

Betriebswirtschaftslehre für Ingenieure

A) Zeit im betrieblichen Ablauf, Zeitarten, Zeitgliederung

Zeit → Terminwesen, Belegungsplanung, Durchlaufplanung, Kapazitätsplanung

Lohnfindung

Kostenrechnung, Kalkulation, Materialflussplanung

Produktionsbetrieb → Herstellung von Erzeugnissen

↓

Produktionsfaktoren (siehe Blatt 1)

Arbeitskraft → Personalwesen = Zahl + Qualifikation

Betriebsmittel (Produktionsmittel)	}	Gebäude, Grundstücke, Anlagen (Versorgung) (langfristig)
		Maschinen (mittelfristig)
		Werkzeuge / Vorrichtungen (kurzfristig)

Material (Werkstoff)

Form: Rohstoffe, Halbzeug (Bleche, Rohre, Draht, Profile u.a.)
bezogene Teile (meist einbaufähig), Normteile, Motoren,
Getriebe, Steuerungen, Guss- und Schmiedeteile (ggf.
Halbzeug)

Art (des Materials): Fertigungsgrundmaterial → direkt im Produkt
Fertigungshilfsmaterial (Fertigungshilfsstoffe) → indirekt im
Produkt

Kapital: Eigenkapital → Einlagen von Personen (Personengesellschaft GmbH)
Aktien (Kapitalgesellschaft AG)

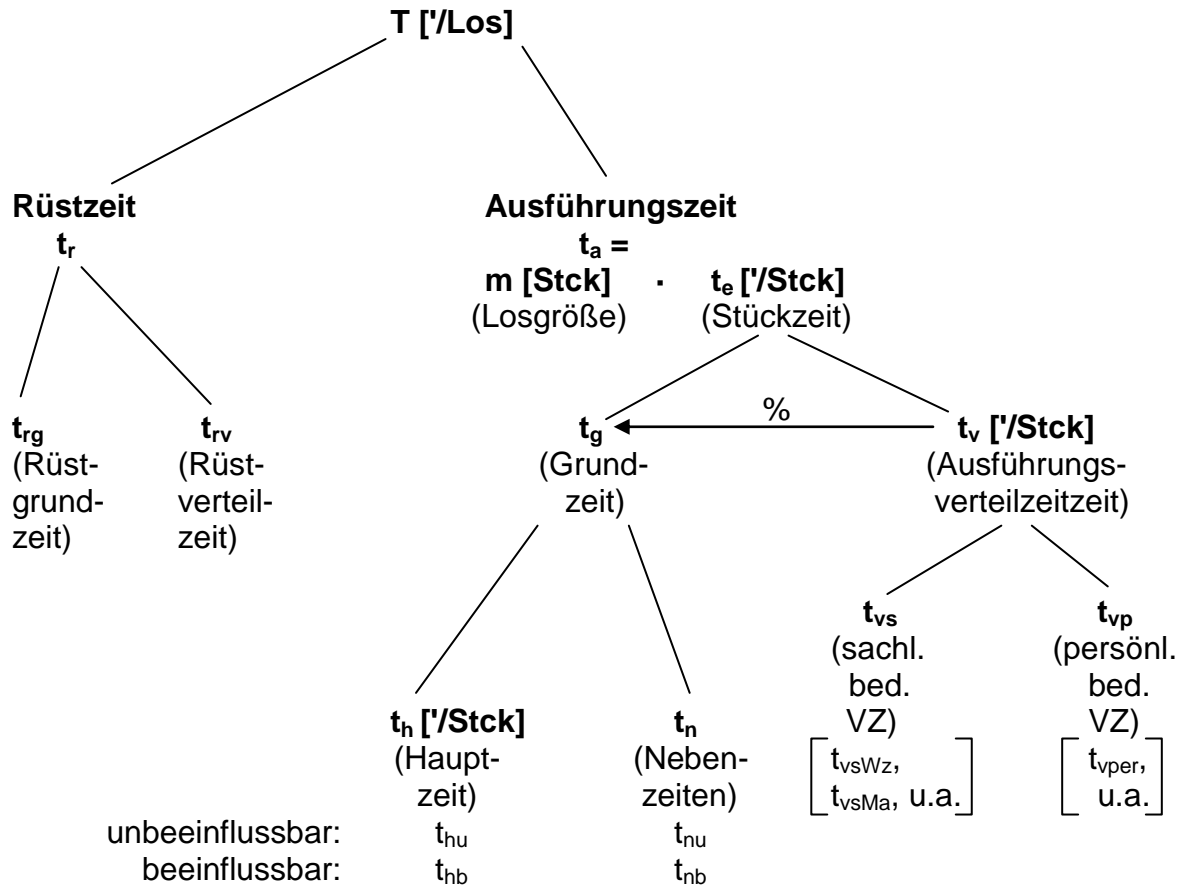
Fremdkapital → Hypothek, Darlehen, Kredite, Wechsel

