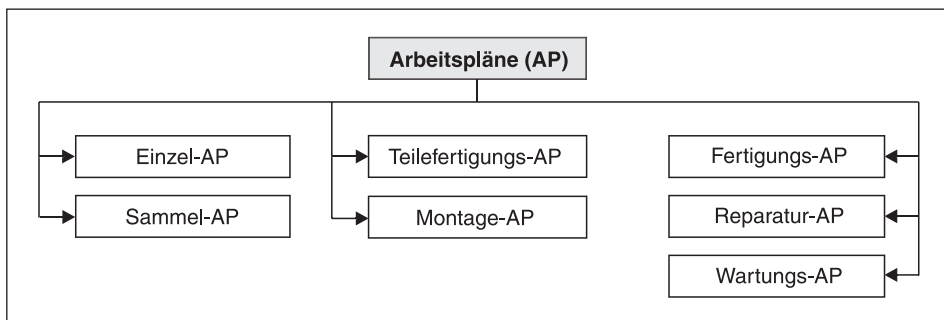
- Nummer und Bezeichnung des eingesetzten Betriebsmittels, ggf. benötigte Menge und Ort, falls dieser nicht der Arbeitsplatz ist.

Arbeitspläne sind unverzichtbare Hilfsmittel bei der Bewältigung folgender konkreter Problemstellungen, die eng miteinander verzahnt sind.

- **Fertigungsdurchführung:** Der Arbeitsplan enthält bindende Anweisungen hinsichtlich der Art und Weise, in der die einzelnen Arbeitsgänge durchzuführen sind.
- **Ablaufsteuerung:** Der Arbeitsplan legt die Reihenfolge der Arbeitsgänge fest.
- **Betriebsmittelbelegung/Arbeitsverteilung:** Aus dem Arbeitsplan ergibt sich die für die Aufgabenerledigung notwendige Belegung von Maschinen bzw. Beanspruchung von menschlicher Arbeitskraft. Diese Angaben sind Voraussetzung für eine die maschinellen Anlagen gleichmäßig auslastende, engpassbedingte Verzögerungen minimierende und Durchlaufzeiten optimierende Kapazitätsauslastung.
- **Terminierung:** Sie umfasst die Festlegung von Anfangs- und Endterminen für Aufträge und, daraus abgeleitet, für einzelne Arbeitsgänge.
- **Kalkulation und Lohnberechnung:** Aus den sich aus dem Arbeitsplan ergebenden Material-, Zeit-, Betriebsmittel- und Arbeitskräftebedarfen lassen sich die Kosten der Herstellung ermitteln.
- **Erstellung von Auftragsunterlagen:** Dies sind solche, die den Auftrag an die einzelnen Arbeitsstationen begleiten (Werkstattpapiere).
- **Qualitätssicherung:** Durch die für alle gleichartigen Aufträge bindenden gleichartigen Vorgaben stellt der Arbeitsplan per se ein Instrument der Qualitätssicherung dar. Zugleich ist er Grundlage für die Bestimmung geeigneter Prüfungen.

Wie schon mehrfach erwähnt wurde, sind Arbeitspläne von Natur aus auftragsunabhängige (auftragsneutrale) Ablaufdokumentationen. Sind konkrete Aufträge auf Basis eines Arbeitsplanes zu erledigen, wird dieser um die auftragsbezogenen Daten ergänzt.

Außerdem werden aus dem Grundaufbau des Arbeitsplanes diverse Arbeitsplanvarianten abgeleitet, die die folgende Abbildung zeigt.



Arbeitsplanvarianten

Konventionell werden Arbeitspläne von Arbeitsplanern von Hand erstellt. Im Rahmen der computerunterstützten Planung (CAP = Computer Aided Planning, → *Lehrbuch 3*) kann die Erstellung der Arbeitspläne jedoch entweder im Dialog zwischen Computer und Arbeitsplaner oder auch automatisch erfolgen.

Die Aktivitäten des CAP stehen dabei zwischen denjenigen des CAD – der computerunterstützten Konstruktion – einerseits, aus dem die Grunddaten des zu fertigenden Gegenstandes übernommen werden, und denjenigen der Maschinenprogrammierung andererseits.

