

Arbeitsablaufgestaltung

Handlungsspezifische Qualifikationen für Geprüfte Technische Fachwirte (IHK)

Rahmenstoffplan 8.4 · Arbeitsvorbereitung, Arbeitsplan und Durchlaufzeit, Arbeitsteilung, Arbeitsablaufanalyse, Belegungsplan im Gantt-Diagramm, Dilemma der Ablaufplanung, Terminierung, Netzplantechnik

Vorlesungsfolien zum Arbeits- und Übungsbuch **Produktionsplanung, -steuerung und -kontrolle (Fach 9)**

Seitenverweise „ÜB S.“ beziehen sich auf dieses Buch · ISBN 978-3-913327-XX-X

[kostenloser Download · fachwirt24.de](https://fachwirt24.de)

Kapitel 4 im Überblick

5

Abschnitte 4.1 bis 4.5

11/23

Prüfungen mit
Aufgaben zu Kapitel
4

40

MC-Aufgaben mit
Lösungen

Was dich erwartet

- Aufgaben der Arbeitsvorbereitung, zentral oder dezentral
- Arbeitsplan, TUL und die Durchlaufzeit eines Loses
- Mengenteilung und Artteilung
- Arbeitsablaufdiagramm und Belegungsplan im Gantt-Diagramm
- das Dilemma der Ablaufplanung
- Vorwärts- und Rückwärtsterminierung, Netzplan mit Puffern und kritischem Weg

So oft kam es in 23 IHK-Prüfungen vor

Thema	Prüfungen
4.5 Terminierungstechniken und Netzplan	★★★ 8×
4.4 Methoden der Gestaltung von Arbeitssystemen	★★★ 5×
4.2 Fertigungsablaufplanung und Durchlaufzeit	★★★ 3×
4.1 Arbeitsvorbereitung	★★★ 0×
4.3 Arbeitsteilung	★★★ 0×

MERKE

Spitzenreiter ist der Netzplan: 8 Prüfungen, 8 bis 17 Punkte. Dazu Gantt-Belegung (5 Prüfungen) und Durchlaufzeit mit Terminprüfung (3 Prüfungen).

Fahrplan durch Kapitel 4

4.1 ★★★

Arbeitsvorbereitung

ÜB S. 74–75

4.2 ★★★

Fertigungsablaufplanung und Durchlaufzeit

ÜB S. 75–77

4.3 ★★★

Arbeitsteilung

ÜB S. 77–78

4.4 ★★★

Methoden der Gestaltung von Arbeitssystemen

ÜB S. 78–80

4.5 ★★★

Terminierungstechniken und Netzplan

ÜB S. 80–83

Lern- und Übungsteil

Ebene 1 bis 3 mit Lösungen

ÜB S. 84–92

MERKE

Die Sterne zeigen, wie oft ein Thema in 23 IHK-Prüfungen (Frühjahr 2015 bis Frühjahr 2026) vorkam: ★★★ fünfmal oder öfter, ★★ drei- bis viermal, ★ ein- bis zweimal. Sie sind keine Garantie für künftige Prüfungen.

Unser Fallunternehmen: Loisachtal Pumpenwerke GmbH

Branche	Pumpenhersteller: Industrie-, Umwälz-, Garten- und Sonderpumpen, Ersatzteile
Größe	Familienunternehmen (Familie Wendl), rund 520 Beschäftigte, Tarifbindung Metall und Elektro Bayern (ERA)
Werk Wolfratshausen	Teilefertigung: Drehen, Fräsen, Bohren, Schleifen auf CNC-Maschinen und Bearbeitungszentren, Pulverbeschichtung, Prüffeld
Montagewerk Penzberg	Endmontage, Prüfstände, Versand; Montage teilweise drei Schichten
Produkte	„HydroPro 150“ (Variantenserie), „ThermoCirc 25“ (Großserie, Fließmontage), „SubMax“ und „AquaFlow 800“ (saisonal), „AquaDrain“, Sonderpumpen
Systeme	ERP mit PPS-Modul, BDE-Terminals in der Teilefertigung, Betriebsrat

PERSONEN

- Dr. Katharina Wendl, Geschäftsführerin
- Michael Obermaier, kaufm. Geschäftsführer
- Andreas Rieger, Werkleiter Produktion
- Sabine Huber, Leiterin Arbeitsvorbereitung
- Lena Kraus, Zeitwirtschaft / Industrial Engineering
- Tobias Brandl, Industriemeister Montage Penzberg
- Anna Lechner, Einkauf und Logistik · Julia Steininger, Controlling · Markus Seidl, Betriebsrat

DEINE ROLLE

Du bist Technische Fachwirtin oder Technischer Fachwirt in der Assistenz der Produktionsleitung und bereitest Entscheidungen mit Zahlen und Argumenten vor.