T ["/Los] – Vorgabezeit

Los: Anzahl von gleichen bzw. ähnlichen Einzelteilen, die gemeinsam die laut Arbeitsplan notwendigen Arbeitsgänge durchlaufen.

T je „Arbeitsgang“

Serie: Anzahl gleicher Erzeugnisse (Produkte) und einheitlicher Konstruktion.



t_r und t_e im Arbeitsplan

$$T = t_r + m \cdot t_e$$

Verteilzeit (VZ): im zeitlichen Rahmen liegende Ausfallzeiten (z.B. Störungen)

F-Zeiten: von Fall zu Fall über eigenen Beleg

Z_v [%] Zuschlags-%-satz

t_{hu} meist berechenbar (wirtschaftliche Kennziffern)

Drehen:
$$t_{hu} = \frac{\sum l_{ges}}{s \cdot n} = \frac{\sum l_{ges} \cdot d \cdot \pi}{s \cdot 1000 \cdot v_{Stand}}$$

s – Vorschub [mm/U]

n – Drehzahl [1/min]

Fräsen:
$$t_{hu} = \frac{\sum l_{ges} \cdot d_F \cdot \pi}{\underbrace{s_Z \cdot Z \cdot 1000}_{s} \cdot v_{Stand}}$$

s_Z – Vorschub pro Zahn [mm/Zahn]

Z – Zähnezahl

VZ-Ermittlung: Z_v [%] → VZ-Studie (Langzeitstudie in der Abteilung)
Schwachstellenforschung

nach dem **Multimomentverfahren** (statistische Methode)

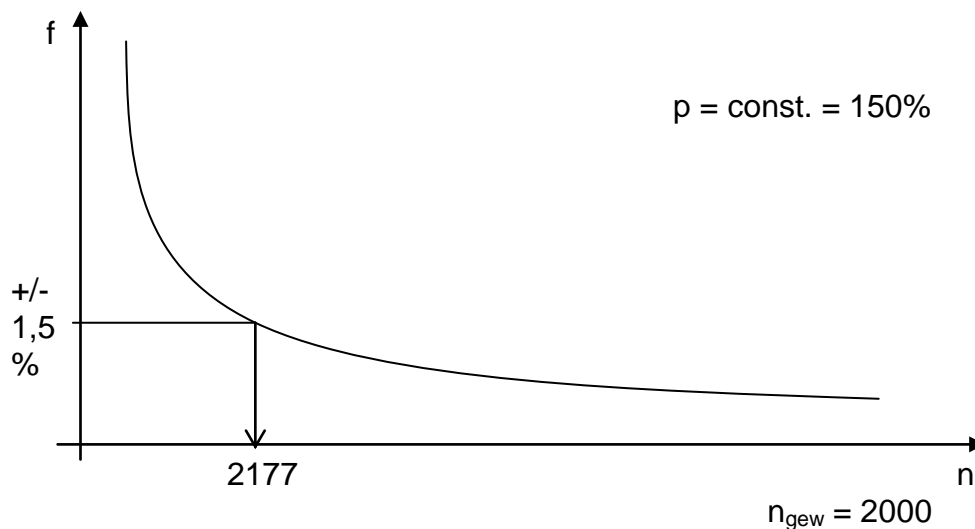
$$f[\%] = 1,96 \sqrt{\frac{(100-p) \cdot p}{n}}$$

absolute Genauigkeit

Ablaufartenanteil [%] hier Z_v [%]

