

Wesen und Vorgehensweisen der Arbeitsplanung darstellen

Die Arbeitsplanung wird im Produktionsbetrieb fast ausschließlich computerunterstützt durchgeführt. Deshalb müssen Informatikerinnen und Informatiker zur Optimierung des Hardware- und Softwareeinsatzes in diesem Bereich die Ziele, die Aufgaben und die im Arbeitsplan verwendeten Objekte kennen.

Dazu erhalten die zukünftigen Informatikerinnen und Informatiker mit diesem Lernmodul einen Überblick über die Arten von Arbeitsplänen, über die prinzipiellen Vorgehensweisen ihrer Erstellung und ihres Aufbaus sowie über die Aufbewahrung und Speicherung von Arbeitsplanstammdaten.

Alle notwendigen Informationen und Arbeitsunterlagen sind in diesem Lernmodul enthalten.

Dieses Lernmodul ist im häuslichen Studium zu erarbeiten.

Der benötigte Zeitaufwand liegt bei ca. 5 Stunden.

Zusätzlich findet im Begleitunterricht 1 Stunde Festigung und Vertiefung fachspezifischer und fächerübergreifender Zusammenhänge sowie die Beschreibung typischer Aufgaben und Problemstellungen statt.

LERNMODUL 5

Ziele

Ausgangssituation

Planung

Fallbeispiel**„Vorbereitung der computergestützten Arbeitsplanung“**

Sie sind als angehender Informatiker in der Fa. Muster beschäftigt und Mitglied einer Projektgruppe zur Firmenerweiterung.

Die Fa. Muster stellt im Wesentlichen Präzisionsdrehteile her und will den Produktionsumfang auf der Basis von Verträgen mit neuen Partnern aus der Automobilbranche verdoppeln.

Die Projektgruppe hat in der Fa. Muster computergestützte Systeme in der Arbeitsvorbereitung, in der Fertigungsprogrammablaufplanung und im Verwaltungsbereich eingeführt.

Als nächste Aufgabe steht vor der Projektgruppe die Einführung der computergestützten Arbeitsplanung.

1 Ziele und Aufgaben der Arbeitsplanung	4
2 Arbeitspläne	6
2.1 Merkmale und Ziele von Arbeitsplänen.....	6
2.2 Arten und Inhalt von Arbeitsplänen	7
3 Arbeitsplanerstellung	10
3.1 Voraussetzungen	10
3.2 Vorgehensweise.....	11
3.3 Erstellungsart	13
4 Arbeitsplanerstellungssarchivierung	16
4.1 Aufbewahrung	16
4.2 Speicherung	16
Lösungsanhang	20

Inhaltsverzeichnis

Lernbereich**1 Ziele und Aufgaben der Arbeitsplanung**

Eine wichtige Informationsbasis für einen Großteil der Funktionen der Fertigungsvorbereitung ist der **Arbeitsplan**. Er enthält detaillierte Anweisungen zur Fertigung der Erzeugnisse und ergänzt **Zeichnung** und **Stücklisten** zu den **Fertigungsunterlagen**. Arbeitspläne enthalten Angaben zu

- den Arbeitsgängen,
- der Arbeitsgangfolge,
- den benötigten Fertigungseinrichtungen,
- den Werkzeugen, Vorrichtungen, Steuerprogrammen
- den Vorgabe-Zeiten für die Fertigung und
- den erforderlichen Materialien.

Für die Arbeitsplanung haben sich eine Reihe von Verfahren herausgebildet. Dabei ist zu unterscheiden, ob die Pläne in derselben oder ähnlichen Form bereits entwickelt worden sind oder ob es sich um eine Neuplanung handelt.

Die Arbeitsplanung umfasst alle einmalig auftretenden Planungsmaßnahmen, um den Arbeitsablauf festzulegen und alle Maßnahmen, welche die Durchführung des Arbeitsablaufes ermöglichen. Damit sind im Arbeitsplan alle notwendigen Daten für die Fertigung enthalten.

So sind zum Beispiel folgende Fragen zu klären:

- Wer liefert? (Welche Abteilung, Kostenstelle oder welcher Arbeitsplatz?)
- Was? (Wie viele Teile, Baugruppen, Erzeugnisse?)
- Woraus? (Aus welchem Werkstoff, welche Festigkeit, Bearbeitbarkeit?)
- Wie? (In welchem Bearbeitungs- oder Montagezustand?)
- Wann? (Zu welchen Zeitpunkten, Terminen?)
- Wem? (An welche Abteilung, Kostenstelle oder an welchen Arbeitsplatz?)
- Wozu? (Zu welchem Arbeitsvorgang?)
- Womit? (Welche Maschine, welche Vorrichtung und Werkzeuge?)

Die Arbeitsplanung hat die Aufgabe, den Fertigungsprozess für Einzelteile, Halbfabrikate und Enderzeugnisse im Gesamtablauf detailliert zu beschreiben. Das Ziel der Arbeitsplanung liegt in einem störungsfreien Arbeitsablauf zur termingerechten und qualitätsgerechten Fertigstellung von Erzeugnissen. Durch die Arbeitsplanung wird die Wirtschaftlichkeit der Fertigung wesentlich bestimmt. Wichtigste Zielstellung ist die Minimierung der Fertigungskosten.

Unterstellt man das, so leiten sich daraus Einzelziele ab wie der wirtschaftliche Betriebsmitteleinsatz, Anwendung optimierter Fertigungsverfahren, niedrige Fertigungsdurchlaufzeiten und ein problemloser Arbeitsprozess.

Als Einzelaufgaben sind von der Fertigungsplanung zu lösen:

- Die **Fertigungsgestaltung**, die festlegt, durch welches Fertigungsverfahren, mit welchem Betriebsmittel und mit welchem Mitarbeiter gefertigt wird.
- Die **Betriebsmittelplanung**, die sich mit Maschinen, Arbeitsplätzen, Werkzeugen und Vorrichtungen befasst. Das betrifft sowohl die Auswahl und Beschaffung als auch die Konstruktion und Fertigung von Betriebsmitteln.
- Die **Zeitermittlung**, die alle fertigungsspezifischen Zeiten wie Rüstzeit (die Zeit zur Vorbereitung der eigentlichen Arbeit, z.B. zum Einrichten der Maschine), Bearbeitungszeit (die Zeit zur eigentlichen Durchführung der Arbeit, z.B. die Dauer der Drehbearbeitung), Transportzeit und Lagerzeit erfasst.

- Die **Transportplanung**, die nur dann notwendig ist, wenn besondere Transporteinrichtungen für den innerbetrieblichen Transport genutzt werden.

Darüber hinaus werden in die Arbeitsplanung zunehmend Aufgaben wie Arbeitsplatzgestaltung, NC-Programmierung der Maschinen oder die Qualitätsplanung einbezogen.

Aufgabe 1

Welche Aufgaben hat die Arbeitsplanung?

Aufgabe 2

Welche Ziele ergeben sich für die Arbeitsplanung?

