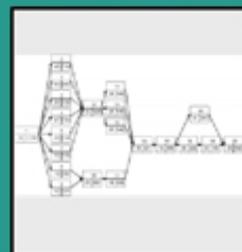
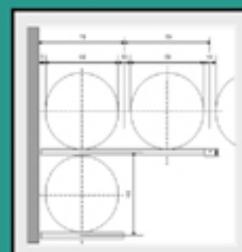
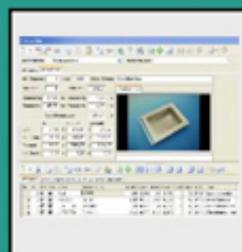
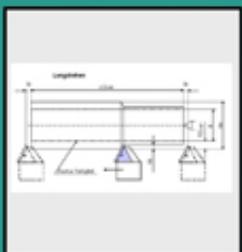
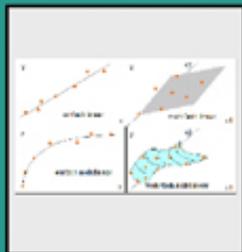
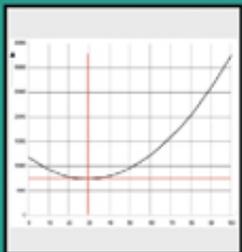
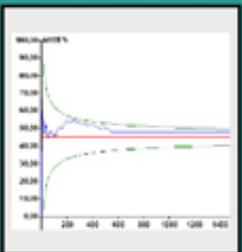
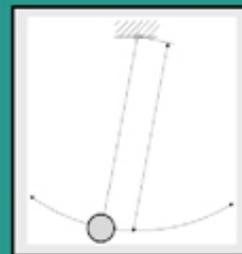
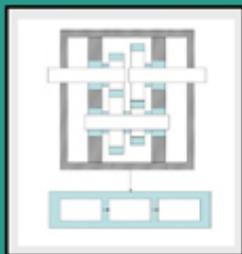


Arbeits- und Zeitwirtschaft verstehen

von der Zeitstudie bis zur Abtaktung

1. Auflage



Vorwort

Zeitwirtschaft und Arbeitsplanung sind zentrale Bindeglieder zwischen Verwaltungs- und Vertriebsfunktionen auf der einen Seite und den produzierenden Bereichen auf der anderen Seite. Für die planenden und steuernden Funktionen im Betrieb (PPS, Leitstand) liefern sie die wichtigen Zeit- und Mengendaten, sowie alle zur Fertigung notwendigen Informationen.

In dem vorliegenden Buch sollen die *wesentlichen* Wissensbereiche der Arbeits- und Zeitwirtschaft auf übersichtliche, einfache und verständliche Art beschrieben werden. Es handelt sich hierbei um folgende Bereiche:

- Datenarten
- Daten im Arbeitsstudium
 - Ablaufabschnitte
 - Zeitarten (Ablaufarten im Anhang)
- Leistungsgradbeurteilung
- Zeitaufnahme, Zeitstudie
 - Inhalt und Dokumentation
 - Vorbereitung, Durchführung und Auswertung
 - Mehrplatzstudien
 - videogestützte Studien
 - Verteilzeitstudien
- Multimomentstudie
- Planzeiten
- Vorgänge, Arbeitspläne, Bauteile und Artikel

- Kostenkalkulation
- Aufbau eines Planzeitkatalogs
- Abtaktung von Montagelinien

Dieses Buch soll den Mitarbeitern der verschiedenen Betriebe als Leitfaden für die einzusetzenden Methoden dienen und auch zum allgemeinen Verständnis der Problematik beitragen. Insbesondere soll der Aufbau von Grundlagen zur Produktkalkulation und die damit verbundenen Gegebenheiten der Planzeitbildung für alle verständlich behandelt werden.

Die gezielte und richtige Anwendung der Methoden führt zu einer deutlichen Verbesserung der betrieblichen Abläufe und zu einer genaueren Abschätzung des zeitlichen und damit kostenmäßigen Verhaltens von Prozesselementen.

Schwerte, 2016

Werner Fricke

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Analyse der Datenarten und deren Beschreibung
 - 2.1 Unterteilung der Daten
 - 2.2 Veränderliche (variable) und feste (konstante) Daten
 - 2.3 Absolute und bezogene (relative) Daten
3. Daten im Arbeitsstudium
 - 3.1 Ablaufabschnitte
 - 3.1.1 Vorgangselement
 - 3.1.2 Vorgangsstufe
 - 3.1.3 Teilvorgang
 - 3.1.4 Vorgang
 - 3.1.5 Ablaufstufe
 - 3.1.6 Teilablauf
 - 3.1.7 Gesamtablauf
 - 3.2 Ablaufarten
 - 3.3 Zeitarten
 - 3.3.1 Zeitarten für Mensch und Maschine
 - 3.3.1.1 Beeinflussbare Tätigkeiten
 - 3.3.1.2 Unbeeinflussbare Tätigkeiten
 - 3.3.1.3 Haupttätigkeit - Hauptzeit
 - 3.3.1.4 Nebentätigkeit - Nebenzeit

3.3.1.5 Definitionen der verschiedenen Zeitarten

3.3.1.5.1 Hauptzeit

3.3.1.5.2 Nebenzeit

3.3.1.5.3 Tätigkeitszeit

3.3.1.5.4 Wartezeit

3.3.1.5.5 Grundzeit

3.3.1.5.6 Erholungszeit t_{er}

3.3.1.5.7 Verteilzeit t_v

3.3.1.5.8 Zeit je Einheit t_e

3.3.1.5.9 Ausführungszeit t_a

3.3.1.5.10 Rüstzeit t_r

3.3.1.5.11 Auftragszeit T

3.3.1.6 Abgrenzung zwischen Mensch- und Betriebsmittelzeitarten

3.3.1.7 Zeitarten für das Material

3.3.1.8 N-Zeiten und F-Zeiten

4. Die Leistungsgradbeurteilung

4.1 Beurteilung und Schätzung

4.2 Die Leistung

4.3 Leistungsgrad und Bewegungsablauf

4.3.1 Beurteilung der Intensität

4.3.2 Beurteilung der Wirksamkeit

4.3.3 Zusammenspiel von Intensität und Wirksamkeit

4.4 Die Praxis der Leistungsgradbeurteilung

4.5 Häufigkeit der Leistungsgradbeurteilung

4.6 Auffüllen von Leistungsgraden

- 4.6.1 Rückwirkend pro Ablaufabschnitt
- 4.6.2 Rückwirkend pro Messpunkt
- 4.6.3 Mitschleppend pro Ablaufabschnitt
- 4.6.4 Mitschleppend pro Messpunkt
- 4.6.5 Gesetzte LG im Ablaufabschnitt mitteln
- 4.6.6 Gesetzte LG in der Zeitstudie mitteln
- 4.7 Fehler bei der Leistungsgradbeurteilung