Zahl der Notierungen

p: Einsetzen eines Erwartungswertes, Schätzwert, Prognose, u.a.



$$\text{Schichtzeit (ohne tarifl. Pausen)} = t_{rg} + t_g + t_{vs} + t_{vp} + F + N$$

F – von Fall zu Fall
N – nicht abzugelten

$$Z_v[\%] = \frac{\sum (t_{vs} + t_{vp})}{\sum (t_{rg} + t_g)} \cdot 100\%$$

(F + N) ≤ 5%: dann nicht berücksichtigen

Beispiel: 20 AP in der Abteilung (3 – 4 Wochen)
5 – Tage – Woche (einschichtig)

2000 / 20 = 100 Rundgänge → 5 / Tag → 4 Wochen

Zeitart	1	2	3	...	20	
t_{rg}	x					1750
t_h						
t_n						
t_{vr}						190
t_{vs}			x			
t_{vp}				x		
F						60
N		x				
						<u>2000</u>

(F + N) < 5%

$$Z_v = \frac{190}{1750} \cdot 100 = 11\%$$

Verteilzeitfaktor: $f_v = 1 + Z_v / 100$; $Z_v = 11\% \rightarrow f_v = 1,11$

$$T = t_r + m \cdot t_e; \quad t_r = f_v \cdot t_{rg}; \quad t_e = f_v \cdot t_g$$

$$\boxed{T [\text{' / Los}] = f_v \cdot (t_{rg} + m \cdot t_g)}$$

$$t_e^* = t_e + t_r / m = f_v \cdot (t_g + t_{rg} / m)$$

t_e^* : Stückzeit mit pauschaler, anteiliger Rüstzeit

AZ_{verf} = verfügbare Arbeitszeit

$AZ_{verf} = \text{Betriebsdauer} - \Sigma(\text{techn. / technolog. / organisat. bed. Stillstandszeit})$
(lt. Kalender & Schichtzahl)
= Nettozeitkapazität

B) Methoden der Vorgabezeitermittlung

Fertigungszeit: Einzel- Serie- Massen



- 1) bestimmt durch:
- Produktionssortiment (Zahl verschiedenartiger Produkte)
 - Produktionsstückzahl
 - Kostenwert bzw. Jahreskostenwert (bei entsprechender jährlicher Produktionsstückzahl)
 - Wiederholbarkeit

Einzel-, Kleinserie:

Methode: Schätzen & Vergleichen → z.B. Standardfälle nach Zeitarten



$$T = t_r + m \cdot t_e$$

Auflage

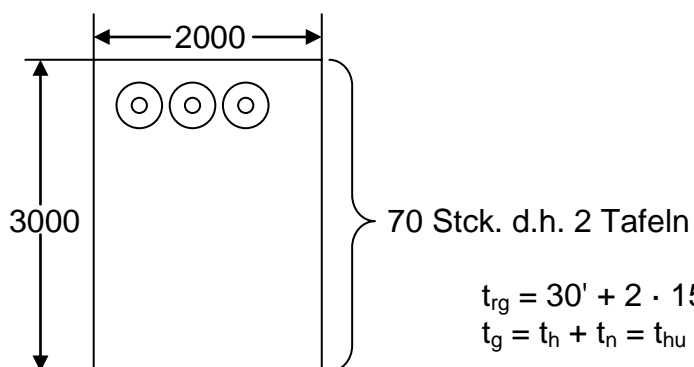
- 2) Rohrechnung nach Refa bzw. Betriebsdaten d.h. für die einzelnen Zeitarten nach Richtwerten (WZM – Hersteller; AWF; u.a.)