Der rote Faden: vom Arbeitsplan zum Termin

1. Die **Arbeitsvorbereitung** legt fest, wie, wo und wann gefertigt wird.
2. Der **Arbeitsplan** liefert Arbeitsvorgänge mit t_r und t_e , daraus folgt die **Durchlaufzeit**.
3. Mehrere Aufträge auf denselben Maschinen plant der **Belegungsplan** im Gantt-Diagramm.
4. Projekte mit vielen abhängigen Vorgängen plant der **Netzplan** mit Puffern und kritischem Weg.

VORHABEN IM KAPITEL

- Arbeitsplan der Antriebswelle mit Sabine Huber (AV)
- Terminprüfung für 160 Wellen mit Lena Kraus
- vier Eilaufträge auf drei CNC-Maschinen
- Umbau der Montagelinie „ThermoCirc 25“ mit Tobias Brandl

VIER WERKZEUGE

Durchlaufzeit, Gantt-Belegung, Dilemma und Netzplan bringen hier rund 20 % aller Produktionspunkte.

4.1

Arbeitsvorbereitung

Arbeitsplanung und Arbeitssteuerung, zentrale und dezentrale AV

Prüfungsrelevanz ★★ ★ bisher nicht direkt geprüft · Arbeitsbuch ÜB S. 74–75

Planen, bevor ein Span fällt

DEFINITION

Arbeitsvorbereitung (AV): alle Maßnahmen, die eine wirtschaftliche Fertigung planen und vorbereiten. Sie ist das Bindeglied zwischen Konstruktion, Vertrieb und Fertigung.

GRUNDSATZ

Wird ein Auftrag freigegeben, stehen **Unterlagen, Material, Betriebsmittel und Personal** vollständig bereit.

Arbeitsplanung (auftragsunabhängig)

Arbeitspläne: Vorgänge, Reihenfolge, Arbeitsplätze

Fertigungsverfahren und Betriebsmittel wählen

Vorgabezeiten ermitteln (Kapitel 3)

Vorrichtungen, Werkzeuge, Prüfmittel planen

Materialfluss, Layout, Vorkalkulation

Arbeitssteuerung (auftragsbezogen)

Bedarf und Material ermitteln, bereitstellen

Termine: Durchlaufzeit, vorwärts und rückwärts

Kapazitäten abstimmen, Maschinen belegen

Aufträge freigegeben, Arbeitspapiere ausgeben

Fortschritt überwachen (BDE), umplanen

MERKHILFE

Arbeitsplanung fragt **wie**, Arbeitssteuerung fragt **wann und wo**.

Zentrale oder dezentrale Arbeitsvorbereitung

	Zentrale AV	Dezentrale AV
Vorteile	einheitliche Methoden, Pläne und Zeitwerte; Gesamtüberblick über alle Kapazitäten; spezialisierte Planer	kurze Wege, schnelle Reaktion bei Störungen; Werkstattwissen fließt ein; höhere Akzeptanz
Nachteile	Planung „am grünen Tisch“; lange Informationswege; wenig flexibel; Akzeptanzprobleme	uneinheitliche Methoden und Daten; Bereichsdenken; Doppelarbeit; hohe Qualifikation nötig
geeignet für	Serienfertigung, viele Werkstätten, hoher Standardisierungsgrad	Einzel- und Kleinserie, häufige Änderungen, entfernte Werke, Gruppenarbeit

LOISACHTAL: MISCHFORM

Arbeitspläne und Zeiten kommen aus der zentralen AV in Wolfratshausen. Die tägliche Reihenfolge der Montageaufträge in Penzberg legt Tobias Brandl fest, weil er Personalausfälle und Fehlteile am schnellsten sieht.