5. Zeitaufnahme - Zeitstudie nach REFA

- 5.1 Inhalte und Dokumentation von Zeitstudien
- 5.2 REFA Standardprogramm für Zeitstudien
 - 5.2.1 Verwendungszweck der Zeitstudie festlegen
 - 5.2.2 Zeitstudie vorbereiten
 - 5.2.3 Auswahl von Fortschrittszeit- oder Einzelzeitmessung
 - 5.2.4 Verwendung selbsttätig registrierender Zeitmessgeräte
 - 5.2.5 Zeitmessgeräte, Auswahl und Anforderungen
 - 5.2.6 Aufnahmebogen gemäß Ablauffolge auswählen
 - 5.2.7 Arbeitsaufgabe, -verfahren, -methode und -bedingungen
 - 5.2.7.1 Ablage Nummer
 - 5.2.7.2 Arbeitsaufgabe
 - 5.2.7.3 Auftragsnummer
 - 5.2.7.4 Auftragsmenge m
 - 5.2.7.5 Abteilung und Kostenstelle

- 5.2.7.6 Datum der Zeitaufnahme, Uhrzeit
Beginn und Uhrzeit Ende
- 5.2.7.7 Beginn Menge und Ende Menge
- 5.2.7.8 Dauer
- 5.2.7.9 Zeichnungsfeld
- 5.2.7.10 Zusammenstellung der Zeit je
Einheit
- 5.2.7.11 Arbeitsverfahren und -methode
- 5.2.7.12 Arbeitsgegenstand
- 5.2.7.13 Mensch
- 5.2.7.14 Betriebsmittel
- 5.2.7.15 Umgebungseinflüsse
- 5.2.7.16 Entlohnung
- 5.2.7.17 Bemerkungen
- 5.2.7.18 Qualität des Arbeitsergebnisses
- 5.2.7.19 Bearbeiter, Prüfer und Gültigkeit
- 5.2.7.20 Kritische Anmerkungen zu den
Daten im REFA-Deckblatt
- 5.2.8 Durchführung einer Zeitstudie
 - 5.2.8.1 Durchführung einer zyklischen
Zeitstudie
 - 5.2.8.2 Durchführung einer nichtzyklischen
Zeitstudie
- 5.2.9 Auswertung einer Zeitstudie
 - 5.2.9.1 Überprüfung auf Richtigkeit und
Vollständigkeit
 - 5.2.9.2 Berechnung der Zeiten
 - 5.2.9.3 Statistische Auswertung
 - 5.2.9.4 Berechnung der Vorgabezeit