Beispiel: (siehe Blatt)

$$T_{\text{(trennen, brennschneiden)}} = ?$$

$$m = 140 \text{ Stck.}$$

$$f_v = 1,2$$



$$t_{rg} = 30' + 2 \cdot 15' / \text{Los} = 60' / \text{Los}$$

$$t_g = t_h + t_n = t_{hu} + t_{nb}$$

$$t_{hu1} = \frac{275 \cdot \pi}{1000 \frac{\text{mm}}{\text{min}}} = 0,8639$$

$$t_{hu2} = \frac{135 \cdot \pi}{1000} = 0,424$$

$$t_{hu \text{ ges}} = 1,288 \approx 1,3$$

$$t_g = 1,3' + 2 \cdot 0,3' = 1,9' / \text{Stck.}$$

$$T = f_v (t_{rg} + m \cdot t_g) = 1,2 (60' + 140 \cdot 1,9) = 391,2' \Rightarrow 6,5 \text{ Std.}$$

Drehen: Universaldrehen; Dreibackenfutter mit 6 Wz in 2 Aufspannungen

$$m = 20$$

$$t_{rg} = 20 + 5 \cdot 3 + 5 = 40' / \text{Los}$$

Backenwechsel

$$t_{hu} = \frac{\sum l_{ges} \cdot d_m \cdot \pi}{s_m \cdot 1000 \cdot v_{Stand}} ; \quad d_m = \text{mittl. Drehdurchmesser} = 210$$

$$\Sigma l_{ges} = \underbrace{30+5}_{\nabla \text{innen}} + \underbrace{70+5}_{\nabla \text{au\ss}en \text{ plan}} + \underbrace{2 \cdot 30}_{145 \text{ Passg. fertig}} + \underbrace{70+5}_{\nabla \nabla \text{plan fertig}} + \underbrace{2 \cdot 15}_{\text{Einstich innen}} + \underbrace{30}_{\nabla \text{au\ss}en} + \underbrace{2 \cdot 30}_{\nabla \text{au\ss}en \text{ plan } \varnothing 265g6} + \underbrace{70}_{\nabla \nabla \text{au\ss}en \text{ plan}} + \underbrace{2 \cdot 70}_{\nabla \nabla \text{au\ss}en \text{ plan}} + \underbrace{2 \cdot 10}_{\text{au\ss}en \text{ Einstich}} = 595$$

$$t_{hu} = \frac{595 \cdot 210 \cdot \pi}{0,2 \cdot 1000 \cdot 150} = 13,1' / \text{Stck.}$$

$$t_{nb} = t_{nb1} + t_{nb2}$$

Werkstück-
handhabung Schalten, Anstellen, usw.

$$t_{nb1} = 1,3 + 1,2 = 2,5' / \text{Stck.}$$

10kg

Methode II

3) Zeitstudie (Refa)

→ Serienfertigung / Losgrößen ↑

Voraussetzung: **Best**gestaltung des AP & Arbeitsablauf

Vorbereitung: Pflichtenheft* erstellen



„Beschreibung“ des AP und –ablaufes (Lage, Ausstattung mi Wz, Vorrichtungen, u.a.)

*auch für viele andere Zwecke

Durchführung: 1) Stoppuhr (2 Uhren)

Einzelzeit E Fortschrittszeit F

2) Stopp-Band

3) Zeitstudienmessgeräte (ggf. mit Anschlussprogrammen für Kalkulationen u.a.)

$$\Sigma t_N = t_g ['] / \text{Stck} \quad ; \quad t_e = t_g + t_v ; \quad t_e = f_v \cdot t_g$$

4) Systeme vorbestimmter Zeiten (SVZ) Verfahren - " - " - (VVZ)

→ Anwendung → Großserien, Montageabläufe
→ Optimierung von Arbeitsplatz & -ablauf

Prinzip: Gliederung des Arbeitsablaufes bis zum Griffelement (Arbeitselement)

Methoden:	Merkmal: Griffelemente
MTM-Verfahren	- Hinlangen
(Method Time Measurement)	- Greifen
WF – Work Factor	- Bringen
	- Fügen
	- Loslassen

Bsp.: R30C — Schwierigkeitsklasse
Bew.-Länge

MTM-Standard-Daten für ganze Arbeitskomplexe, die bereits optimiert wurden
(z.B. Schraubverbindung herstellen)