MERKE

In der Praxis üblich: **Arbeitsplanung zentral, Feinsteuerung dezentral.**

4.2

Fertigungsablaufplanung und Durchlaufzeit

Arbeitsplan, Materialfluss (TUL), Durchlaufzeit und Terminprüfung

Prüfungsrelevanz ★★★ in 3 von 23 Prüfungen · Arbeitsbuch ÜB S. 75–77

Was im Arbeitsplan steht

AVG	Arbeitsplatz	Tätigkeit	tr min	te min
10	Säge 110	Rundstahl 42CrMo4 auf Länge sägen	20	1,5
20	CNC-Drehmaschine 210	Wellenabsätze und Gewinde drehen	45	6,0
30	Bearbeitungszentrum 230	Passfedernuten fräsen	30	3,5
40	Rundschleifmaschine 250	Lagersitze schleifen, Maße prüfen	40	4,5

Arbeitsplan der Antriebswelle „HydroPro 150“ (Auszug)

ARBEITSPLAN

alle Arbeitsvorgänge eines Teils in **technologisch notwendiger Reihenfolge**: Kopf mit Teilenummer, Werkstoff, Rohmaß; je Vorgang Arbeitsplatz, Tätigkeit, Betriebsmittel, Werkzeug, Lohngruppe, **tr** und **te**.

STÜCKLISTE UND ARBEITSPLAN

Die Stückliste sagt, **woraus** ein Erzeugnis besteht, der Arbeitsplan, **wie** es hergestellt wird. Zusammen sind sie die Datengrundlage jedes PPS-Systems.

ZEHNERSCHRITTE

AVG 10, 20, 30 ... lassen Platz zum Einfügen neuer Vorgänge.

TUL: Transport, Umschlag, Lagern

Transport

Ortsveränderung mit
Stapler, Routenzug,
Förderband

Umschlag

Be- und Entladen,
Umpacken, Übergeben
zwischen Fördermitteln

Lagern

geplantes Aufbewahren
im Roh-, Zwischen- oder
Fertigwarenlager

PROBLEM

TUL schafft **keinen Wert** für den Kunden, kostet aber Geld, bindet Kapital und verlängert die Durchlaufzeit.

Ziel der Ablaufplanung

- kurze Wege durch Anordnung nach dem Flussprinzip
- wenig Umschlag
- kleine Zwischenlager
- Ladungsträger vom Lieferanten bis an die Maschine

Bestandteile der Durchlaufzeit

DURCHLAUFZEIT (DLZ)

Zeit von der Freigabe bis zur Fertigstellung eines Auftrags.

1

Durchführungszeit

$\Sigma (tr + m \times te)$: am Los wird gearbeitet



2

Übergangszeit

Liegen nach, Transport, Liegen vor der Bearbeitung

$$DLZ = \Sigma (tr + m \times te) + \Sigma \text{Übergangszeiten}$$

$$DLZ\text{-Faktor} = DLZ \div \text{Durchführungszeit}$$

Faktor 1 hieße: kein Warten, kein Transport.
Faktor 3 heißt: **zwei Drittel** der Durchlaufzeit vergehen ohne Bearbeitung.

MERKE

In der Werkstattfertigung ist die Übergangszeit oft **größer** als die Durchführungszeit. Planer schätzen die DLZ deshalb mit Erfahrungsfaktoren je Arbeitsplatz.

160 Antriebswellen: Reicht eine Woche?

AVG	tr + m × te	Durchführung	Übergang	DLZ
10 Sägen	20 + 160 × 1,5	260	645	905
20 Drehen	45 + 160 × 6,0	1.005	645	1.650
30 Fräsen	30 + 160 × 3,5	590	645	1.235
40 Schleifen	40 + 160 × 4,5	760	645	1.405
Summe (min)		2.615	2.580	5.195

5 Arbeitstage, 2 Schichten à 7,5 h = 900 min je Tag; je
AVG 45 min Transport + 600 min Liegen

RECHENWEG

1. DLZ = $2.615 + 4 \times 645 = 5.195$ min

2. DLZ-Faktor = $5.195 \div 2.615 = 1,99$

3. $5.195 \div 900 = 5,77 \rightarrow 6 \text{ AT} > 5 \text{ AT}$

4. Antwort: Termin nicht haltbar.

EILAUFTRAG

Liegezeit halbiert auf 300 min: $2.615 + 4 \times 345 = 3.995$ min = 4,44 AT. Termin haltbar.