### 2.2.6.1 Arbeitsgegenstandsbezogene Daten und Abläufe

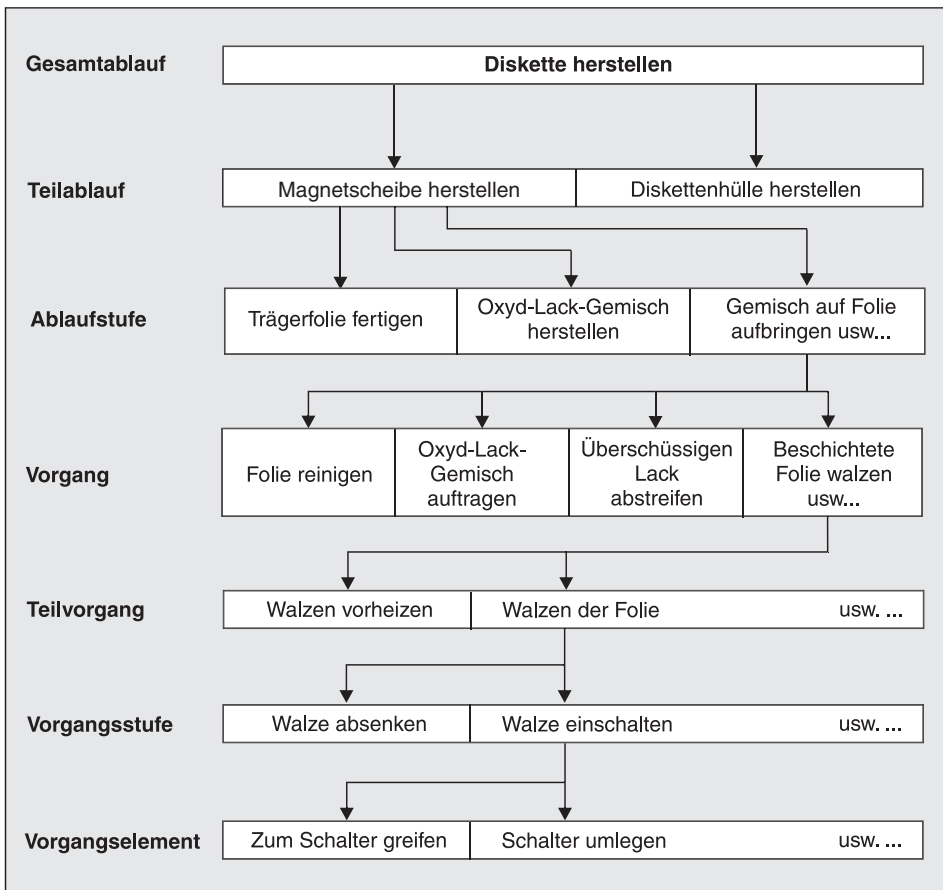
Die im industriellen Fertigungsprozess verarbeiteten Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe, selbst vorproduzierten Baugruppen und fremdbezogenen Fertigteile durchlaufen auf dem Weg zum fertigen Produkt die verschiedensten Stadien eines unfertigen/halb fertigen Produktes. Diese durchlaufenden Stücke werden als Arbeitsgegenstände bezeichnet.

Arbeitsgegenstandsbezogene Daten ergeben sich aus

- der **Materialkartei**, aus der für jedes einfließende Material bzw. Teil dessen Benennung bzw. Bezifferung, Rohmaß, Gewicht, Anlieferzustand usw. hervorgeht, und
- den **Stücklisten**, die angeben, welche Materialien und Baugruppen in welcher Anzahl in den Arbeitsgegenstand einfließen.

Zur besseren Beschreibung werden Arbeitsabläufe in der REFA-Methodenlehre in **Arbeitsablauf-Abschnitte** unterschiedlicher Größe unterteilt.

Bei der Ablaufgliederung nach Ablaufabschnitten unterscheidet man **Mikro- und Makro-Ablaufabschnitte**. Diese werden wie folgt weiter untergliedert:

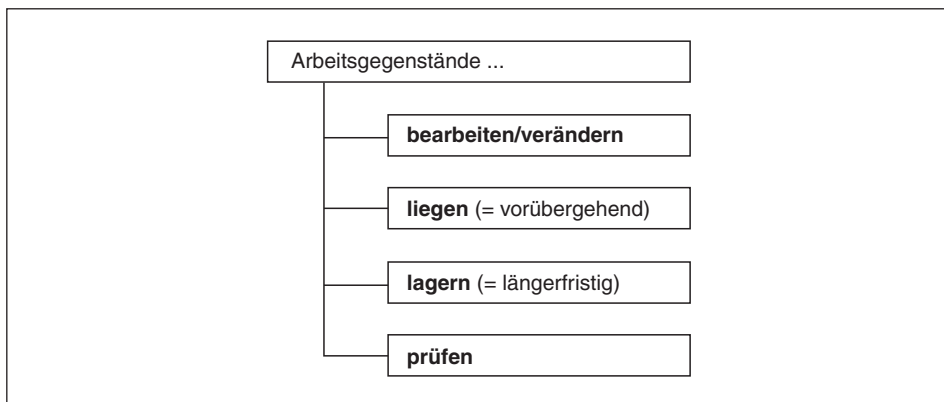


Makro- und Mikro-Arbeitsablaufabschnitte

Die einzelnen Makroablaufabschnitte werden wie folgt definiert:

- Unter einem **Gesamtablauf** wird der gesamte Arbeitsablauf verstanden, der zur Herstellung eines Erzeugnisses mit einem, wenigen oder auch vielen Baugruppen und Einzelteilen oder zur Durchführung eines sonstigen größeren Vorhabens erforderlich ist.
- Ein **Teilablauf** besteht aus einer oder mehreren Ablaufstufen (z. B. die Herstellung einer Baugruppe).
- Die **Ablaufstufe** besteht aus einer Folge von Vorgängen, die zur Herstellung eines Einzelteils erforderlich sind.
- Der **Vorgang** wird auch als Arbeitsvorgang oder **Arbeitsgang** bezeichnet; er ist die feinste Gliederung der Makroablaufabschnitte (des Gesamtablaufes) und die größte Gliederung innerhalb der Mikroablaufabschnitte. Er bezeichnet den Abschnitt eines Arbeitsablaufes, der in der Ausführung aus einer Mengeneinheit eines Arbeitsauftrages besteht. Ein Vorgang wird auch als »der auf die Erfüllung einer bestimmten Arbeitsaufgabe ausgerichtete Arbeitsablauf innerhalb eines Arbeitsplatzes« bezeichnet. Er besteht im Allgemeinen aus mehreren Teilvorgängen.
- Ein **Teilvorgang** besteht aus mehreren Vorgangsstufen, die wegen der besseren Überschaubarkeit als Teil der Arbeitsaufgabe zusammengefasst werden (z. B. Werkstück ein- und ausspannen). Die Größe eines Teilvorganges ist nicht eindeutig festgelegt. Sie hängt von dem Zweck der Unterteilung des Vorganges in Teilvorgänge ab.
- **Vorgangsstufen** sind Abschnitte eines Teilvorganges, die eine in sich abgeschlossene Folge von Vorgangselementen umfassen.
- **Vorgangselemente** sind Teile einer Vorgangsstufe, die weder in ihrer Beschreibung noch in ihrer zeitlichen Erfassung weiter unterteilt werden können. Vorgangselemente unterscheidet man in Bewegungselemente und Prozesselemente.
- **Bewegungselemente** sind Grundbewegungen, die vom Menschen ausgeführt werden, wie z. B. Hinlangen zu einem Arbeitsgegenstand, Greifen eines Arbeitsgegenstandes usw.
- **Prozesselemente** sind Grundelemente die von Maschinen ausgeführt werden, wie z. B. Doppelhub bei Stoßmaschinen, Schweißvorgang beim Punktschweißen.

Im Zuge der Bearbeitung von Arbeitsgegenständen lassen sich folgende Ablaufarten unterscheiden:



Ablaufarten, bezogen auf Arbeitsgegenstände

2.2.6.2 Betriebsmittelbezogene Daten und Abläufe

Die Daten der Betriebsmittel sind in der Maschinenkarte und evtl. vorhandenen Betriebsmittelkarteikarten enthalten. Der Maschinenkarte sind dabei alle **technischen Daten** eines Betriebsmittels zu entnehmen. Eine weitverbreitete Vorgabe für die Ausfertigung von Maschinenkarten wurde vom »Ausschuss für wirtschaftliche Fertigung e.V.« (AWF) entwickelt (heute: »Arbeitsgemeinschaften für Vitale Unternehmensentwicklung e. V.«).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
AWF® Maschinenkarte für Flachsleifmaschine		Kurzzeichen nach AWF 310		Benennung		Präzisions-Horizontalfach- und Profilschleifmaschine		Typ PROF IMAT 40B		Fabrik-Nr. 12 870		Hersteller HAUNI-WERKE KÖrber & Co. KG., Bergedorf		Lieferer		Bajahr 1985		Masch.-Gruppe		Bestell-Nr.		Kostenstelle		Inventur-Nr.		Internes Kennzeichen					
Technische Daten		Arbeitsbereich		max. Schleiflänge		max. Schleifbreite		max. Arbeitshöhe bei neuer/abgenutzter Schleifscheibe		max. Werkstückgewicht		Rundschich-Ø		Aufspannfläche		T-Nuten n. DIN		Nutenbreite		Höhe über Flur min./max.		Schleifspindel		Werkzeugaufnahme		Spindel-Ø i. Vorderen Lager		Schwenkbarkeit		max. Drehmoment	
Zubehör / Sondereinrichtungen		Profiliertgerät		Magnetspannplatte		Bandfilteranlage																									
Besonders geeignet für																															
Lichtbild und Grundflächenmaße																															
Fundamentplan-Nr.																															
Stromlaufplan-Nr.																															

AWF-Maschinenkarte (Vorderseite) für eine Flachsleifmaschine

Best.-Nr. AWF 3010 Nachdruck verboten (10.83) © 1981 by Ausschuss für Wirtschaftliche Fertigung e. V., Berlin Beuth-Verlag GmbH, Berlin 30

Der **Betriebsmittelkarteikarte** können der Betriebsmittelzustand, die Wartungsintervalle, ausgeführte Reparaturen, Überholungen, Zeichnungen und Ersatzteillisten entnommen werden.

Für die Kennzeichnung der Betriebsmittel durch Nummern kennt die betriebliche Praxis verschiedene Systeme »sprechender«, d. h. das Betriebsmittel klassifizierender und spezifizierender Nummern.

Ein gebräuchliches Verfahren ist die Vergabe einer Arbeitsplatznummer in Verbindung mit der Kostenstellenummer.

*Beispiel:*

*Für Drehmaschinen eines bestimmten Typs wird die Nummer 123 vergeben. Die Reparaturwerkstatt hat die Kostenstelle 320. Die Drehmaschine in der Reparaturwerkstatt wird daher mit der Kennnummer 320/123 bezeichnet.*

Ein anderes Verfahren vergibt Nummern, aus denen die Gattung, Art, Größe, Leistung usw. des Betriebsmittels erkennbar werden.