C) Arbeitsbewertung & Entlohnung

Arbeitsbewertung → Personalplanung
Arbeitskraft in entsprechender Lohngruppe LG
Qualifikation ↗

AB – Arbeitsbewertung → Arbeitsverrichtung nach entsprechender Schwierigkeit,
Anforderungen, Umgebung

- Formen:
- Arbeitsplatzbewertung wenn der Einfluss durch Material, Werkstück oder Prozessablauf keine Rolle spielt.
 - Arbeitsstückbewertung: Arbeitsverrichtung in entsprechende LG einstufen (Gegensatz zu Arbeitsplatzbewertung).

Methoden der AB:

- summarisch → keine Bewertung und Gewichtung von Einzelmerkmalen (pauschal)

Vergleichsbeispiele: z.B. nach **Lohngruppenkatalogen**

Beispiel: Elektrohandschweißen mit Stabelektrode

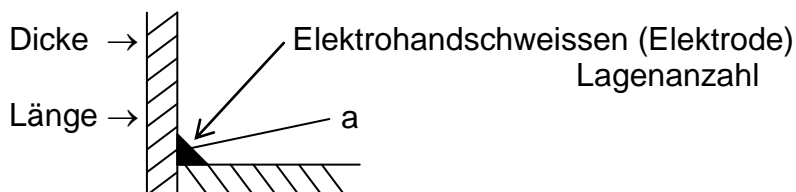
LG	Tätigkeitsmerkmal	Anforderungen
...		
...		
...		
6	Schweißen von allg. Baustahl, keine Zwangslagen; Elektroden einfacher Art	angelernter Arbeiter Anweisung durch Meister
...		
...		
...		
10		

→ Beispiel

Summarisch → Einzel & Kleinserienfertigung

b) Analytische AB → Serienfertigung

Voraussetzung: siehe auch Zeitstudie (Pflichtenheft u.a.)

Beispiel: Arbeitsverrichtung

Arbeitsplatz: Einzelarbeitsplatz – Trafo (Wechselstrom), Drehtisch, Vorrichtung, Absaugung
Lage: in der Halle; Lageplan (m²)

z.B. analytische AB (siehe Seite 17 Punkt b))

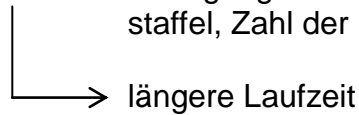
Nr.	Merkmal	Pkt. (0-100)	Wichte-Schlüssel	Arbeitswert
	Können			
1		40	1,0	40
2		40	0,8	32
	Belastung			
3		30	0,9	27
4		0	0,8	0
5		30	0,8	24
	Verantwortung			
6		20	0,8	16
	Umgebungseinfl.			
9/10		20	0,6	6
12		10	0,3	3
14		30	0,2	6
15		30	0,4	12
17		30	0,2	6
19		20	0,3	6
20		30	0,1	3
				Σ181

⇒ $181 / 10 = 18,1 \rightarrow \text{LG } 7$

D) Entlohnung (Arbeiter → Fertigungslöhne)

Tarifautonomie → selbständiges Aushandeln der Tarifverträge (Tarifpartner)

Manteltarif: Kündigungsschutz, Lohnfortzahlung, Arbeitsplatzsicherung, Lohnstaffel, Zahl der LG, arbeitsrechtliche Belange u.a.



Lohntarif: → Ecklöhne

Basis-LG = LG VII (bei 10 LG) = 100%

Lohnhöhe: Bestandteile: a) Anforderung (= Arbeitsbewertung)
b) Leistung (Prämie, Akkordzuschlag)

Lohnformen:

1) Leistungslohn (Akkordlohn)

AG – Akkordgrundlohn

Z_t [%] – tarifl. Zuschlag (nur bei Akkordlohn)