5.2.9.5 Auswertung nichtzyklischer Zeitstudien (Ablaufstudien)

5.2.10 Ergebnisse präsentieren und anwenden

5.3 Mehrplatzstudien

5.3.1 Ein Mensch bedient eine Maschine

5.3.2 Ein Mensch bedient zwei Maschinen

5.3.3 Ein Mensch bedient mehr als zwei Maschinen

5.3.4 Mehrere Menschen bedienen mehrere Maschinen

5.3.5 Auftragsvorrat und Mehrmaschinenbedienung

5.3.6 Zeitstudientechnik bei Mehrmaschinenbedienung

5.4 Videogestützte Zeitstudie

5.4.1 Zulässigkeit videogestützter Zeitstudien

5.4.2 Einsatz der Videotechnik

5.4.3 Durchführung einer videogestützten Zeitstudie

5.5 Verteilzeitstudie

5.5.1 Grundlagen einer Verteilzeitstudie

5.5.2 Vorbereitung einer Verteilzeitstudie

5.5.3 Durchführung einer Verteilzeitstudie

5.5.4 Berechnung der Verteilzeitzuschläge

5.5.5 Auswertung einer Verteilzeitstudie

5.5.6 Verwendung normaler Zeitstudien als Verteilzeitstudien

6. Multimomentstudie

6.1 Definition

6.2 Anwendungsbereiche

6.3 Vorbereitung einer MMH-Studie

6.3.1 Information der Betroffenen

6.3.2 Ziele, Untersuchungsbereich und Genauigkeit

6.3.3 Einsatz- und Hilfsmittel

6.3.4 Beobachtungssysteme

6.3.5 Ablaufarten

6.3.6 Planung der Rundgänge

6.3.7 Namensschilder und Informationsformulare

6.3.8 Schulung der Beobachter

6.3.9 Rundgangsdauer, Festlegung der Schichtdaten und Pausen

6.3.10 Zuordnung der Beobachter zu Rundgängen und Schichten

6.3.11 Abschätzung der Studiendauer

6.3.12 Bestimmung der Rundgangszeitpunkte

6.4 Durchführung einer MMH-Studie

6.5 Auswertung einer MMH-Studie

6.5.1 Manuelle Auswertung einer MMH-Studie

6.5.2 EDV-gestützte Auswertung einer MMH-Studie

6.5.3 Statistische Grundlagen der Multimomentstudie

6.5.3.1 Allgemeines

6.5.3.2 Statistische Genauigkeit qualitativer Daten

6.6 Alternative Verfahren

6.6.1 Multimoment - Zeitmessverfahren MMZ

6.6.2 Gruppen- oder Intervallzeitstudie

7. Planzeiten

7.1 Definition

7.2 Arten von Planzeitbausteinen

7.3 Voraussetzung zur Bildung von Planzeiten

7.4 Allgemeines zu Planzeiten

7.5 Mittelwert als Planzeitbaustein

7.5.1 Ableitung des Mittelwertes

7.5.2 Varianz, Standardabweichung und Variationszahl

7.5.3 Vertrauensbereich des arithmetischen Mittelwertes

7.6 Regressionsformel als Planzeitbaustein

7.6.1 Einflussgrößen

7.6.2 Lineare Regression mit einer Einflussgröße

7.6.3 Korrelation und Bestimmtheitsmaß

7.6.4 Nichtlineare Regression mit einer Einflussgröße

7.6.5 Nichtlineare Regression mit mehreren Einflussgrößen

7.6.6 Beurteilung von Regressionsformeln

7.6.7 Berücksichtigung der Messpunktanzahl

7.6.7.1 Messpunktanzahl bei unbekanntem Formelzusammenhang

7.6.7.2 Messpunktanzahl bei bekanntem Formelzusammenhang

7.6.8 Vermeidbare Fehler beim Einsatz der Regressionsanalyse

7.7 Systeme Vorbestimmter Zeiten (SVZ) als Planzeitbaustein

7.7.1 MTM-Grundverfahren

7.7.2 Verdichtete Verfahren im MTM-System

7.7.2.1 UAS - Universelles Analysiersystem

7.7.2.2 MEK - MTM für Einzel- und Kleinserienfertigung

7.7.2.3 MTM - Standarddaten

7.7.2.4 MTM - Standardvorgänge Logistik

7.7.3 SVZ in EDV-Systemen

7.8 Technische Formeln als Planzeitbaustein

7.9 Ablage und Verwendung von Planzeitbausteinen

7.10 Vorgehensweise beim Aufbau eines Planzeitkatalogs

7.10.1 Warum überhaupt Planzeiten

7.10.2 Aufbau eines Planzeitkatalogs

7.10.2.1 Auswahl eines geeigneten Planzeitsystems

7.10.2.2 Vorgehensweise beim Aufbau des Katalogs

8. Abtaktung von Montagelinien

9. Anhang

9.1 Gegenüberstellung der Ablaufarten und der Zeitarten

10. Literaturverzeichnis

11. Stichwortverzeichnis

1 Einleitung

Für eine effiziente Gestaltung aller betrieblichen Abläufe ist die Ermittlung von Daten und deren zielgerichtete Auswertung unbedingt notwendig. Dabei können die Daten für die unterschiedlichsten Bereiche eines Unternehmens genutzt werden, z.B.:

- Arbeitsstudium
- Technologie von Betriebseinrichtungen
- Betriebsorganisation
- Rechtliche Rahmenbedingungen
- Umweltvorschriften

Für die Erhebung und Auswertung der Daten sind in den meisten Fällen statistische Methoden erforderlich. Das Ziel der Verwendung von statistischen Methoden besteht darin, Behauptungen und Hypothesen zu überprüfen und zu einer rationalen Entscheidungsfindung beizutragen. Grundlage für eine statistische Analyse ist stets eine inhaltlich möglichst genau abgegrenzte Fragestellung und die Beschreibung des Untersuchungsziels. Hierbei spielen auch wirtschaftliche Überlegungen eine Rolle, z.B. wie groß der Aufwand für die Datenerhebung ist, um statistisch gesicherte Aussagen mit einer bestimmten vorgegebenen Genauigkeit zu erhalten.

Im Rahmen des Arbeitsstudiums werden folgende Schwerpunkte unterschieden / 2 /.

Arbeitsgestaltung

Gestaltung von Arbeitsverfahren, Arbeitsmethoden, Arbeitsbedingungen, Arbeitsplätzen, Betriebsmitteln sowie Arbeitsabläufen.

Datenermittlung

Erfassen und Auswerten von Daten innerhalb eines Arbeitssystems, z.B. für Planung, Steuerung, Kontrolle oder Entlohnung.

Kostenrechnung

Aufgabengebiete sind u.a. Kostenartenrechnung, Kostenstellenrechnung und Kostenträgerrechnung.

Anforderungsermittlung und Arbeitsbewertung

Arbeitssystembeschreibung sowie Analyse und Quantifizierung von Anforderungen an den Menschen; Anwendung für Entlohnung, Personalorganisation und Arbeitsgestaltung.

Arbeitsunterweisung

Methodisches Vermitteln von Kenntnissen, Fertigkeiten und Verantwortungsbewusstsein zur Erfüllung von Arbeitsaufgaben.

Im Rahmen des Arbeitsstudiums versteht man unter Datenermittlung die qualitative und quantitative Beschreibung von Arbeitsabläufen.

2 Analyse der Datenarten und deren Beschreibung

2.1 Unterteilung der Daten

Im folgenden Bild sehen wir eine Untergliederung der Datenarten und deren Merkmale:

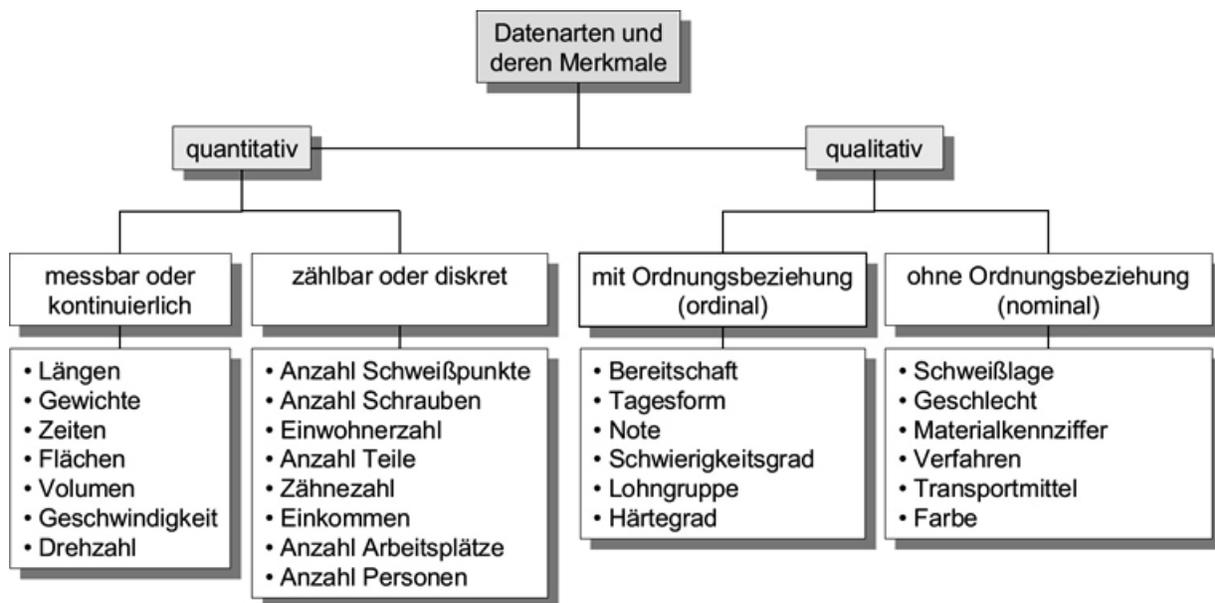


Bild 1: Einteilung der Datenarten und deren Merkmale

Messbare, kontinuierliche oder auch stetige Daten und deren Merkmale können auf einer Skala jeden beliebigen Wert annehmen. Zwischen zwei Werten kontinuierlicher Merkmale liegen theoretisch unendlich viele weitere Werte.

Zählbare, diskrete Daten können auf einer Skala nur ganzzahlige Werte annehmen. Zwischen zwei aufeinander

folgenden Werten ist kein weiterer Eintrag möglich. Die Gesamtzahl diskreter Daten kann maximal abzählbar unendlich sein.

Qualitative Daten mit Ordnungsbeziehung (ordinal) unterliegen einer gewissen Rangfolge. Die Abstände zwischen den Werten sind dabei unterschiedlich und nicht interpretierbar. Bei Schulnoten etwa kann man sagen, dass ein „gut“ besser ist als ein „befriedigend“, der Notenabstand kann jedoch nicht interpretiert werden, weil die Merkmale der Daten nicht eindeutig bestimmten Leistungen zugeordnet werden können.

Qualitative Daten ohne Ordnungsbeziehung (nominal) unterliegen keiner Rangfolge. Es ist nicht möglich, zu sagen, dass die Farbe grün größer oder kleiner ist als die Farbe gelb.

In der Literatur werden quantitative Daten und Merkmale manchmal auch metrisch skalierte Daten genannt. Diese werden teilweise auch noch nach intervall-skalierten (ohne absoluten Nullpunkt) und verhältnisskalierten (mit absolutem Nullpunkt) Daten unterschieden.

Im Rahmen der Übersicht wird auch von Daten und deren Merkmalen gesprochen. Unter Merkmalen versteht man dabei eine erkennbare Eigenschaft, die eine Person oder Sache von anderen unterscheidet / 1 /. Im folgenden zeigen wir Beispiele für Daten und deren Merkmale:

Quantitative Messdaten			
Merkmal	Ausprägung	Einheit	Bezeichnung der Einheit
Geschwindigkeit	123,9	km/h	Kilometer pro Stunde

Gewicht	15,4	N	Newton
Masse	19,5	kg	Kilogramm
Zeit	487,3	HM	Hundertstel Minute
Weglänge	3482	m	Meter
Volumen	3,4	dm ³	Dezimeter hoch 3 (Liter)

Quantitative Zähldaten	
Merkmal	Ausprägung
Anzahl Schrauben	5
Anzahl Schweißpunkte	42
Einwohnerzahl	12345
Einkommen	2612
Zähnezahl	14

Qualitative Daten mit Ordnungsbeziehung	
Merkmal	Ausprägung
Schulnote	ungenügend, mangelhaft, ausreichend, befriedigend, gut, sehr gut
Schwierigkeitsgrad	sehr leicht, leicht, mittelschwer, schwer, sehr schwer
Qualität	minderwertig, ausreichend, befriedigend, gut, hochwertig
Lohngruppe	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

--

Qualitative Daten ohne Ordnungsbeziehung	
Merkmal	Ausprägung
Geschlecht	männlich, weiblich
Material	Aluminium, Stahl, Holz, Stein, Wasser, ...
Wirbeltier	Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel, Säugetiere
Transportmittel	Fahrrad, PKW, LKW, Flugzeug, Schiff, Handkarre,...
Geschmack	sauer, süß, bitter, salzig
Sinne	Sehen, Hören, Riechen, Schmecken, Tasten

In vielen Fällen ist eine nähere und eindeutige Beschreibung der Merkmale erforderlich, um diese so von anderen, ähnlichen Merkmalen derselben Sache zu unterscheiden, z.B.: Gesamtlänge der Getriebewelle, Fahrgeschwindigkeit im Eilgang, Flanschdurchmesser, Durchmesser Bohrung, Anzahl Teile im Transportbehälter, Anzahl Radmutter, Anzahl Bohrungen auf Teilkreis, Schwierigkeitsgrad beim Aufnehmen, Oberflächenqualität, Gehäusematerial, Typ Verpackungskarton, Typ Bearbeitungsmaschine, ...

2.2 Veränderliche (variable) und feste (konstante) Daten

Neben der oben beschriebenen Einteilung der Datenarten kann man die Daten noch hinsichtlich folgender Kriterien unterteilen: veränderliche und feste Daten.