Aufgaben

Lernbereich

2 Arbeitspläne

2.1 Merkmale und Ziele von Arbeitsplänen

Der Arbeitsplan ist eine **Dokumentation für die Fertigung** von Einzelteilen, Halbzeugen, Baugruppen und Enderzeugnissen. Er kann auftragsbezogen erarbeitet werden, wird aber in den meisten Fällen auftragsunabhängig erstellt. Im ersten Fall ist er eine wichtige Informationsquelle der Fertigungssteuerung, im zweiten Fall dient er der langfristigen Betriebsmittelplanung als Datenbasis. In jedem Fall ist er die wesentliche Unterlage für den gesamten Fertigungsablauf.

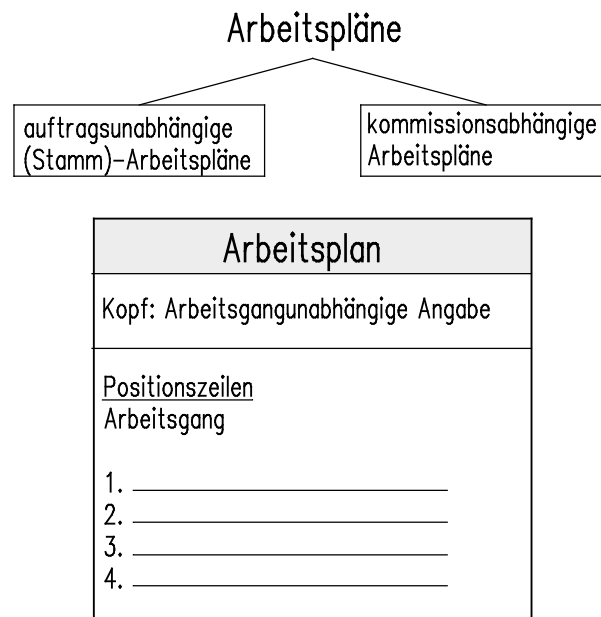


Abbildung 1 Überblick über die Arbeitspläne

Aus dem Arbeitsplan werden alle weiteren im Rahmen der Fertigungssteuerung benötigten Auftragsunterlagen abgeleitet. Das sind:

- **Fertigungsaufträge** (enthalten alle für die Fertigungsabteilung wichtigen Arbeitsanweisungen und Auftragsangaben)
- **Auftragsverfolgungskarten, Terminkarten** (dienen zur Terminüberwachung des Arbeitsfortschritts und zur Fertigmeldung von Arbeitsprozessen)
- **Materialentnahmescheine** (dienen zur mengengerechten Materialentnahme aus dem Lager und sind Abrechnungsgrundlage für Materialkosten)
- **Lohnscheine** (dienen der auftragsbezogenen Lohnabrechnung, enthalten Angaben über Zeitvorgaben u.a.)

Der Arbeitsplan läuft mit jedem Auftrag durch die Fertigung. Jeder Arbeitsgang wird durch den Ausführenden abgezeichnet und die benötigte Zeit eingetragen. Damit erhält der Betrieb genaue Werte für **Maschinenbelegungen** und für die **Nachkalkulation**. Allgemeingültige Aussagen zum Informationsinhalt von Arbeitsplänen lassen sich nicht machen. Die erforderlichen Daten, die Art des Arbeitsplanes, sind von der Fertigungsstruktur und vom Verwendungszweck des Arbeitsplanes abhängig.

2.2 Arten und Inhalt von Arbeitsplänen

Die Fertigungsstruktur, Organisation, unterschiedliche Fertigungsverfahren, die Art der Arbeitsplan- und Auftragserstellung sowie der Verwendungszweck von Arbeitsplänen sind Ursache dafür, dass es eine Vielzahl unterschiedlicher Arbeitspläne gibt. Eine Differenzierung ist nach den Schwerpunkten Fertigungsobjekt, Fertigungsstufe, Aufgabe, Technologie, Form und Auftrag möglich.

Auf einige Schwerpunkte wird im Folgenden eingegangen:

Betrachtet man das zu fertigende Werkstück, so können sich Arbeitspläne auf ein einzelnes Werkstück oder auf eine Gruppe von ähnlichen Werkstücken beziehen, die sich z.B. nur in Durchmessern oder Längen unterscheiden. Wir sprechen dann von **Einzelarbeitsplänen** bzw. von **Gruppenarbeitsplänen**.

Bei der Abhängigkeit von der Fertigungsstufe unterscheidet man in **Teilefertigungsarbeitspläne** zur mechanischen Fertigung von Einzelteilen und **Montagearbeitspläne**. Eine Abhängigkeit von der Aufgabe der Arbeitspläne drückt sich in unterschiedlichen Arten aus. So kann man Arbeitspläne in **Fertigungspläne** für Erzeugnisse und Betriebsmittel, **Reparaturarbeitspläne** für Erzeugnisse und Betriebsmittel und in **Wartungsarbeitspläne** unterscheiden.

Nach dem technologischen Inhalt wird unterteilt in **Verrichtungsarbeitspläne** für Verrichtung von Arbeitsgängen durch Mitarbeiter und **Fertigungstechnologische Arbeitspläne** mit verfahrenstechnischer Beschreibung, die für Transferstraßen und Bearbeitungscentren verwendet werden. Hier steht die Maschine im Vordergrund.

Arbeitspläne werden heute fast ausschließlich mithilfe der EDV erstellt. Sie können in bestimmten Fällen sehr umfangreich sein, was die Speicherung und die Datenorganisation erschwert. Deshalb gibt es **Volltext-Arbeitspläne** und **Kurztextarbeitspläne**. Arbeitspläne können außerdem auftragsbezogen und auftragsneutral erstellt werden.

Die folgende Abbildung zeigt, wie die Daten in einem Arbeitsplan unterteilt werden können:

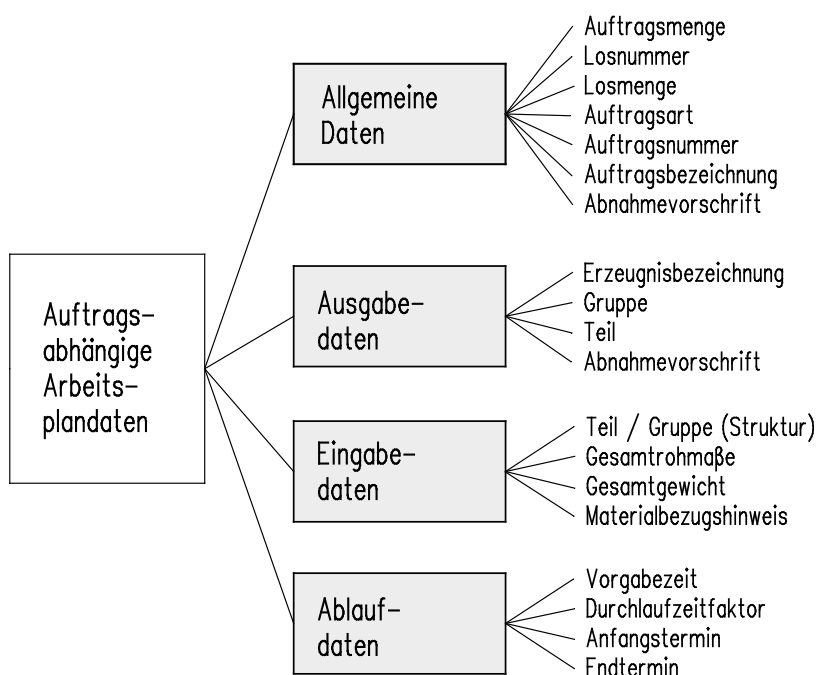


Abbildung 2 Daten im auftragsabhängigen Arbeitsplan

Inhaltlich gliedert sich der Arbeitsplan in einen **Kopfteil**, der allgemeine Angaben zum Produkt und Ausgangsteil enthält, einen **Arbeitsgangteil** mit fertigungsspezifischen Informationen und einen **Fußteil** mit verwaltungsorganisatorischen Angaben. Die Tabelle 1 zeigt ein Beispiel für einen zentral mit EDV erstellten, auftragsbezogenen Arbeitsplan.