*Ein Betrieb legt mit der ersten Ziffer der Betriebsmittelnummer die Gattung des Betriebsmittels fest:*

*Erste Ziffer... steht für...*

- 1 Drehmaschine
- 2 Bohrmaschine
- 3 Fräsmaschine
- 4 Schleifmaschine

*usw.*

*Mit der zweiten Stelle wird eine Detaillierung vorgenommen, z. B.*

- 10 Plandrehmaschine
- 11 Spitzendrehmaschine
- 12 Karusselldrehmaschine
- 13... Revolverdrehmaschine...
- 18 Drehautomat mit 8 Spindeln

Die dritte und vierte Stelle geben Größendaten einer Maschine, z. B. bei Drehmaschinen die Spitzenhöhe, bei Fräsmaschinen die Tischgröße usw., an.

Die fünfte und sechste Stelle bezeichnen weitere Maschineneigenschaften, z. B. die Spitzweite bei Drehmaschinen, den Spindeldurchmesser bei Fräsmaschinen.

Die Nummer im Zusammenhang setzt sich also wie folgt zusammen:

XX . XX . XX
Kennzahl für sonstige Maschineneigenschaften Kennzahl für Maschinengröße Gattung und Art der Maschine

Betriebsmittel-Benummerungssystem

Mit dem vorstehend beschriebenen System kann eine Maschine relativ genau klassifiziert werden. Es gibt eine Vielzahl weiterer Nummernsysteme für Werkzeugmaschinen, auf die hier nicht eingegangen werden kann.

Die Benummerung der Betriebsmittel und Arbeitsplätze kann auch nach den jeweiligen Erfordernissen der im Betrieb eingeführten Betriebsdatenerfassungssysteme erfolgen.

## 2.2.7 Aspekte zur Gestaltung des Arbeitsvorgangs

Im Folgenden steht die Gestaltung ortsgebundener Arbeitsplätze und der sich an ihnen vollziehenden Arbeitsvorgänge im Vordergrund, wobei zunächst Arbeitsbedingungen, Arbeitsmethoden und -verfahren sowie Arbeitsplatztypen behandelt werden sollen. Auf die ergonomischen Aspekte der Arbeitsplatzgestaltung wird dagegen ausführlich unter 2.4.2.3 eingegangen werden. Die individuelle Einrichtung des persönlichen Arbeitsumfeldes wird in Lehrbuch 3.

### 2.2.7.1 Arbeitsbedingungen

Unter dem Begriff »Arbeitsbedingungen« werden die Umgebungseinflüsse zusammengefasst, die auf ein Arbeitssystem einwirken. Im engeren Sinne sind hierunter die direkt den einzelnen Arbeitsplatz betreffenden Umwelteinflüsse, also Belüftung, Klima, Temperatur, Beleuchtung, Farbgebung, Lärm-, Staub-, Schmutz-, Strahlen- und sonstige Belastung am Arbeitsplatz zu verstehen. Wenn hier und an späterer Stelle von Arbeitsbedingungen gesprochen wird, ist dieser enger gefasste Begriff gemeint.

Im weiteren Sinne und immer dann, wenn über den einzelnen Arbeitsplatz hinaus der Betrieb oder das Unternehmen in seiner Gesamtheit betrachtet wird, sind unter Umwelteinflüssen aber auch alle sonstigen technischen, wirtschaftlichen, politischen, rechtlichen, organisatorischen und sozialen Einflüsse zu verstehen.

### 2.2.7.2 Arbeitsverfahren, Arbeitsmethode und Arbeitsweise

Das **Arbeitsverfahren** trifft bezüglich der zu erledigenden Aufgabe Festlegungen über das fachliche Vorgehen und die organisatorische Lösung.

**Fachliches Vorgehen:** Falls für die Erfüllung der Aufgabe verschiedene Prozeduren in Frage kommen, ist die Entscheidung für ein bestimmtes Verfahren von richtungsweisender, die Einrichtung und Anordnung der Arbeitsplätze und den Einsatz menschlicher Arbeitsleistung und bestimmter Betriebsmittel und Werkstoffe maßgeblich beeinflussender Bedeutung.

**Organisation:** Die organisatorische Gestaltung des Fertigungsablaufs drückt sich vor allem in der räumlichen Anordnung der Arbeitsplätze und Betriebsmittel zueinander aus. Von den verschiedenen Organisationstypen der Fertigung wird im folgenden Abschnitt noch ausführlich die Rede sein.

Für die optimale Gestaltung des Arbeitsverfahrens ist es unerlässlich, dass sich die Entscheidungsträger über die verschiedenen in Frage kommenden Technologien auf dem Laufenden halten und befähigt sind, deren Übertragbarkeit auf die konkrete betriebliche Erfordernis einschätzen zu können.