AR – Akkordrichtsatz **$AR = AG \cdot (1 + Z_t / 100)$**

Z_a – außertarifl. Zuschlag

f_G – Geldfaktor **$f_G = AR \cdot (1 + Z_a / 100)$**

Bsp.: $Z_I = 1$ (Arbeitsplätze)

$$AR_6 = 0,95 \cdot 14 \cdot 1,1 = 14,63 \text{ DM/h}$$

$$Z_{II} = 2 \quad AR_7 = 1,00 \cdot 14 \cdot 1,1 = 14,50 \text{ DM/h}$$

$$Z_{III} = 3 \quad AR_8 = 1,1 \cdot 14 \cdot 1,1 = 16,94 \text{ DM/h}$$

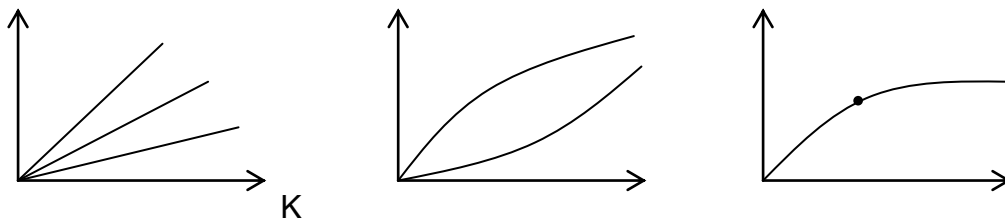
$AZ_{\text{verf}} = 1500 \text{ h/a}$ Lohn- Basis- Z_t
 staffel AG

Lohnhöhe: $\Sigma T \cdot f_G$

$$1500 \cdot (1 + Z_a / 100) \cdot (14,63 \cdot 1 + 2 \cdot 15,40 + 3 \cdot 16,94) = 158812,50 \text{ DM}$$

$Z_a = 10\%$

Gestaltung der Lohnlinien im Mehrleistungsbereich



2) Objektlohn => Gruppenakkord

↓
z.B. Montage von Großmotoren T = 100 h/Motor

Abgrenzung des Objekts + =Zahl & Qualifikation der Gruppe

LG	Anz.	f _G (DM/h)	Σf _G
6	2	20	40
7	2	25	50
9	1	30	<u>30</u>
			120

$$\text{Lohnkosten [DM / Motor]} = T \cdot \Sigma f_G =$$

$$= \mathbf{12000} \text{ DM / Motor}$$

↓
Objektlohn Σ

$$\text{Anteilfaktor} = f_A = f_G / \Sigma f_G = 20 / 120 = 0,166$$

LG 6

$$0,166 \cdot 12000 = 2000 \text{ DM}$$

3) Zeitlohn: (nur nach Anwesenheitszeit) kein direkter materieller Anreiz

$$f_G = G \cdot (1 + Z_a / 100)$$

Grundlohn

4) Prämienlohn

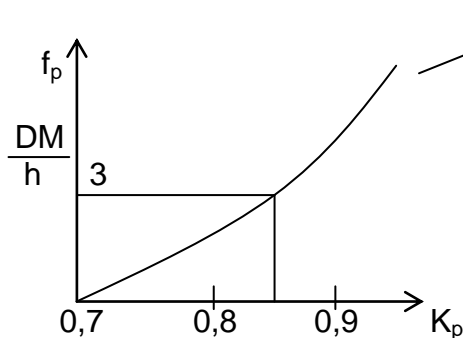
- einmalige Prämien → =Ziel
- gekoppelt im f_G → Prämienfaktor K_p
" kennzahl

K_p: Mengenprämie, Zeitprämie, QS (Ausschuss, Nacharbeit), Materialausnutzung

5) Prämienzeitlohn

Beispiel: Einsteller an Automaten

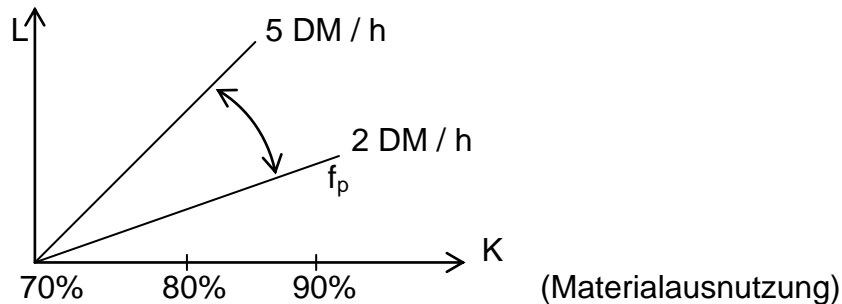
$$K_p = \frac{\sum T (\text{an allen Automaten/Mon.})}{\sum AZ_{\text{verf}} (\text{aller Aut.})} < 1$$