Veränderliche Daten:

Veränderliche (variable) Daten können sich im Laufe der Zeit verändern, z.B.: Tagestemperatur, Fahrgeschwindigkeit, Anzahl von Schweißpunkten, Transportweg, Bearbeitungslänge, Zerspanvolumen. Bei den veränderlichen Daten spricht man häufig auch von abhängigen und unabhängigen Variablen. Die abhängige Variable ist in diesem Zusammenhang diejenige, die von einer oder mehreren unabhängigen Variablen abhängt, z.B.:

Abhängige Variable	Unabhängige Variable(n)
Behältervolumen	Länge, Breite und Höhe
Behältervolumen	Höhe und Durchmesser
Füllzeit	Behältervolumen
Fahrzeit	mittlere Geschwindigkeit
Temperatur	Ofenleistung, Wärmeübergang
Bremsweg	Geschwindigkeit, Straßenbelag, Straßenzustand

Wie man sieht, kann eine abhängige Variable (z.B. das Behältervolumen) durchaus auch eine unabhängige Variable für eine andere abhängige Variable sein (Füllzeit).

Feste Daten

Feste (konstante) Daten verändern sich im Laufe der Zeit nicht, z.B.:

Hubzahl einer bestimmten Exzenterpresse, Spitzenhöhe einer bestimmten Drehmaschine, Maximale Bearbeitungslänge einer bestimmten Fräsmaschine, Zugfestigkeit eines Materials.

2.3 Absolute und bezogene (relative) Daten

Als *absolute* Daten bezeichnet man Daten ohne Bezug zu anderen Daten, wie z.B.:

Anzahl Ja-Stimmen, Stückzahl, Länge, ...

Unter *bezogenen* (relativen) Daten werden diejenigen verstanden, welche sich auf eine Bezugsgröße beziehen, z.B.: Anzahl Ja-Stimmen / Anzahl Gesamtstimmen, Stückzahl / Zeit, Länge / Zeit.

3 Daten im Arbeitsstudium

3.1 Ablaufabschnitte

Im Rahmen des Arbeitsstudium steht die Beschreibung der betrieblichen Abläufe mit den zugehörigen Randbedingungen im Vordergrund. Um nun einen betrieblichen Ablauf als Ganzes zu beschreiben, kann dieser in mehrere Teile untergliedert werden:

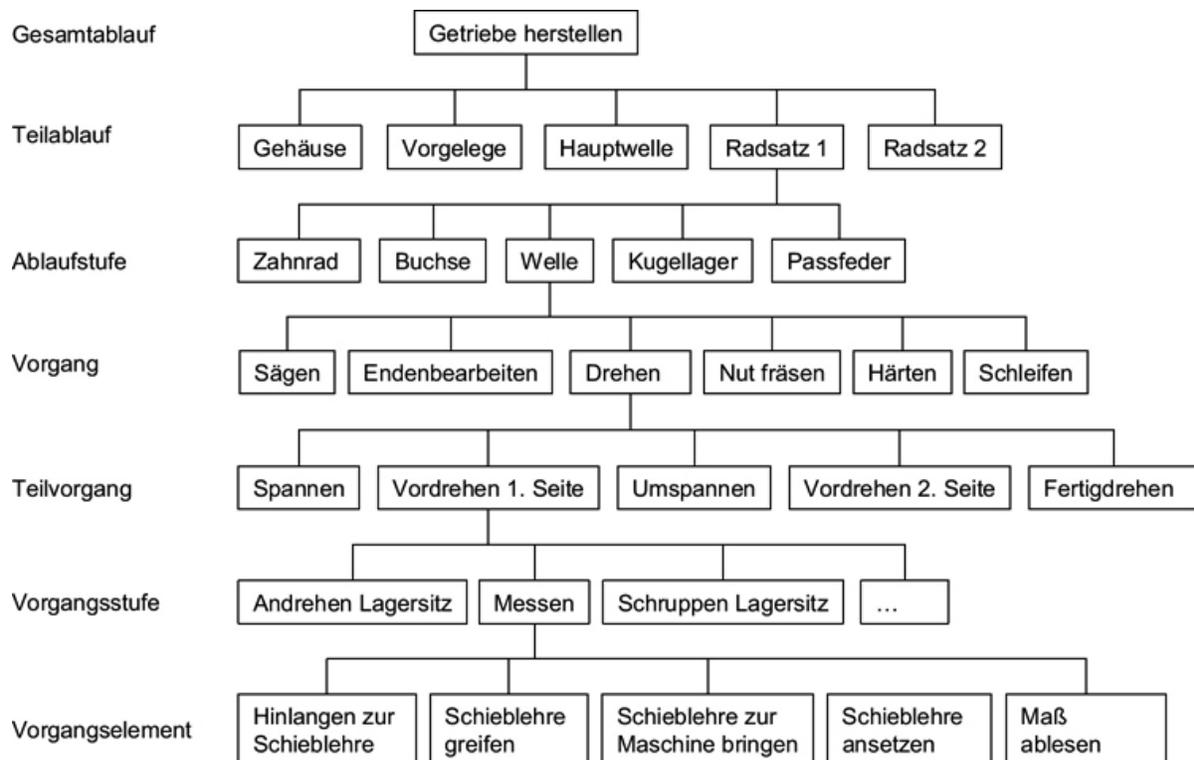


Bild 2: Beispiel für die Gliederung eines Arbeitsablauf (nach REFA)

Der Gesamttafel wird also in verschiedene **Ablaufabschnitte** untergliedert, wobei je nach Größe und Inhalt der Bausteine folgendes unterschieden wird / 2 / :

Makroabläufe: Gesamttafel Teilablauf Ablaufstufe Vorgang

Mikroabläufe: Vorgang Teilvorgang Vorgangsstufe Vorgangselement

Wie wir sehen, wird der Ablaufabschnitt „Vorgang“ sowohl zu den Makro- als auch zu den Mikroabläufen gezählt. Im Folgenden wollen wir die Arten von Ablaufabschnitten vorstellen:

3.1.1 Vorgangselement

Dies sind Ablaufabschnitte, die weder in ihrer Beschreibung noch in ihrer zeitlichen Erfassung weiter unterteilt werden. Man kann sie auch als die Grundelemente eines Arbeitsablaufs bezeichnen. Je nachdem, ob die Vorgangselemente vom Menschen oder von einer Maschine ausgeführt werden, wird folgendes unterschieden:

Bewegungselemente: Dies sind vom Menschen ausgeführte Grundbewegungen, z.B.:

- Hinlangen zur Unterlegscheibe
- Greifen der Unterlegscheibe
- Bringen der Unterlegscheibe zur Schraube
- Fügen der Unterlegscheibe auf Schraube
- Loslassen der Unterlegscheibe

Die Zerlegung des Arbeitsablaufs in Bewegungselemente ist die Grundlage der Systeme vorbestimmter Zeiten (SvZ). In Deutschland ist das MTM-System (methods-time measurement) am verbreitetsten. Im Grundverfahren werden folgende Elemente unterschieden:

Hinlangen	- R (Reach)
Greifen	- G (Grasp)
Loslassen	- RL (Release)
Bringen	- M (Move)
Fügen	- P (Position)
Drücken	- AP (Apply Pressure)
Trennen	- D (Disengage)
Drehen	- T (Turn)
Körper-, Bein- und Blickfunktionen	Fußbewegungen - ET: Eye Travel, EF: Eye Fokus

Prozesselemente: Dies sind von Maschinen ausgeführte Grundvorgänge, z.B.:

Pressenhub, Eckenpause beim Laserschneiden, Biegevorgang, Positioniervorgang, ...

3.1.2 Vorgangsstufe

Eine Vorgangsstufe enthält eine in sich abgeschlossene Folge von Vorgangselementen:

<u>Vorgangsstufe</u>	<u>Vorgangselemente</u>	<u>Beschreibung</u>
Unterlegscheibe montieren	Hinlangen Greifen Bringen Fügen Loslassen	zur Unterlegscheibe Unterlegscheibe Unterlegscheibe zur Schraube Unterlegscheibe auf die Schraube Unterlegscheibe
Teil Stanzen	Hinlangen Greifen Bringen Fügen Loslassen Hinlangen Drücken Pressenhub ...	zum Stanzteil Stanzteil Stanzteil zur Vorrichtung Stanzteil in Vorrichtung Stanzteil zum Auslöser Auslöser Prozesselement ...

Wie man sieht, gehören zu einer Berechnung auf Basis Vorgangsstufe noch zusätzliche Beschreibungen, damit man erkennen kann worauf sich das Vorgangselement bezieht.

3.1.3 Teilvorgang

Ein Teilvorgang besteht in der Regel aus mehreren Vorgangsstufen. In manchen Fällen kann ein Teilvorgang aus nur einer Vorgangsstufe bestehen, wie das Beispiel „Teil Stanzen“ anschaulich belegt. Teilvorgang und Vorgangsstufe sind in diesem Fall identisch. Die Größe eines Teilvorgangs ist nicht eindeutig festgelegt und hängt davon ab, wie man zweckmäßig einen Vorgang in Teilvorgänge unterteilt. Beispiele für Teilvorgänge und deren Vorgangsstufen:

<u>Teilvorgang</u>	<u>Vorgangsstufen</u>	<u>Vorgangselemente</u>
Werkstück in	Spannfutter lösen	Hinlangen zum Spanschlüssel

Spannfutter
wechseln

Greifen Spannschlüssel

...

Loslassen Spannschlüssel

Werkstück entnehmen
und ablegen

Hinlangen zum Werkstück

Greifen Werkstück

...

Loslassen Werkstück

...

Spannfutter festziehen

Hinlangen zum
Spannschlüssel

Greifen Spannschlüssel

...

Loslassen Spannschlüssel

Blech biegen

Teil in Biegevorrichtung
gegen Anschlag
positionieren

Hinlangen zum Teil

Greifen Teil

Bringen Teil

...

Drücken Auslöser

Biegevorgang

Prozesselement

Teil drehen 180°

Hinlangen zum Teil

Drehen Teil (180°)

...

Drücken Auslöser

Biegevorgang

Prozesselement

Teil drehen 90°

Hinlangen zum Teil

...

Drücken Auslöser

Biegevorgang

Prozesselement

Teil drehen 180°

s.o.

Biegevorgang

s.o.

Teil ablegen

s.o.

Wie man sieht, können einzelne Vorgangsstufen mehrfach in einem Teilvorgang vorkommen, wie oben z.B. der „Biegevorgang“ und das „Teil drehen 180°“. In diesen Fällen kann man auch einen entsprechenden Faktor eintragen, z.B.:

<u>Vorgangsstufe</u>	<u>Häufigkeit</u>
Biegevorgang	4x
Teil drehen 180°	2x

3.1.4 Vorgang

Ein Vorgang besteht in der Regel aus mehreren Teilvorgängen, aber auch er kann nur einen einzigen Teilvorgang enthalten. In diesem Fall sind Vorgang und Teilvorgang identisch. Als Beispiele dienen uns hier die Vorgänge „Teil Stanzen“ und „Blech biegen“. Im Fall „Teil Stanzen“ sind sogar Vorgang, Teilvorgang und Vorgangsstufe identisch.

Ein Vorgang ist dadurch gekennzeichnet, dass bei seiner Ausführung eine komplette Einheit (Werkstück, Gebinde, ...) mit dem entsprechenden Arbeitsverfahren fertiggestellt wird. Ein Vorgang wiederholt sich also so oft, wie es die zugehörige Auftragsmenge m vorgibt.

Betrachten wir z.B. den Gesamtablauf „Getriebe herstellen“. Angenommen, der Kunde hat $m=20$ Stück des entsprechenden Getriebes bestellt, dann muss natürlich der Teilablauf „Radsatz 1“ genau 20 mal durchlaufen werden. Ebenso muss auch die Ablaufstufe „Welle für Radsatz 1“ genau 20 mal durchlaufen werden. Somit müssen für die Wellen die Vorgänge Sägen, Endenbearbeiten, Drehen, Nut fräsen und Schleifen jeweils $m=20$ mal durchlaufen werden.

Warum haben wir hier auf die Erwähnung des Vorgangs „Härten“ verzichtet? Da die besagten Wellen mit dem Verfahren „Einsatzhärten“ behandelt werden, wird nicht jedes Teil einzeln gehärtet, sondern es werden mehrere Wellen zu einer Charge zusammengefasst, die anschließend die für das Härten erforderlichen Prozesse durchläuft. In diesem Zusammenhang kann man folgende Fälle unterscheiden:

Die Chargenmenge ist größer oder gleich der Auftragsmenge:

Der Vorgang „Härten“ wird mit seinen Teilvorgängen lediglich einmal durchlaufen und wird mit einem Teiler (der Bezugsmenge) belegt, der gleich der Chargenmenge ist.