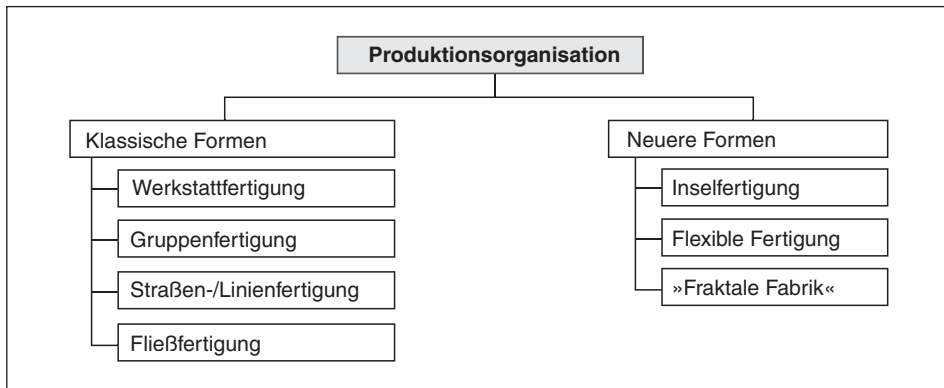
Auf die Festlegung des Arbeitsverfahrens, die, wie schon gesagt, von grundlegender und im Allgemeinen auch langfristiger Bedeutung ist, folgt die Erstellung von Regeln zur Ausführung des Arbeitsablaufes bei Anwendung des bestimmten Arbeitsverfahrens. Diese stellen in ihrer Gesamtheit die **Arbeitsmethode** dar. Gut ist diejenige Arbeitsmethode, die mit geringstem Aufwand zu einem hohen Arbeitsergebnis führt.



Die **Arbeitsweise** schließlich meint die individuelle Ausführung des Arbeitsablaufes durch den Menschen. Bei Einhaltung der Arbeitsmethode ist das der Spielraum, der durch die Persönlichkeit des arbeitenden Menschen ausgefüllt werden kann.

### 2.2.7.3 Arbeitsplatztypen und Organisationstypen der Fertigung

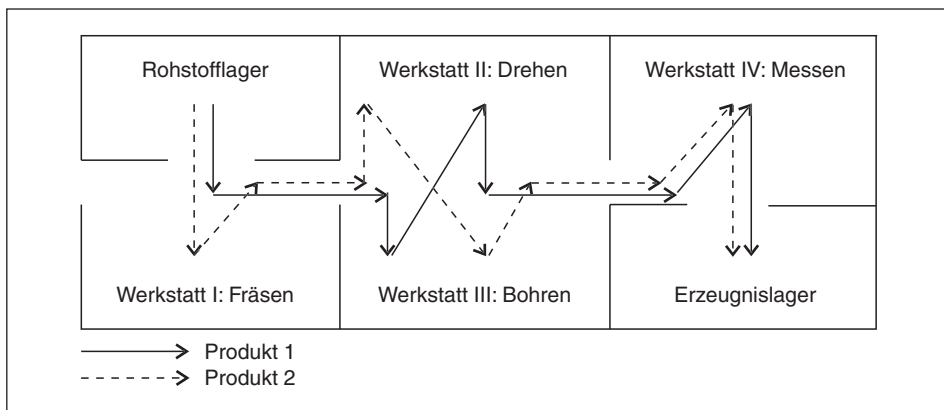
In Abschnitt 2.2.5.3 wurde bereits darauf hingewiesen, dass ein aus einem Menschen oder einer Maschine bestehender **Arbeitsplatz** an der Erfüllung einer oder auch mehrerer **Arbeitsaufgaben** beteiligt sein kann. Die Unterscheidung in verschiedene Arbeitsplatztypen ergibt sich daher aus den verschiedenen Organisationstypen der Fertigung, die die folgende Abbildung zunächst im Überblick zeigt, bevor auf die einzelnen Typen eingegangen wird.



Organisationstypen der Fertigung

#### 2.2.7.3.1 Werkstattfertigung

Die Werkstattfertigung, die auch als Fertigung nach dem Verrichtungsprinzip bezeichnet wird, ist ein ortsgebundenes Organisationssystem, bei dem Arbeitsplätze und Maschinen mit gleicher Arbeitsaufgabe jeweils in einem Raum untergebracht sind: Die einzelnen Werkstätten heißen beispielsweise Dreherei, Fräserei, Schweißerei usw. Diese Form der Arbeitsmittelanordnung orientiert sich an der Verrichtung, nicht jedoch am Arbeitsablauf.



Anordnung der Arbeitsplätze bei Werkstattfertigung

**Vorteile:**

- Die auf eine bestimmte Verrichtung spezialisierten Arbeitskräfte und Maschinen sind in derselben Werkstatt untergebracht und können sich daher bei Ausfällen leicht gegenseitig vertreten.
- Bei Beschäftigungsschwankungen kann die Arbeit (sowohl im Falle von Mehrarbeit als auch bei Auslastungsrückgang) unproblematisch und gerecht auf die Arbeitsplätze verteilt werden; freie Kapazitäten, aber auch Engpässe, können direkt festgestellt und behoben werden.
- Die Umstellung der Produktion und die Aufnahme neuer Erzeugnisse in das Produktionsprogramm ist relativ unproblematisch möglich. Damit eignet sich diese Anordnung der Arbeitsplätze insbesondere für Betriebe mit häufig wechselnder Auftragsproduktion.
- Es gibt keine direkte Abhängigkeit mit vor- oder nachgelagerten Arbeitsplätzen; die anstehenden Aufgaben können im individuellen Tempo des Ausführenden erledigt werden.