$$f_G = G \cdot (1 + Z_a / 100) + f_p$$

6) Prämienleistungslohn

$$f_G = \underbrace{AG \cdot (1 + Z_t / 100) \cdot (1 + Z_a / 100)}_{AR} + f_p \quad \text{siehe oben}$$



E) Kostenrechnung & Kalkulation (Betriebsbereich)

Kosten: direkt bzw. indirekt zur betrieblichen Leistung*

*Produkt, Auftrag, Serie, Handwerkerstunde

Kostenstelle: Ort der Kostenverursachung (BAB)–Kst. Nr.
(**BAB:** Betriebsabrechnungsbogen)

Aufbau des BAB:

Kostenträger: → Produkt, Auftrag, usw. (betriebl. Leistungseinheit)

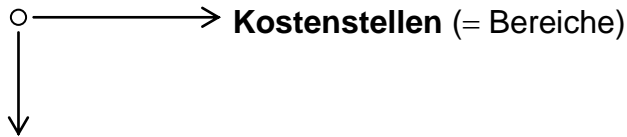
Kostenart: Kosten gleicher Ursache (Material, Löhne, usw.)

a) direkte Kosten (Materialgrundkosten, Fertigungsgrundlöhne)

Einzelkosten: → Beleg (Lohn-Scheine, Materialscheine)

b) indirekte Kosten → über Zuschlags-%-sätze kalkulieren

Gemeinkosten s.a. BAB



Kostenarten
(indirekte
Gemeinkosten)

Σ1 bis 25

- Allgemeiner Bereich **I**
- direkt → Fertigungsbereich **II**
(Produktions-Hauptabteilung)
- indirekt → Fertigungshilfsbereich **III**
- Materialbereich **IV**
- Verwaltungs- und Vertriebsbereich **V + VI** (V+V)
- Konstruktion und Entwicklung **VII + VIII**

Vorgänge im BAB:

1. Umlage des Allgem. Bereichs → auf alle anderen Kostenstellen
Zeile a (Σ Gemeinkosten mit anteiligem Allgem. Bereich)
2. Umlage des Fertigungshilfsbereichs → auf den Fertigungsbereich Zeile b
a + b + c → Σ der gesamten Fertigungsgemeinkosten
3. Fertigungsgrundlöhne (direkt) Zeile d = Lohnabrechnung → Bildung eines
FGZ (%) Fertigungsgemeinkostenzuschlag

$$z_1(\text{FGZ}) = \frac{\text{Fertigungsgemeinkosten FGK}}{\text{Fertigungsgrundlöhne FGL}} \cdot 100 = \text{FGZ}(\%)$$

$$\text{Bsp.: } \frac{19283}{16860} \cdot 100 = 114\% \text{ (Montage)}$$

FGL → aus T und f_G

4. Zeile e = c + d => Fertigungsgesamtkosten FK
5. Zeile f = Fertigungsgrundmaterial FMK
Bildung eines Materialgemeinkostenzuschlags-%-Satzes MGZ

Spalte

$$z_2 = \frac{28a}{f} \cdot 100 = \frac{\text{MGK}}{\text{FMK}} \cdot 100 = \frac{19179}{383580} \cdot 100 = 5\% = \text{MGZ}$$

MK – Materialgesamtkosten

6. Fertigungsgesamtkosten FK + MK = HK => Herstellungskosten

7. Bildung eines Verwaltungs- u. Vertriebsgemeinkosten-Zuschlags-%-Satzes (V+V)

$$z_3 = (V + V)\% = \frac{30256 + 51268}{626042} \cdot 100 = 4,8\% + 8,2\% = 13\% = \frac{37a + 45a}{g} \cdot 100$$