Die Chargenmenge ist kleiner als die Auftragsmenge:

Der Vorgang „Härten“ wird mit seinen Teilvorgängen so oft durchlaufen, bis sämtliche Teile des Auftrags gehärtet sind. Jeder Härtevorgang wird mit einem Teiler (der Bezugsmenge) belegt, der gleich der Chargenmenge ist.

Es kann aber auch passieren, dass in einem Teilablauf (z.B. Radsatz 1) mehrere identische Ablaufstufen (z.B. Welle) enthalten sind. Ist **n** die Anzahl der identischen Ablaufstufen, dann wird jeder Vorgang $n \cdot m$ vorkommen. Ist im Beispiel „Getriebe herstellen“ eine identische Welle drei mal im Radsatz enthalten, so wird bei einer Auftragsmenge von $m=20$ jeder Vorgang $3 \cdot 20 = 60$ mal ausgeführt. Die entsprechende mittlere Vorgangszeit wird dann mit einem Teiler (Bezugsmenge) belegt, der gleich dem Kehrwert von n ist, also mit **1/n**.



Bild 3: Radsatz mit 3 identischen Wellen

Beträgt die mittlere Zeit für den Vorgang „Sägen“ z.B. 500 HM, so muss durch die Bezugsmenge 1/3 dividiert werden. Also berechnet sich die Sägezeit je Getriebe wie folgt:

$$\text{Zeit Sägen Getriebe} = \frac{\text{Zeit Vorgang Sägen}}{\frac{1}{n}} = n \cdot \text{Zeit Vorgang Sägen} = 3 \cdot 500\text{HM} = 1500\text{HM}$$

Beispiele für Vorgänge

<u>Vorgang</u>	<u>Teilvorgang</u>	<u>Bezugsmenge</u>
Welle sägen	Profil holen und ablegen	Teile je Profil
	Profil nachschieben gegen Anschlag	1
	Profil spannen	1
	Sägevorgang (Prozesselement)	1
	Werkstück entnehmen und ablegen	1
	Restprofil wegbringen	Teile je Profil
	Zuschnitt	Teil in Vorrichtung einlegen
	Teil zuschneiden nach Zeichnung	1
	Teil ablegen	1
	Material Nachschub holen	Anzahl Teile

Biegen	Teilevorrat bereitlegen	Anzahl Teile
	Blech biegen	1
	Fertigteile wegbringen	Anzahl Teile

Ein Vorgang (auch Arbeitsvorgang oder Arbeitsgang) wird mit seinen Daten in Arbeitsplänen zur Beschreibung einer Arbeitsaufgabe dokumentiert und dient als Grundlage für die Terminierung von Aufträgen im Rahmen der Produktionsplanung und -steuerung (PPS).

Mit einem Vorgang wird häufig auch ein bestimmtes Arbeitsverfahren oder eine bestimmte Technologie assoziiert, wie z.B.:

Trennen / Zerteilen:	Stanzen, Brennschneiden, Laserschneiden, ...
Trennen / Spanen:	Sägen, Bohren, Drehen, Fräsen, Schleifen, ...
Umformen:	Gesenkbiegen, Stanzen, Gesenkschmieden, Walzen, ...
Urformen:	Gießen, Sintern, ...
Fügen:	Schweißen, Heften, Löten, Nieten, ...
Beschichten:	Lackieren, Pulverbeschichten, Verzinken, ...
Stoffeigenschaft ändern:	Härten, Vergüten, Anlassen, Glühen, ...

3.1.5 Ablaufstufe

Eine Ablaufstufe ist eine Folge von Vorgängen, die zur kompletten Herstellung eines Werkstücks erforderlich ist:

<u>Ablaufstufe</u> Zahnrad	<u>Vorgänge</u> Sägen Drehen Nut räumen Fräsen Entgraten Härten Schleifen	<u>Ablaufstufe</u> Buchse	<u>Vorgänge</u> Sägen Drehen Entgraten
<u>Ablaufstufe</u> Welle	<u>Vorgänge</u> Sägen Endenbearbeiten Drehen Nut Fräsen	<u>Ablaufstufe</u> Kugellager	<u>Vorgang</u> Beschaffung Kontrolle
		<u>Ablaufstufe</u> Passfeder	<u>Vorgang</u> Ablängen

	Härten Schleifen		Fräsen Entgraten
--	---------------------	--	---------------------

3.1.6 Teilablauf

Ein Teilablauf besteht aus einer Folge von Ablaufstufen, die zur Herstellung eines Bauteils oder einer Baugruppe erforderlich ist, z.B.:

<u>Teilablauf</u> Gehäuse	<u>Ablaufstufen</u> Modellbau Kernmacherei Formerei Gießen Putzen Bearbeiten	<u>Teilablauf</u> Hauptwelle	<u>Vorgänge</u> Sägen Drehen Entgraten
<u>Teilablauf</u> Vorgelege	<u>Ablaufstufen</u> Welle 1 Zahnrad 1 Welle 2 Zahnrad 2	<u>Teilablauf</u> Radsatz	<u>Ablaufstufen</u> Zahnrad Buchse Welle Kugellager

Es kann vorkommen, dass zu einem Teilablauf keine Ablaufstufen, sondern nur Vorgänge existieren.