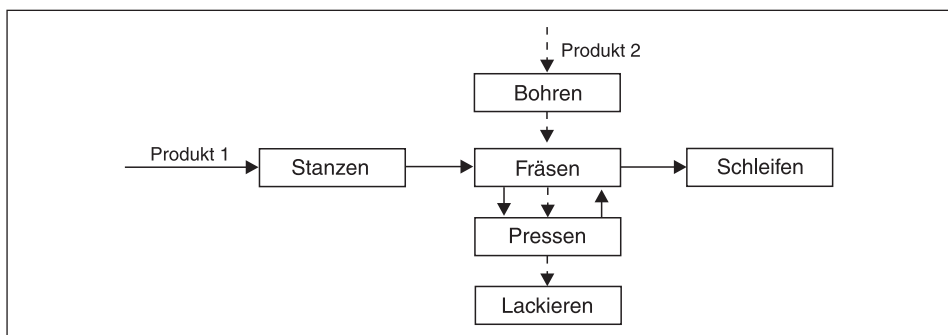
**Nachteile:**

- Die Anordnung der Arbeitsplätze ist nicht auf den Materialfluss abgestimmt. Hieraus resultieren teilweise lange Materialtransportwege.
- Es werden besondere Transportmittel zur Weitergabe der Arbeitsgegenstände benötigt.
- Der Flächenbedarf für Werkstätten, Wege und Zwischenlager ist bei Werkstattfertigung meist höher als bei anderen Organisationstypen.
- Lange Durchlaufzeiten und daraus resultierende relativ hohe Kapitalbindung.

Hinweis: Ein verwandt klingender, aber eine grundsätzlich andere Organisationsform beschreibender Begriff ist derjenige der Werkbankfertigung. Diese ist häufig im Handwerk anzutreffen und dadurch gekennzeichnet, dass eine einzelne Arbeitskraft alle an einem Gegenstand vorzunehmenden Arbeiten selbst ausführt. In diesem Falle kann von Verrichtungsorientierung keine Rede sein; es handelt sich vielmehr um Objektorientierung.

**2.2.7.3.2 Gruppenfertigung**

Die Gruppenfertigung (häufig auch als **Gemischtfertigung** bezeichnet) verbindet die oben geschilderte Werkstattfertigung mit den nachfolgend beschriebenen Verfahren, bei denen die Anordnung der Arbeitsplätze und Maschinen dem Flussprinzip folgt: So werden die Arbeitsplätze zwar in der durch den Arbeitsfluss vorgegebenen Reihenfolge angelegt; die für bestimmte Erzeugnisse oder Baugruppen benötigten Fertigungseinrichtungen werden jedoch verrichtungsorientiert zu homogenen Gruppen zusammengefasst. Damit vereinigt diese Organisationsform der Fertigung die Flexibilität und Übersichtlichkeit der Werkstattfertigung mit der aus der Flussorientierung resultierenden Verkürzung der Transportwege im Materialfluss.



Gruppenfertigung

### 2.2.7.3.3 Reihenfertigung

Bei der Reihenfertigung, die oft auch als Straßen- oder Linienfertigung (diese Begriffe meinen dasselbe) bezeichnet wird, sind die Fertigungseinrichtungen nach dem **Flussprinzip** angeordnet, also in derjenigen Reihenfolge, die das Material auf dem Weg zum fertigen Produkt durchläuft. Hieraus resultiert eine straßenartige Aufstellung von Maschinen und Arbeitsplätzen und eine Arbeitszerlegung, die den Einsatz von Spezialmaschinen ermöglicht. Jedem Produkt ist eine eigene Fertigungsstraße zugeordnet, woraus ein wesentlicher Kostennachteil resultiert; denn gleichartige Arbeitsgänge innerhalb der Herstellung verschiedener Produkte können (im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen Organisationsformen) nicht auf derselben Arbeitsstation erledigt werden. Vielmehr muss jede Straße über einen kompletten Anlagensatz verfügen.

Die Flexibilität dieses Organisationsmodells hinsichtlich der Anpassung der Produktion an geänderte Verfahren oder Markterfordernisse ist relativ gering. Der Vorteil dieses Systems liegt in der Minimierung der Transportwege, die allerdings nicht zwangsläufig mit einer Minimierung der Durchlaufzeit einhergeht: Da bei Straßenfertigung (im Gegensatz zur nachfolgend beschriebenen Fließfertigung) keine zeitliche Festlegung und Abstimmung der einzelnen Arbeitsschritte erfolgt, können Wartezeiten vor einzelnen Arbeitsstationen entstehen.

### 2.2.7.3.4 Fließfertigung

Die Anordnung der Fertigungseinrichtungen entspricht bei der Fließfertigung der der Straßenfertigung. Der Unterschied zwischen beiden Organisationstypen besteht darin, dass bei der Fließfertigung eine zeitliche Abstimmung der einzelnen Arbeitsschritte erfolgt, so dass das zu bearbeitende Material die verschiedenen Stationen ohne Wartezeiten durchlaufen kann. Die Weitergabe des Arbeitsgegenstandes erfolgt durch ein bewegliches Beförderungsmittel (z. B. ein Fließband oder eine Rollbahn), das sich in gleichbleibender Geschwindigkeit fortbewegt. In älteren Anlagen bewegen sich die Werkstücke an den Bearbeitungskräften vorbei, während modernere Bänder die Arbeiter und Werkzeuge mittransportieren und im Stande sind, die Lage des Arbeitsgegenstandes zwischen den verschiedenen Bearbeitungsgängen zu verändern, ihn also z. B. zu drehen, anzuheben usw.