Auftragsmenge		Los-Nr.	Losgröße	Ausstelltag	Termin	Auftrags- (Kommissions-) Nr.						
1000		1	200	25.01.2006	24.02.2006	345.501						
Gegenstand					Zeichnungs-Nr.	Teil-Nr.	Baumuster-Type				Bl.-Nr.	
Welle					345.8.13	13	OM 345				1	
Werkstoff-Menge %		Einh.	Werkstoff	Abmessung-Modell-Nr.				Arbeitsplan				
25		m	Stahl C 15K	30 Ø x 250 mm								
Abteilung		Arbeits- folge	Arbeitsgang	Betriebsmittel		Lohn-Gr. od. Faktor	Zeitvorgabe		Kontroll- vermerk	Ausschuss		Gute Stücke
Kostenst.				Werkzeug- Vorrichtung	Masch.- Gruppe		Rüsten (t _r)	Stück (t _s) %		Fabr.	Mat.	
1	38	10	Absägen 246 lang		K.-Sg.	4	6,0	150				
2	21	20	Plandrehen, zentrieren		€ 20	5	12,0	115				
3	21	30	2. Seite plandreh. 244 lg. zentr.		€ 20	5	8,0	115				
4	21	40	zw. Spitzen 3 Ansätze drehen		€ 20	5	12,0	470				
5	22	50	Vierkant fräsen	Fräs.Vor.	U-Fr	5	22,0	220				
6	22	60	Entgraten		Hand	3	-	35				
7	23	70	Bohren 2 x 8 Ø und Senken	Bohr. Vor.	Bo 10	4	13,0	230				
8	33	80	Einsetzen 0,5 tief, härten		HO	4	-	185				
9	36	90	Entzundern		Hand	3	-	75				
10	24	100	Rundscheifen, 3 Ans. schleif.		RS600	6	25,0	685				

Tabelle 1 Auftragsbezogener EDV-Arbeitsplan

In den Kopfdaten sind u.a. die Sachnummern (auch Erzeugnis- oder Teilenummern genannt) zur Erzeugniskennzeichnung, die Benennung, die Ausgabennummer des Arbeitsplanes und der Losgrößenbereich sowie die Ausgangsteilbestimmung (Materialart, Abmessung u.a.) enthalten. Der Arbeitsgangteil enthält die Fertigungsdaten. Dazu zählen die Verfahrensdaten, die Arbeitsplatzdaten, die Vorgabezeiten und die Betriebsmitteldaten.

Im Arbeitsgangteil muss jeder Arbeitsgang eindeutig benannt werden. Das geschieht üblicherweise mit einer Arbeitsgangnummer. Weiter ist die Kostenstelle und Gruppe zu benennen, um für den Kostenträger die Einzelkosten ermitteln zu können. Wichtig in diesem Teil ist die eindeutige Beschreibung der fertigungstechnischen Bearbeitung und möglicher Kontrollarbeitsgänge. Zur Beschreibung der fertigungstechnischen Bearbeitung gehört auch eine Angabe zu den benötigten Betriebsmitteln wie Werkzeuge, Vorrichtungen oder Hilfsstoffe. In den weiteren Spalten sollten die Lohngruppe sowie die Vorbereitungszeit und Fertigungszeit angegeben sein. Eine Hilfe für die Nachkalkulation wären Spalten mit den Ist-Zeiten für Vorbereitung und Fertigung.

In den Fußteil sollte der Bearbeiter für eventuelle Rückfragen mit Datum der Erstellung genannt werden. Hilfreich ist es auch, wenn für Prüfung eines Arbeitsplans noch ein Bereich für den Prüfvermerk vorhanden ist. Im Fuß sollten immer die Blattnummer und Blattanzahl genannt werden.

Auftrags-Nr.: 01075		Datum: 11.10.06		ARBEITSPLAN	
		Bearbeiter: W. Müller			
Zeichnungs-Nr.: 17005		Benennung: Antriebswelle		Stückzahl: 2	
Werkstoff: E295 (St 50)		Rohform und -abmessung: Rundmaterial Ø 60		Rohgewicht: 7,6 kg	
				Fertiggewicht: 4,6 kg	

AVG-Nr.	Arbeitsvorgangs-anweisung	Kosten-stelle	Masch.-gruppe	Fert.-hilfsmittel	Lohn-gruppe	Rüst-zeit	Stück-zeit
10	Rundmaterial auf 385 mm Länge sägen	300	4101	---	04	1	3,50
20	Rundmaterial auf 340 mm abblenden und zentrieren	340	4201	1001 1051	06	2,4	1,3
30	Welle komplett drehen	360	4313	1101 1121 1131	08	4,6	6,14

1 Ausgangsteilbestimmung

3 Fertigungsmittelbestimmung

2 Arbeitsvorgangsfolge-ermittlung

4 Vorgabezeitbestimmung

Aufgaben der Arbeitsplanerstellung	
09752 - 130	

Abbildung 3 Aufgaben der Arbeitsplanerstellung

Aufgabe 1

Wodurch ist ein Arbeitsplan gekennzeichnet und wo liegt seine Bedeutung für die Fertigung?

Aufgabe 2

Welche Arbeitsunterlagen leiten sich aus dem Arbeitsplan für den Fertigungsprozess ab?

Aufgabe 3

Welche Arten von Arbeitsplänen kennen Sie und worauf beziehen sich die Arten?

Aufgaben

Lernbereich

3 Arbeitsplanerstellung

3.1 Voraussetzungen

Arbeitspläne sind zu erstellen, wenn durch vorausgegangene Entscheidungen Erzeugnisse, Halbfabrikate oder Einzelteile geändert oder neu in die Fertigung aufgenommen werden. Für eine fundierte Arbeitsplanerstellung müssen eine Reihe von Voraussetzungen erfüllt sein. Dazu zählen:

- eine Outsourcinganalyse
- vollständige Unterlagen
- Informationen zum ersten Fertigungsauftrag
- Kenntnisse auf dem Gebiet der Arbeitsplangestaltung

Zunächst ist zu prüfen, ob das Teil in **Eigenfertigung** oder über **Fremdbeschaffung** realisiert wird. In einer Kostenanalyse wird meist entschieden, ob eine Fremdvergabe (Outsourcing) wirtschaftlicher ist. Für diese Analyse sind aber auch andere Faktoren heranzuziehen wie Geheimhaltungsfragen, Qualitätsansprüche, Fertigungsengpässe, Betriebsmittelauslastung, Unabhängigkeit und Terminsicherheit, Gewährleistungs- und Prestigefragen usw.