Spalten

8. Selbstkosten (+ evtl. Sonderkosten) SK = HK + (V+V)

$$SK = HK + (V+V)$$

$$z_3 \cdot HK$$

+kalk. Gewinn?
(10% bis 25%)

WAP – Werks-
abgabepreis

Beispiel: m = 100 Stck. Pumpengehäuse mechan. Bearbeitung

Auszug aus dem Arbeitsplan

Arb. gang	t _r ["/Los]	t _e ["/Stck]	T ["/Los]	f _G [DM/h]	FGL	FGZ	FGK	FK
Drehen	60	5	560	25	233	142%	331	564
Fräsen	90	8	890	28	415	137%	569	984
Bohr. + Gew.	20	2	220	20	73	128%	94	167
								1715 $\frac{\text{DM}}{\text{Los}}$

FMK = 20 · 100 = 2000 DM / Los
(lt. Mat.
schein) DM / Stck.
Gussteil

MGK = 5% MGZ

100 DM / Los
MK = 2100 DM / Los

HK = FK + MK = 1715 + 2100 = 3815 DM / Los

Herst.-
kosten

Bearbeitung

HK = 3815

+(V+V) 496

= 13%

SK 4311

+ 20% Gewinn

862

WAP = 5173 DM / Los

Platzkostensatzrechnen (Maschinenstundensatz)

PKS [DM / h]

Kalkulation der FK (Fertigungskosten) **genauer** d.h. arbeitsplatzbezogen & nutzungsabhängig**Fixkosten** = const. (Zeitraum, Intervall) – d.h. unabhängig von der Nutzung

Gehälter (fixe Personalkosten), Kalk. Abschreibung, Kalk. Zinsen, Raumkosten, Versicherungen

 K_{fix} [DM / a]**variable Kosten** → nutzungsabhängig

$$k_v \text{ [DM / h]} = \frac{f_G}{\Sigma f_G} + k_{v \text{ weitere}}$$

 $k_{v \text{ weitere}}$ → Wz. / Vorr.-kosten, Energie, Transport, Instandhalt.-kosten, Fertigungshilfsstoffe u.a.

$$k_v^* = \underbrace{f_G + k_{v \text{ weitere}}}_{k_v} + \text{LNK (\%)} + \text{RGK (\%)} \quad \text{RGK} \ll \text{FGZ}$$

LNK – Lohnnebenkosten

RGK – Restgemeinkosten der Fertigung weil nicht alle Kostenarten berücksichtigt

$$k_{\text{fix}} \text{ [DM/h]} = \frac{K_{\text{fix}} \text{ [DM/a]}}{\text{kalk. Nutzungszeit [h/a]}}$$

$$\Rightarrow \text{PKS} = k_{\text{fix}} + k_v^* \quad \text{FK [DM / Los]} = \text{PKS [DM / h]} \cdot T \text{ [' / Los]} / 60$$

Beispiel: CNC-Fräsmaschine

$$K_{\text{fix}} = 200000 \text{ DM / a} \quad f_G = 25 \text{ DM / h} \quad k_{v \text{ weitere}} = 20 \text{ DM / h}$$

$$\text{LNK} = 80 \% \quad \text{RGK} = 40 \% \quad \text{kalk. Nutzungszeit} = 2000 \text{ h / a}$$

$$k_{\text{fix}} = \frac{200000 \text{ DM/a}}{2000 \text{ h/a}} = 100 \text{ DM/h} \quad k_v^* = 25 + 20 + 0,8 \cdot 25 + 0,4 \cdot 25 = 75 \text{ DM/h}$$

$$\text{PKS} = 100 + 75 = 175 \text{ DM / h}$$

$$\text{Fixkosten von } m = 5 \text{ Seitenwänden:} \quad T = 360 \text{ ' / Los}$$

$$\text{FK}_{\text{fräsen}} = 175 \text{ DM/h} \cdot \frac{360 \text{ ' / Los}}{60 \text{ ' / h}} = 1050 \text{ DM / Los}$$