Bei einigen Produkten (Gas, Bier, Papier) führen chemische Prozesse oder technische Notwendigkeiten zwangsläufig zu einer ganz bestimmten Anordnung der Arbeitsplätze. In diesen Fällen spricht man von **Zwangslaufertigung**.

Ist die Fließfertigung dagegen beabsichtigt, ohne dass hierfür eine zwingende Notwendigkeit besteht, handelt es sich um **organisierte Fließfertigung**. Diese findet sich z. B. in der Automobilherstellung.

Fließfertigung ist immer zugleich Massenfertigung, da die Anpassungsfähigkeit der in sie einbezogenen Fertigungseinheiten äußerst gering ist.

Ihren **Vorteilen**, nämlich

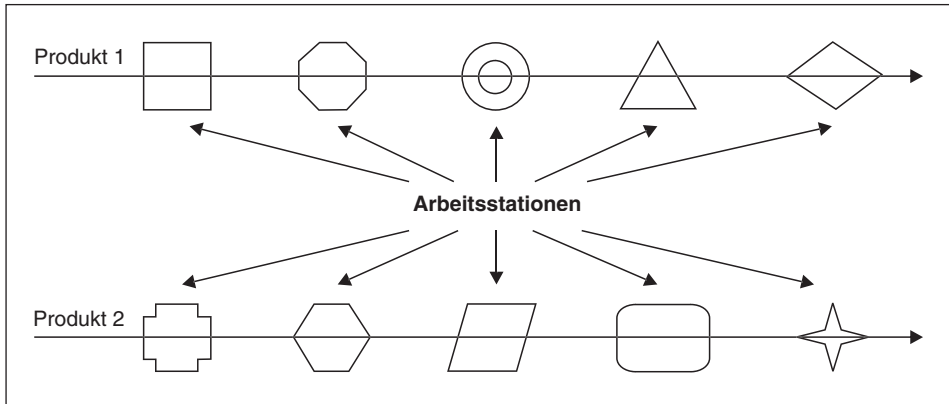
- minimierten Durchlaufzeiten und entsprechend verringerten Transport-, Lager- und Personalkosten,
- qualitativer und quantitativer Leistungssteigerung durch Spezialisierung von Menschen und Maschinen und
- Übersichtlichkeit der Fertigung,

stehen massive **Nachteile** gegenüber:

- Mangelnde Anpassungsfähigkeit,
- Gefahr des Vollaussfalls durch Störungen im Ablauf,
- Einseitigkeit der Arbeit.

Vor allem wegen der sozialen Problematik wird die Fließfertigung stark kritisiert. Sie bedingt monotone, langweilige Arbeiten; dem Fließbandarbeiter, der eine bestimmte Verrichtung am entstehenden Produkt ständig wiederholt, geht der Bezug zum fertigen Erzeugnis und damit das unmittelbare Erfolgserlebnis verloren.

In modernen Betrieben wird daher häufig anstelle des geradlinigen Fließbandverlaufs ein durch Schleifen aufgelockerter Ablauf geschaffen, der die Bildung von Arbeitsgruppen erlaubt, innerhalb derer sich die Arbeiter bei ihren verschiedenen Tätigkeiten abwechseln können.



Fertigung nach dem Flussprinzip

### 2.2.7.3.5 Inselfertigung

Auf die Erkenntnis der nachteiligen Auswirkung der Fließfertigung reagierten zahlreiche Betriebe mit der Umstellung auf **Gruppenarbeit**: In Fertigungsinseln, denen eine überschaubare Anzahl von nicht mehr als zwanzig Arbeitern zugeordnet wird, werden größere Arbeitsaufgaben in kollektiver Verantwortung unter Praktizierung motivationsfördernder Führungselemente erfüllt.

Diese Instrumente sind

- **Job Rotation** (Aufgabentausch): In regelmäßigen Zeitabständen tauschen die Gruppenmitglieder ihre Arbeitsplätze. Im Idealfall kann jeder jede Aufgabe übernehmen und somit auch jeden Kollegen vertreten. Dieses System bietet Abwechslung und wirkt horizontalerweiternd, bedingt aber einen hohen Schulungsaufwand und Rationalitätseinbußen, die aber wiederum teilweise durch gestiegene Motivation, sinkenden Krankenstand und – dank größerer Aufmerksamkeit der Ausführenden – sinkende Unfallhäufigkeit und -schwere aufgefangen werden.
- **Job Enlargement** (Aufgabenerweiterung): Dem einzelnen Mitarbeiter werden abgeschlossene, zusammenhängende Arbeitsgänge übertragen, d. h. es gibt keine Zerstückelung von Arbeitsprozessen bis hin zu einzelnen Handgriffen.
- **Job Enrichment** (Aufgabenanreicherung): Die Stelle wird durch die Übertragung von Verantwortung, Mitspracherechten und Kontrollbefugnissen qualitativ aufgewertet.
- Praktizieren von Selbstregulation, Selbstbestimmung und Selbstverwaltung in **teilautonomen Arbeitsgruppen**: Wenn den Arbeitsgruppen weitgehende Freiheit in der Entscheidung über die Arbeitsverteilung und die Art und Weise der Aufgabenerfüllung gewährt wird, wirkt sich dies häufig sowohl motivationsfördernd als auch – infolge der höheren Eigenverantwortlichkeit und höherem »Team-Bewusstsein« – fehlersenkend aus.