3.1.7 Gesamtablauf

Hierunter versteht man sämtliche Arbeitsschritte, die zur Herstellung eines Erzeugnisses oder Artikels erforderlich sind, z.B.:

<u>Gesamtablauf</u> Getriebe	<u>Teilablauf</u> Gehäuse Vorgelege Hauptwelle Radsatz	<u>Gesamtablauf</u> Elektromotor	<u>Teilablauf</u> Gehäuse Stator Rotor
<u>Gesamtablauf</u> Podest	<u>Teilablauf</u> Bodenblech Trittblech Vorderseite Rückseite Schweißen Beschichten	<u>Gesamtablauf</u> Tisch	<u>Teilablauf</u> Platte Tischbein Streben Seitenwangen Stirnwangen Montage Beschichten

3.2 Ablaufarten

Die Definition nach REFA / 2 / lautet:

„Ablaufarten sind Bezeichnungen für das Zusammenwirken von Mensch und Betriebsmittel mit der Eingabe eines Arbeitssystems.“

Auf die Ablaufarten wollen wir hier nur kurz eingehen, weil sich diese in ähnlicher Art in den Zeitarten wiederfinden.

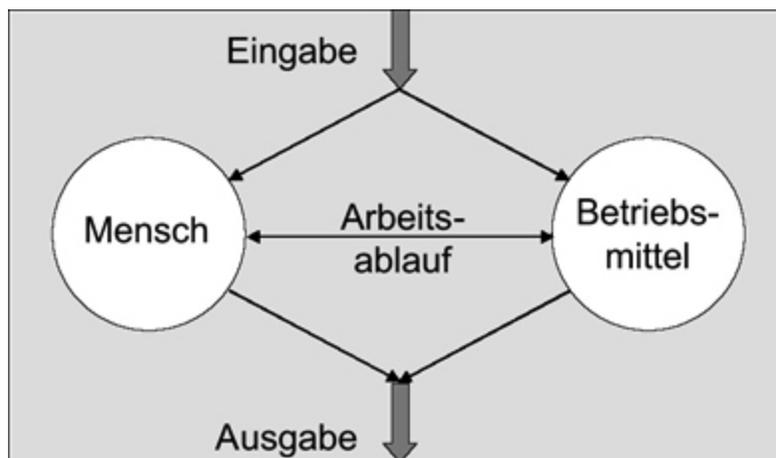


Bild 4: Das Arbeitssystem (nach REFA)

Unter „Eingabe“ versteht man in diesem Zusammenhang alle Objekte, die für die Erfüllung der Arbeitsaufgabe verwendet werden.

Das können z.B. Rohstoffe, Halbfabrikate, Arbeitsanweisungen, Zeichnungen, Arbeitsplan oder Energie sein.

Da nach REFA die mit Zeiten versehenen Ablaufarten identisch mit den Zeitarten sind, wollen wir hier auf eine weitere Erläuterung verzichten und auf die entsprechende Literatur verweisen / 2 /. Eine ausführliche

Gegenüberstellung der Ablaufarten und der Zeitarten
befindet sich im Anhang.

3.3 Zeitararten

Bei der Betrachtung des Arbeitssystems unterscheidet man Zeitararten für:

- den Menschen
- die Maschine oder das Betriebsmittel
- den Arbeitsgegenstand oder das Material

3.3.1 Zeitararten für Mensch und Maschine

Die folgende Abbildung zeigt die Gliederung der Zeitararten für den Menschen:

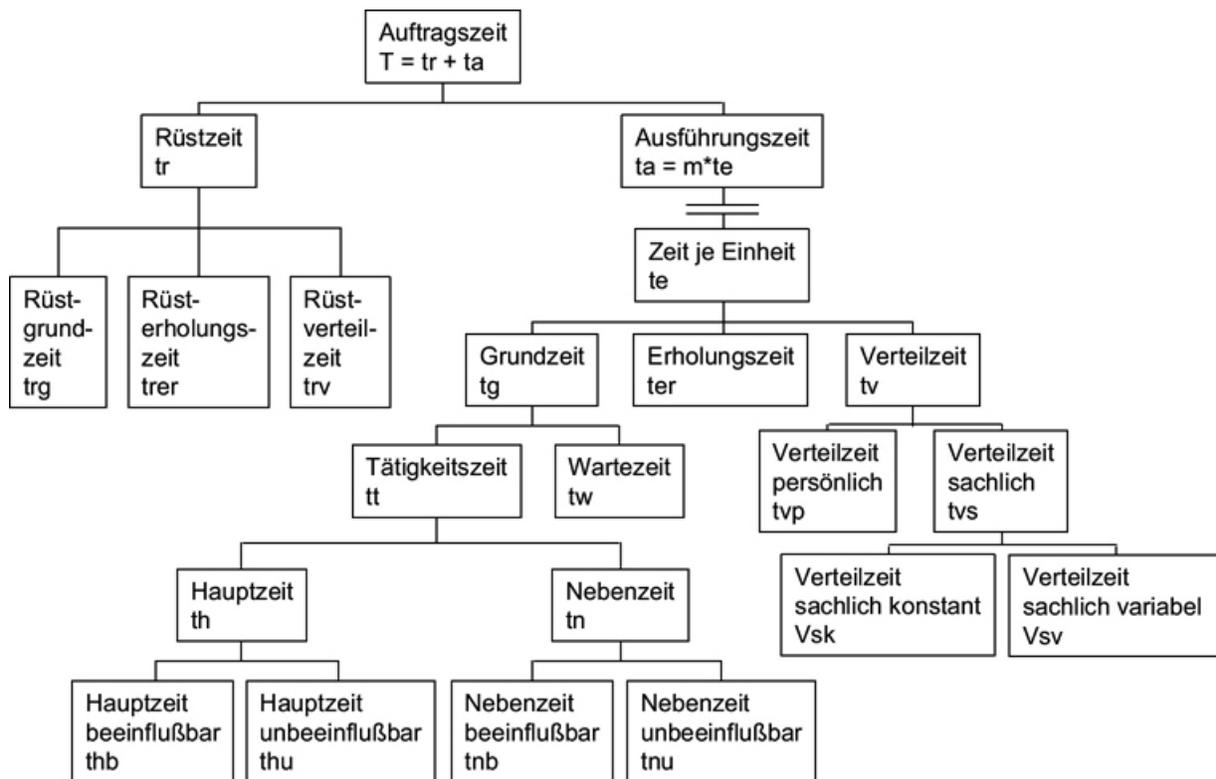


Bild 5: Einteilung der Zeitararten für den Menschen