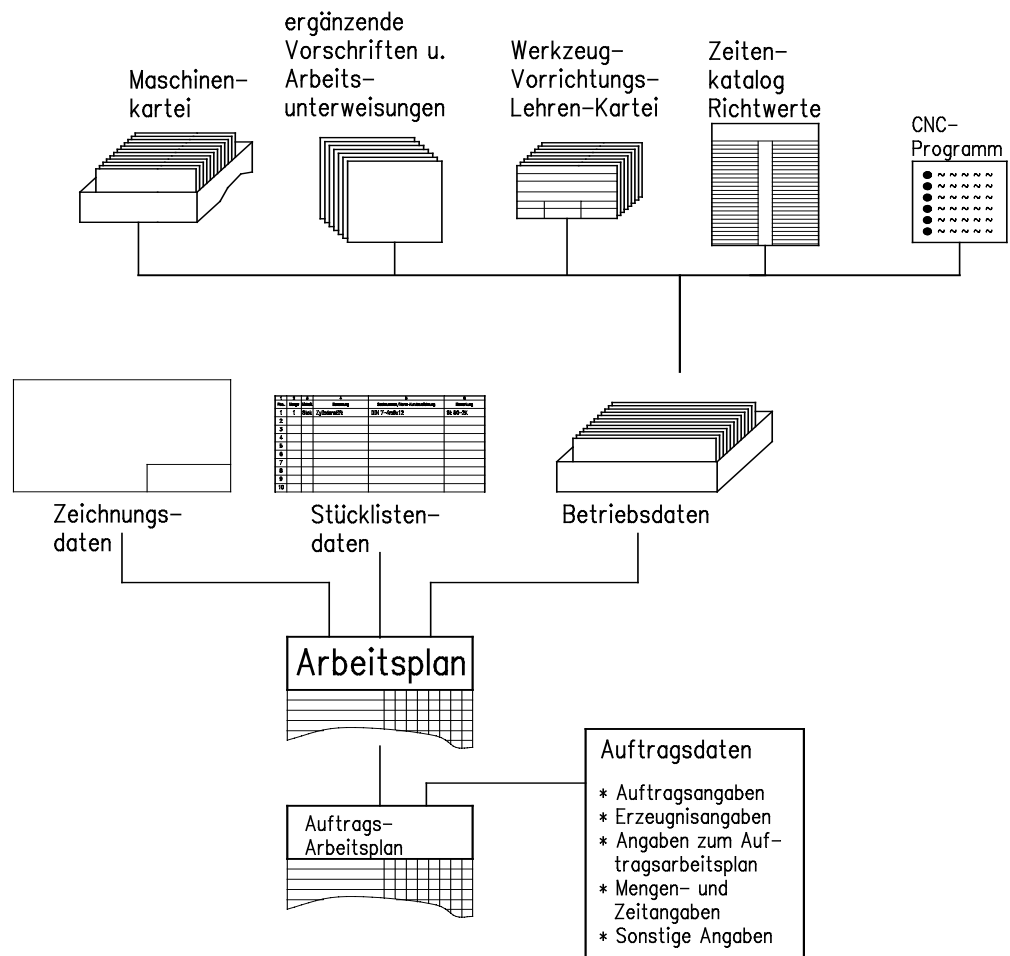


Abbildung 4 Daten des Arbeitsplanes

Als unabdingbare Voraussetzung für die Erstellung eines Arbeitsplanes müssen Zeichnung Stückliste und Betriebsdaten vorliegen. Zu den Betriebsdaten gehören **Arbeitsplatzbeschreibungen** und **Leistungsangaben** zu den Maschinen und maschinellen Anlagen. In der vorhergehenden Abbildung sind die Informationsquellen für eine Arbeitsplanerstellung dargestellt.

Weiterhin werden für die Arbeitsplanerstellung Informationen zum ersten Fertigungsauftrag bezüglich der Auftragsmenge, des Endtermins und zu Prioritäten benötigt. Zusätzlich sollten Angaben zur jährlichen Fertigungsmenge, den möglichen Losgrößen und der Lebensdauer der Erzeugnisse vorliegen. Nur wenn die Fertigung von Erzeugnissen langfristig übersehen werden kann, können durch die Arbeitsplanung optimale Fertigungsstrategien erarbeitet werden. Daraus leiten sich für Firmen, die mit kurzfristigen Auftragsübernahmen arbeiten, Probleme ab.

Für die Erstellung von Arbeitsplänen werden erfahrene Fachleute benötigt. Sie müssen umfangreiche Kenntnisse auf einer ganzen Reihe von Fachgebieten und langjährige Erfahrungen in der Praxis besitzen. Folgende Kenntnisse können als Voraussetzung gelten:

- Arbeitsstudium und Arbeitsplanung
- Fertigungsverfahrenstechnik und Betriebsmittel
- Fertigungsorganisation und Fertigungssteuerung

Außerdem wird erwartet, dass bei der Arbeitsplanung wirtschaftliche, technische und humane Ziele integriert werden. Im Prozess der Arbeitsplanung ist die Kooperation und Koordinierung verschiedener Fachgebiete notwendig.

3.2 Vorgehensweise

Die Erstellung der Arbeitspläne wird heute zumeist computergestützt durchgeführt. Dazu werden alle fertigungsbezogenen Angaben datentechnisch gespeichert. Die Erfassung der Besonderheiten des Auftrags kann z.B. erfolgen mit einer Bewertungsmatrix. Der Computer setzt im Anschluss alle Eingabedaten in auftragsbezogene Arbeitspläne um. Eine andere Variante besteht darin, einzelne Variantenarbeitspläne abzuspeichern und diese je nach Auftrag mit Grundarbeitsplänen zu kombinieren. Allgemeingültige Aussagen zum Informationsinhalt von Arbeitsplänen lassen sich kaum machen. Die erforderlichen Daten sind von der Fertigungsstruktur und vom Verwendungszweck abhängig.

Das Vorgehen bei der Erstellung von Arbeitsplänen ist durch folgende Schwerpunkte bestimmt:

- Ähnlichkeitsplanung
- Verfahrensauswahl
- Verfahrensfestlegung
- Betriebsmittelplanung
- Zeitermittlung
- Transportplanung
- NC-Programmierung

Über die **Ähnlichkeitsplanung** kann der Planungsaufwand erheblich verringert werden. Liegt bereits ein ähnlicher Arbeitsplan vor, genügt häufig eine Umstellung auf die veränderten Gegebenheiten. Mithilfe der Teileklassifikation können ähnliche Teile erkannt werden.

Für die **Verfahrensauswahl** sind verschiedene Kriterien wichtig. Neben der Wirtschaftlichkeit spielt die Eignung, das Vorhandensein bestimmter notwendiger Betriebsmittel und die erreichbare Qualität eine Rolle.

Nachdem Entscheidungen zu den Fertigungsverfahren getroffen worden sind, gilt es, die Details des Verfahrens festzulegen. Das betrifft im Wesentlichen die Definition der einzelnen Arbeitsgänge, Bestimmung der Arbeitsplätze, arbeitgangrelevante Vorgaben, Ermittlung der notwendigen Werkzeuge, Vorrichtungen und Messmittel und die Dokumentation der **Verfahrensfestlegung**. Die Verfahrensfestlegung nimmt im Rahmen der Arbeitsplangestaltung den größten Umfang ein.