### 2.2.7.3.6 Flexible Fertigung

Die flexible Fertigung stellt eine neuere Entwicklung innerhalb der Fertigungsverfahren dar. Sie erfordert den intensiven Einsatz computergesteuerter Maschinen – **CAD/CAM**- und **CIM**-Systeme – (→ *Lehrbuch 3*). Eine flexible Fertigungszelle ist eine »computer-gesteuerte Werkstatt« mit einer oder mehreren CNC-Maschinen, deren Verbund als **DNC-System** (DNC = Direct Numerical Control) bezeichnet wird, ferner einer Versorgungseinrichtung, die diese Maschinen mit wechselnden Werkzeugen versorgt, und einer Beladestation, die das jeweils benötigte Material heranführt und positioniert. Mehrere solcher Zellen können durch die Installation eines gemeinsamen Transport- und Steuerungssystems zu einem flexiblen Fertigungssystem zusammengefasst werden. Im Idealfall können unterschiedliche Werkstücke in beliebiger Reihenfolge automatisch, d. h. ohne jeden manuellen Eingriff, bearbeitet werden. Damit zeichnet sich dieses System durch außerordentliche Flexibilität aus.

Der Einsatz menschlicher Arbeitskraft innerhalb flexibler Fertigungssysteme beschränkt sich auf Dispositions-, Steuerungs- und Kontrollaufgaben. Diese anspruchsvollen Tätigkeiten, die – wie oben unter dem Stichwort »Job rotation« geschildert – im Rotationsverfahren ausgeübt werden können, erfordern eine breitgefächerte Qualifikation der Mitarbeiter, die häufig über eine Spezialausbildung erworben werden muss, sowie das Vorhandensein von Schlüsselqualifikationen wie Kooperations-, Koordinations- und Kommunikationsfähigkeit. Die Schaffung solcher Arbeitsstellen stellt einen bedeutenden Beitrag zur Humanisierung der Arbeitswelt dar, mit ihr geht aber auch ein aktuell in vielen Betrieben beobachtbares Phänomen einher: Durch die Verlagerung verantwortlicher und anspruchsvollerer Aufgaben auf die Ebene der ausführenden Stellen fallen angestammte Aufgaben der vorgelagerten Führungsebene, z. B. auch der Meisterebene, fort.

### 2.2.7.3.7 Die fraktale Fabrik

Vor allem in Zusammenhang mit dem prozessorientierten Qualitätsmanagement, aber auch bedingt durch immer komplexer werdende und dadurch an Transparenz verlierende Prozessabläufe wird in der modernen Fabrikplanung zunehmend darüber nachgedacht, wie der Übergang von funktionsorientierten Produktionsstrukturen zu einer prozessorientierten Arbeitsstrukturierung geleistet werden kann. Dieser wird insbesondere für Betriebe mit **Varianteinfertigung** für notwendig gehalten, bei der typischerweise einzelne Bauteile und Baugruppen in mehreren Produkten Verwendung finden und einzelne Arbeitsstationen von mehreren Produkten durchlaufen werden müssen. Aus letzterer Erfordernis resultiert die Weiterentwicklung der zuvor beschriebenen **Gruppenfertigung** (→ *Abschn. 2.2.7.3.2*) zu einer die Vorteile der oben beschriebenen flexiblen Fertigung so weit wie möglich nutzenden Struktur, für die sich inzwischen der Begriff der »fraktalen Fabrik« durchgesetzt hat.

### 2.2.7.3.8 Sonstige Organisationstypen und -prinzipien

An dieser Stelle sollen einige weitere häufig gehörte Prinzipien und Organisationsformen aus dem Bereich der Fertigungsorganisation erläutert werden.

- **Sternprinzip:** Hierunter ist die sternförmige Anordnung von Arbeitsplätzen um ein Zwischenlager herum zu verstehen. Dabei wird der Arbeitsgegenstand nach jeder Bearbeitung an einem Arbeitsplatz von diesem ans Zwischenlager zurückgegeben und von dort von der im Ablauf folgenden Arbeitsstation abgeholt. Ein direkter Transport des Arbeitsgegenstandes zwischen den einzelnen Arbeitsstationen ist nicht vorgesehen.
- **Baustellenprinzip:** Der Arbeitsgegenstand ist ortsgebunden und kann daher nicht zu den Arbeitskräften oder Betriebsmitteln transportiert werden; vielmehr müssen sich diese zum Arbeitsgegenstand hinbewegen. Dieses Prinzip wird bisweilen auch als Platzprinzip, die dazuhörige Fertigung als Baustellenfertigung bezeichnet.