Auf der Grundlage der Verfahrensfestlegung ergibt sich in vielen Fällen ein zusätzlicher **Bedarf an Betriebsmitteln** (Maschinen, Vorrichtungen, Werkzeuge, Messmittel und Transportmittel). Es sind Entscheidungen über Eigenfertigung bzw. Beschaffung zu treffen. Aus der Entscheidung für die Eigenherstellung ergeben sich eine Reihe von Aufgaben:

- Anforderungsdefinition durch den Arbeitsplaner
- Konstruktion der Betriebsmittel
- Fertigung der Betriebsmittel im Werkzeugbau
- Abnahme durch die Arbeitsplanung und die Fertigungsabteilung

Einen wichtigen Aspekt in der Arbeitsplanung nimmt die **Zeitermittlung** ein, die meist mit der Festlegung der Lohngruppen einher geht. Die erarbeiteten Vorgabezeiten fließen in verschiedene Bereiche ein. Einmal sind sie wesentlich für die Entlohnung der Arbeitskräfte. Aus ihnen leitet sich aber auch die Terminisierung der Aufträge ab. Weiterhin sind sie Grundlage für die Kalkulation sowie für die Investitions- und Personalplanung.

Zur Ermittlung von **Vorgabezeiten** können unterschiedliche Verfahren herangezogen werden. Das sind vor allem:

- Arbeitszeitstudien
- Verfahren auf der Basis von Vorgabezeiten
- Simulation der Arbeitsdurchführung
- Zeitaufnahmen bei der Arbeitsdurchführung (aus vorherigen Aufträgen)

Zwischen den Arbeitsgängen müssen Werkstücke und Baugruppen über unterschiedliche Entfernungen transportiert werden. Daraus leitet sich in den meisten Fällen im Rahmen der Arbeitsplanung eine **Transportplanung** ab. Im Rahmen dieser Planung sind Festlegungen zu treffen, die folgende Schwerpunkte betreffen:

- Art der Transportmittel (Flurförderer, Transportbänder, Rutschen, Rollenbänder u.a.)
- Transporthilfsmittel (Paletten, Kästen, Behälter usw.)
- Transportauslösung (durch Arbeiter, zentrale Steuerung, Transportsystem)
- Transportzeiträume (einschließlich Stau- und Wartezeiten)

Meist wird bei der Transportplanung auf vorhandene Systeme zurückgegriffen. Lediglich bei größeren neuen Erzeugnissen oder Erzeugnisgruppen oder bei Umstrukturierung der Fertigung wird auch die Konzipierung neuer Transportsysteme geplant.

Bei der Arbeitsplanerstellung sollte auch berücksichtigt werden, dass so genannte MFEKL-Zeiten entstehen, die für die Termineinhaltung mit eingeplant werden müssen (M - Meldezeiten; F - Förderzeiten; E - Einwirkzeiten; K - Kontrollzeiten; L - Liegezeiten).

3.3 Erstellungsart

Die Erstellung der Arbeitspläne über den Computer wird als **Computer Aided Planning (CAP)** bezeichnet. Es entstehen in diesem Prozess Organisations- und Steuerdaten für den Fertigungsprozess. Die so entwickelten Arbeitspläne, die sofern sich ganz oder teilweise rechnergestützte Fertigungs-, Montage- oder Qualitätssicherungsprozesse anschließen, beinhalten auch NC-, Roboter- und Prüfprogramme. Bei der rechnergestützten Erstellung von Arbeitsplänen geht es heute darum, den gesamten Tätigkeitsbereich unter Nutzung informationstechnischer Hilfsmittel zu bewältigen. Außerdem wird angestrebt, den Datenfluss von der Konstruktion über die Arbeitsplanung bis in die Fertigung, Montage und Qualitätssicherung zu optimieren. Die Möglichkeit zur Erstellung von Arbeitsplänen umfasst:

- Manuelle Arbeitsplanerstellung
- Dialogarbeitsplanerstellung
- Maschinelle Arbeitsplanerstellung
- Arbeitsplanerstellung nach Expertensystemen

Die **manuelle Arbeitsplanerstellung** wird heute nur noch in Klein- und Mittelbetrieben angewandt. Dabei können zwei Varianten eingesetzt werden. Einmal kann ein Mitarbeiter den Arbeitsplan komplett selbst erstellen und zum anderen können mehrere Mitarbeiter in Arbeitsteilung für verschiedene Bereiche des Arbeitsplanes zuständig sein. In den meisten Fällen werden die Zuständigkeitsbereiche sich in Verfahrensauswahl und -festlegung, Betriebsmittelplanung und -konstruktion, Zeitermittlung und NC-Programmierung aufteilen. Aber es ist auch eine Spezialisierung in die einzelnen Fertigungsbereiche möglich.

Für die **Dialogarbeitsplanung** wird die Fähigkeit des Dialogs mit dem Computer genutzt. Voraussetzung neben der erforderlichen Rechentechnik sind Direktzugriffsspeicher, dialogorientierte Betriebssysteme und entsprechende Datenbanken. Mithilfe der Anwendersoftware entsteht der Arbeitsplan im Dialog zwischen Mensch und Computer. Die Aufgaben des Arbeitsplaners liegen in folgenden Bereichen:

- Suche und Prüfung ähnlicher Arbeitspläne
- Beurteilung notwendiger Veränderungen und Eingabe notwendiger Daten
- Erkennen von Sonderfällen und Entscheidungsfindung
- Abschlussbeurteilung des erstellten Arbeitsplanes

Der Computer stellt die erforderlichen Daten bereit, ermittelt Notwendigkeiten von Veränderungen, stellt den neuen Arbeitsplan bereit und speichert diesen. Die Dialogbearbeitung wird zunehmend in der Praxis eingesetzt.

Bei der **maschinellen Arbeitsplanerstellung** handelt es sich um ein automatisches Verfahren, das in den vergangenen Jahren erfolgreich in Großunternehmen eingesetzt worden ist. Ausgehend von den Konstruktionsdaten Form, Abmessung und Material wird mithilfe einer Teileklassifikation und einer Planungslogik vom Rechner selbstständig ein Arbeitsplan erstellt. Dabei werden Entscheidungen wie Arbeitsgangdefinitionen, Arbeitsplatzzuordnungen und Zeitvorgaben von ihm getroffen. In den meisten Fällen sind solche Arbeitspläne durch Angaben zu den Vorrichtungen, Werkzeugen, Messmitteln und Transportmitteln zu ergänzen. Für einfache Teile wie Wellen, Buchsen, Schrauben usw. kann auch auf eine vollautomatische Arbeitsplanerstellung zurückgegriffen werden.

Zunehmend werden für die Erarbeitung von Arbeitsplänen auch so genannte **Expertensysteme** herangezogen. Bei konventionellen Programmen handelt es sich um eine Mischung aus Fachwissen und Verarbeitungslogik. Bei Expertensystemen erfolgt eine strenge Trennung. Die Daten bestehen aus der Zeichnungsdatei, der Maschinendatei, der Teilestammdatei, der Strukturdatei und der Betriebsmitteldatei. Das notwendige Expertenwissen ist die Sammlung der Kenntnisse und Erfahrungen der Arbeitsplaner,

das für den Computer aufbereitet worden ist. Dabei können Regelsysteme nach der WENN-DANN-Form für eine Vielzahl von Regeln angelegt werden. Weiterhin wird die **Prädikatenlogik** mit ihrer rein deskriptiven Beschreibung des Wissens der Fachleute in Form von Fakten, Folgerungen, Beweisen usw. genutzt. Mit der Prädikatenlogik wird die innere logische Struktur einer Aussage untersucht.

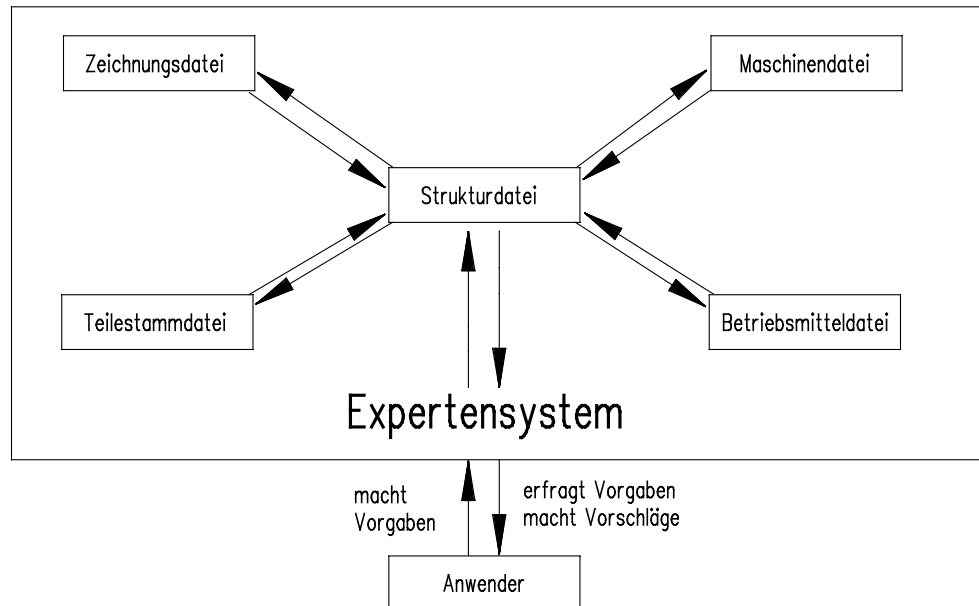


Abbildung 5 Inhalte eines Expertensystems zur Arbeitsplanerstellung

Mit einem Regelinterpreter wird dann die Wissensverarbeitung durch Verknüpfung der Dateien mit dem Fachwissen durchgeführt. Es werden dann entsprechende Schlussfolgerungen für die Arbeitsplanung gezogen. Im Ergebnis entstehen Arbeitspläne und NC-Programme.

Aufgabe 1

Was versteht man unter einer Outsourcinganalyse?

Aufgabe 2

Welche Voraussetzungen müssen vor der Arbeitsplangestaltung vorliegen?

Aufgabe 3

Was versteht man unter Ähnlichkeitsplanung, welche Vorteile hat sie und welche Voraussetzungen müssen dafür erfüllt sein?

Aufgabe 4

Durch welche Schwerpunkte wird die Arbeitsplanung geprägt?

Aufgabe 5

Welche Möglichkeiten zur Erstellung von Arbeitsplänen werden heute eingesetzt und was versteht man unter Dialogarbeitsplanerstellung?

Aufgaben

Lernbereich**4 Arbeitsplanerstellungssarchivierung****4.1 Aufbewahrung**

Arbeitspläne gehören zu den Basis- bzw. Stammdaten der Fertigung. Kennzeichnend für sie ist, dass sie über längere Zeiträume benötigt werden, Änderungen unterliegen und für weitere Aufgaben in der Planung benötigt werden. Die **Verwaltung der Arbeitspläne** beinhaltet neben der **Archivierung** der Daten in geeigneter Form auch die Durchführung des **Änderungsdienstes** und die Bereitstellung der Daten für unterschiedliche Zwecke.

Für die Arbeitsplanarchivierung haben sich zwei Formen durchgesetzt. Das ist einerseits die **Aufbewahrung**, zum anderen die **Speicherung** und die entsprechende **Datensicherung**. Mit der Erstellung der Arbeitspläne über den Computer hat die Aufbewahrung von Arbeitsplänen zunehmend an Bedeutung verloren. Für die Aufbewahrung bieten sich unterschiedliche Medien an.

Traditionell wurden Arbeitsplanformulare als **Originale** aufbewahrt. Von diesen Originalen sind für die Fertigung Kopien für die jeweiligen Aufträge angefertigt worden.

Als **Druckträger** angefertigte Arbeitspläne werden mithilfe eines Umdruckverfahrens ausgedruckt und als Fertigungsunterlagen an die Werkstatt weitergegeben.

Der **Mikrofilm** ist zwar ein geeignetes Sekundärspeichermedium. Die Erstellung von Fertigungsunterlagen für die Werkstatt ist allerdings kompliziert. Deshalb wird die Mikroverfilmung in den meisten Fällen nur zur Datensicherung angewendet. Die Aufbewahrung von Arbeitsplänen hat gegenüber der Speicherung lediglich den Vorteil, dass ein Datenverlust fast ausgeschlossen ist.

4.2 Speicherung

Üblicherweise werden Arbeitspläne heute in **Datenbanksystemen** gespeichert. Wird kein Datenbanksystem eingesetzt, ist es auch möglich, Arbeitspläne in einer Datei auf der Festplatte zu speichern. Diese so genannte **Dateiorganisation** hat erhebliche Nachteile:

- Viele Daten werden mehrfach gespeichert, z.B. der jeweilige Arbeitsplatz.
- Eine Auswertung und Bearbeitung der Daten ist erschwert.
- Verwendungsnachweise z.B. für Werkzeuge, Maschinen, Messmittel können nur mit viel Aufwand erstellt werden.
- Eine Dialogdatenverarbeitung kann nur bedingt angewendet werden.

Größere Unternehmen greifen deshalb ausschließlich auf Datenbanksysteme zurück. Dabei werden die Arbeitspläne in mehrere unterschiedliche Segmenttypen aufgeteilt:

- So werden im **Kopfsegment** alle Kopfdaten gespeichert. In diesem Segment sind alle Daten enthalten, die auch für die Stückliste benötigt werden.
- Im **Arbeitsgangsegment** sind die Arbeitsgänge ohne Arbeitsplatz-, Werkzeug-, Vorrichtungs- und Messmitteldaten gespeichert.
- Das **Arbeitsplatzsegment** enthält die Arbeitsplatzdaten. Dieses Segment dient allen Datenanfragen zu den Arbeitsplätzen.
- Im **Vorrichtungssegment** sind alle Daten zu den Vorrichtungen erfasst.

Weitere Segmenttypen können angelegt werden z.B. für die Werkzeuge, die Messmittel usw. Zwischen den Segmenten werden zur Erstellung von Arbeitsplänen und für andere Verwendung der gespeicherten Daten Adressketten aufgebaut. Nachstehend aufgeführte Ketten werden dazu eingerichtet:

- **Adressketten zwischen Stamm- und Arbeitsgangsegmenten** in zwei Richtungen: einmal in der Bearbeitungsreihenfolge und dann dazu entgegengesetzt zur Terminisierung.
- **Adressketten zwischen Arbeitsgang- und Arbeitsplatzsegmenten.** Jeder Arbeitsgang ist mit dem zugehörigen Arbeitsplatz verkettet. Außerdem existiert eine Verkettung zu weiteren Arbeitsgängen, wenn der gleiche Arbeitsplatz benutzt wird.
- **Adressketten zwischen Vorrichtungs-, Arbeitsgang- und Arbeitsplatzsegmenten.** So hat jedes Arbeitsgangsegment, das eine Vorrichtung benötigt, eine Adresse zum jeweiligen Vorrichtungssegment. Über die Vorrichtungsvendungskette werden alle Arbeitsgänge miteinander verknüpft, bei denen die gleiche Vorrichtung benutzt wird. Mit einer zweiten Vorrichtungsvendungskette werden alle Arbeitsplätze miteinander verknüpft, bei denen die gleiche Vorrichtung eingesetzt wird. Bezogen auf den Arbeitsplatz werden dann noch alle Vorrichtungen miteinander verkettet, die auf diesem Arbeitsplatz eingesetzt sind. Das kann nun für Werkzeuge, Messmittel usw. fortgesetzt werden.

Zur Speicherung von Arbeitsplänen können alle Datenbanksysteme eingesetzt werden. Im Hinblick auf die rechnerunterstützte Verarbeitung unterscheidet man verschiedene Formen der Speicherung von Arbeitsplänen.

- **Vollständige Arbeitspläne:** Alle Daten für die Herstellung eines Bauteiles oder Produkts liegen in expliziter Form gespeichert vor.
- **Arbeitspläne mit Textidentifizierung:** Die Arbeitsvorgangsdaten sind in einem zentralen Rechnersystem gespeichert, mit dem das jeweilige CAP-System über ein Netzwerk verbunden ist. Der so gespeicherte Arbeitsplan enthält lediglich Identifikationspunkte, die auf zentral gespeicherte Arbeitsgangsdaten verweisen.
- **Algorithmus zur Erzeugung eines Arbeitsplanes:** Im CAP-System wird nur die Vorschrift zur Erstellung des Arbeitsplanes gespeichert (implizite Speicherung). Über teilebeschreibende Daten und Variablen wird der Arbeitsplan aktuell für den jeweiligen Bedarfsfall automatisch erzeugt.

Im Rahmen der CAP gibt es eine Reihe von Arbeitsplanerstellungssystemen, die auch die Speichermöglichkeiten einschließen. Genannt seien AUTAP (TH Aachen), CAPSY (TU Berlin) und DREKAL (Universität Hannover).

AufgabenAufgabe 1

Welche Aufgaben beinhaltet die Verwaltung der Arbeitspläne und welche Formen der Aufbewahrung von Arbeitsplänen gibt es?

Aufgabe 2

Welche Speicherform für Arbeitspläne ist heute üblich und welches Prinzip wird für diese Speicherform angewendet?

Aufgabe 3

Welche Formen der Speicherung von Daten in Datenbanksystemen kennen Sie?

Nachdem die Projektgruppe die Voraussetzung für die rechnergestützte Arbeitsweise in der Fertigungsprogrammsteuerung geschaffen hat, ist als nächster Schritt die Einführung der computergestützten Arbeitsplanung vorzubereiten. Als Grundlage dafür dienen die vorgenommene Teileklassifizierung und die festgelegten Maschinengruppen.

**Realisierung
Fallbeispiel
„Vorbereitung der
computergestützten
Arbeitsplanung“**

Aufgabe 1

Arbeiten Sie die Aufgaben der Arbeitsplanung bei der Fa. Muster auf der Grundlage der Teileklassifizierung, der einzusetzenden Maschinengruppen und der Fertigungsbedingungen heraus!

Aufgabe 2

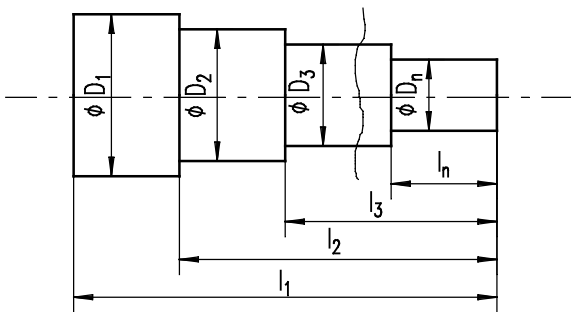
Bestimmen Sie die Art der Arbeitspläne für die Fa. Muster und legen Sie die wesentlichen Inhalte fest!

Aufgabe 3

Legen Sie die Form der Arbeitspläne fest!

Aufgabe 4

Erläutern Sie die Dialogarbeitsweise anhand der folgenden Abbildung! Welche Eingaben sind am Rechner vorzunehmen?



Aufgabe 5

Legen Sie die Art der Arbeitsplanarchivierung unter den gegebenen Bedingungen für die Fa. Muster fest!

Lösungen**Lösungsanhang****1 Ziele und Aufgaben der Arbeitsplanung****Aufgabe 1**

Die Arbeitsplanung hat die Aufgabe, den Fertigungsprozess für Einzelteile, Halbfabrikate und Enderzeugnisse im Gesamtablauf detailliert zu beschreiben. Daraus leiten sich die Einzelaufgaben bezogen auf den Fertigungsprozess, die Betriebsmittelplanung, die Zeitermittlung und die Transportplanung ab.

Aufgabe 2

Die Ziele der Fertigungsplanung sind:

- Anwendung der günstigsten Fertigungsverfahren
- ein wirtschaftlicher Betriebsmitteleinsatz
- niedrige Fertigungsdurchlaufzeiten
- ein fehlerfreier Fertigungsprozess

2 Arbeitspläne**Aufgabe 1**

Der Fertigungsplan ist eine auftragsbezogene Dokumentation zur Fertigung von Einzelteilen, Halbzeugen, Baugruppen und Enderzeugnissen. Er ist wichtige Informationsquelle für die Fertigungssteuerung, dient der Betriebsmittelplanung und ist wichtigste Unterlage für den Fertigungsablauf.

Aufgabe 2

Aus dem Arbeitsplan leiten sich Fertigungspläne, Auftragsverfolgungskarten, Materialentnahmescheine und Lohnscheine ab.

Aufgabe 3

Es gibt Einzelarbeitspläne und Gruppenarbeitspläne. Gruppenarbeitspläne beziehen sich auf eine Gruppe ähnlicher Werkstücke. Nach der Aufgabe geordnet unterscheidet man in Teilefertigungsarbeitspläne und Montagearbeitspläne.

Außerdem unterscheidet man nach ihren Einsatzgebieten Fertigungsarbeitspläne, Reparaturarbeitspläne und Wartungsarbeitspläne.

Auf den technologischen Inhalt bezogen gibt es Verrichtungsarbeitspläne und fertigungstechnologische Arbeitspläne.

3 Arbeitsplanerstellung

Aufgabe 1

Eine Outsourcinganalyse ist eine Prüfung, ob ein Einzelteil, Halbfabrikat oder Erzeugnis in Eigenfertigung oder durch Fremdfertigung bzw. Beschaffung realisiert wird. Im Wesentlichen handelt es sich um eine Wirtschaftlichkeitsanalyse, in die aber auch Fragen der Geheimhaltung, der Qualität, der Betriebsmittelauslastung und der Terminsicherheit einbezogen werden müssen.

Aufgabe 2

Als Grundlage für die Erstellung eines Arbeitsplanes müssen Zeichnung und Stückliste vorliegen. Benötigt werden weiterhin Arbeitsplatz- und Leistungsbeschreibungen für die einzusetzenden Maschinen und Anlagen. Bei der Ähnlichkeitsplanung sind Teileklassifikationen Voraussetzung.

Aufgabe 3

Ähnlichkeitsplanung bezieht sich auf die Planung ähnlicher bereits im Fertigungsprozess eines Unternehmens vorhandener Teile. Voraussetzung dafür ist eine im Unternehmen vorhandene Teileklassifikation. Mit der Ähnlichkeitsplanung kann der Planungsaufwand wesentlich verringert werden. Sie eignet sich besonders für relativ einfache Standardteile wie Wellen, Buchsen, Schrauben usw.

Aufgabe 4

Die Fertigungsplanung ist in ihrer Vorgehensweise durch die notwendige Bearbeitung der Schwerpunkte Verfahrensauswahl, Verfahrensfestlegung, Betriebsmittel- und Transportplanung, Zeitermittlung und beim Einsatz von NC-Maschinen auch durch die Erstellung der NC-Programme gekennzeichnet.

Aufgabe 5

Arbeitspläne werden nach manuellen Methoden, nach der Dialogarbeitsplanerstellung, nach der maschinellen Arbeitsplanerstellung und nach Expertensystemen erstellt.

Bei der Dialogarbeitsplanung wird die Möglichkeit des Dialogs mit dem Computer genutzt. Mithilfe entsprechender Anwendersoftware entsteht im Dialog zwischen Mensch und Computer ein Arbeitsplan.

4 Arbeitsplanerstellungsarchivierung

Aufgabe 1

Die Verwaltung von Arbeitsplänen beinhaltet neben der Archivierung der Daten die Durchführung des Änderungsdienstes und die Datenbereitstellung.

Aufbewahrungsmöglichkeiten von Arbeitsplänen sind die Lagerung der Originale, das Archivieren von Druckträgern und die Mikroverfilmung.

Aufgabe 2

Die Speicherung von Arbeitsplänen erfolgt heute üblicherweise in Datenbanken. Dafür sind alle Datenbanken geeignet.

Zur Speicherung werden die Arbeitspläne in unterschiedliche Segmente aufgeteilt, z.B. in das Kopfsegment, das Arbeitsgangsegment, das Arbeitsplatzsegment, das Vorrichtungssegment, das Werkzeugsegment usw. Zwischen den Segmenten werden zur Erstellung von Arbeitsplänen bzw. für weitere Verwendungszwecke der Daten Adressketten aufgebaut, die alle möglichen Verknüpfungen enthalten.

Aufgabe 3

Arbeitspläne können

- als vollständige Arbeitspläne (alle Daten liegen in expliziter Form vor),
- als Arbeitspläne mit Textidentifizierung (der Zugriff erfolgt über Identifikationspunkte auf einen zentralen Rechner) und
- als Algorithmus zur Arbeitsplanerstellung (Speicherung der Vorschrift zur Erstellung) gespeichert werden.

Fallbeispiel „Vorbereitung der computergestützten Arbeitsplanung“

Aufgabe 1

Herausarbeitung der Aufgaben der Arbeitsplanung:

Die Teileklassifizierung der Fa. Muster hat ergeben, dass es sich bei der Teilefertigung um eine überschaubare Gruppierung ähnlicher Teile handelt, die auf insgesamt vier verschiedenen Maschinenarten zu fertigen sind. Sieht man einmal von dem relativ begrenzten Umfang der Fertigung auf den CNC-Bearbeitungszentren ab, so lassen sich alle anderen Einzelteile nach der Ähnlichkeitsplanung erstellen. Das betrifft mehr als 90 % des Fertigungsvolumens. Damit liegt die Schwerpunktaufgabe der Arbeitsplanung in diesem Bereich. Die Arbeitsplanung für die CNC-Maschinen wird nach den bisher erfolgreich angewendeten Verfahren weiter durchgeführt, da der Umfang der Fertigung sich hier nicht wesentlich verändert.

Aufgabe 2

Bestimmung der Art der Arbeitspläne und ihres Inhalts:

Inhaltlich stehen in den Arbeitsplänen der Fa. Muster alle Angaben zum Auftraggeber, zum Werkstoff, zur Fertigung, zum Werkzeug, zu Vorrichtungen und der Werkstückprüfung.

Es werden auftragsbezogene Teilefertigungsarbeitspläne als Einzelarbeitspläne erstellt, d.h. jedes zu fertigende Werkstück hat einen eigenen Arbeitsplan. Inhaltlich gehören zu den Arbeitsplänen die Materialentnahmescheine und die Lohnscheine, die über den Computer durch Eingabe der Stückzahlen mit erstellt werden.

Aufgabe 3

Festlegung der Form der Arbeitspläne:

Auf Grund der Ähnlichkeit der zu fertigenden Werkstücke und des Einsatzes von lediglich zwei Maschinengruppen (Langdrehautomat und CNC-Bearbeitungszentrum) bietet sich die Dialogarbeitsplanung an. Ein geeignetes Datenbanksystem ist in der Fa. Muster vorhanden, geeignete Software wird als Standardsoftware beschafft und vom Informatiker auf die speziellen Bedingungen der Fa. Muster eingestellt. Auf der Basis der Teileklassifizierung werden ähnliche Teile festgelegt und im Dialog zwischen Bearbeiter und Rechner entstehen die Arbeitspläne für die Einzelteile.

Aufgabe 4

Dialogarbeitsweise:

Aus dem skizzierten Standardteil kann über die Dialogarbeitsweise entsprechend der Teileklassifizierung ein Arbeitsplan für jedes beliebige Teil mit n verschiedenen Außendurchmessern erarbeitet werden. Im Dialog gibt der Bearbeiter für D_1 bis D_n bzw. für l_1 bis l_n die entsprechenden Maße ein. Mit der Eingabe von n definiert der Computer die Anzahl der verschiedenen Maße.

Aufgabe 5

Arbeitsplanarchivierung:

Die Arbeitsplanarchivierung wird in der Fa. Muster über die Datenspeicherung realisiert. Als Form wird ein Datenbanksystem gewählt, das in der Fa. Muster bereits zum Einsatz kommt. Es wird die Einteilung in unterschiedliche Segmente gewählt:

- Kopfsegment
- Arbeitsgangssegment
- Arbeitsplatzsegment
- Vorrichtungssegment

Es werden vollständige Arbeitspläne gespeichert. Die Datensicherung erfolgt über CD.