So holst du die Punkte

ACHTUNG, TYPISCHER FEHLER

Rüstzeit einmal je AVG und Los, **nicht** je Stück. Bei einem DLZ-Faktor je AVG jede Durchführungszeit mit ihrem **eigenen** Faktor multiplizieren und erst dann addieren, nie die Summe mit dem Durchschnittsfaktor.

PRÜFUNGSTIPP

Erst alles in Minuten, am Ende umrechnen; angefangene Tage aufrunden. Immer **beide** Zahlen nennen (benötigt, verfügbar) und einen Antwortsatz schreiben. Störungszuschlag vor der Umrechnung aufschlagen.

Maßnahmen bei Terminproblemen

- Liegezeiten senken: Priorität, Eilauftrag
- Arbeitsgänge überlappen oder Los teilen (Kapitel 6)
- Zusatzschicht, Überstunden
- Ausweichmaschine, Fremdvergabe

4.3

Arbeitsteilung

Mengenteilung und Artteilung

Prüfungsrelevanz ★★ ★ bisher nicht direkt geprüft · Arbeitsbuch ÜB S. 77–78

Mengenteilung oder Artteilung?

MENGENTEILUNG

Mehrere Personen oder Maschinen führen jeweils die **vollständige** Arbeit aus, aber an einer **Teilmenge**.

BEISPIEL

160 Wellen auf zwei gleiche Drehmaschinen, jede dreht 80 Stück komplett.

Vorteile	Nachteile
abwechslungsreich, geringe Abhängigkeit	Rüsten und Betriebsmittel doppelt
kürzere DLZ des Loses	gleich hohe Qualifikation aller nötig

ARTTEILUNG

Die Arbeit wird in **Teilverrichtungen** zerlegt, jeder übernimmt einen Teil, aber an der **ganzen Menge**.

BEISPIEL

Fließmontage „ThermoCirc 25“ in Penzberg mit 8 Stationen.

Vorteile	Nachteile
schnelle Einarbeitung, Spezialisierung	Monotonie, einseitige Belastung
hohe Mengenleistung	störanfällige Kette, Taktabstimmung

Wo welche Teilung vorkommt

	Mengenteilung	Artteilung
typisch in	Werkstatt- und Gruppenarbeit	Fließfertigung, Taktstraße
Merksatz	alle machen alles an einer Teilmenge	jeder macht einen Teil an der ganzen Menge

GEGENMITTEL

Zu weit getriebene Artteilung wird mit **Jobrotation**, **Aufgabenerweiterung** (Job Enlargement) und **Aufgabenbereicherung** (Job Enrichment) wieder ausgeglichen (Kapitel 5).

PRÜFUNGSTIPP

Die Begriffe werden selten allein gefragt, liefern aber Argumente bei Fließmontage, Gruppenarbeit und Kapazitätsrechnung.

4.4

Methoden der Gestaltung von Arbeitssystemen

Ablaufanalyse, Arbeitsablaufdiagramm, Belegungsplan, Leer- und Wartezeiten, Dilemma

Prüfungsrelevanz ★★★ in 5 von 23 Prüfungen · Arbeitsbuch ÜB S. 78–80

Das Arbeitsablaufdiagramm

Nr.	Ablaufabschnitt	 Bearbeiten	 Transport	 Prüfen	 Warten	 Lagern	Weg in m	Zeit in min
1	Gitterbox im Wareneingang abstellen und lagern	○	→	□	D	▽	–	480
2	Mit dem Stapler zur Eingangsprüfung fahren	○	→	□	D	▽	40	5
3	Sicht- und Maßprüfung (Stichprobe)	○	→	□	D	▽	–	20
4	Auf den Stapler warten	○	→	□	D	▽	–	90
5	Zum Bearbeitungszentrum fahren	○	→	□	D	▽	120	8
6	Vor dem Bearbeitungszentrum warten	○	→	□	D	▽	–	300
7	Flansche fräsen, Anschlüsse bohren	●	→	□	D	▽	–	45
8	Maßprüfung durch den Werker	○	→	□	D	▽	–	10
9	Zur Pulverbeschichtung fahren	○	→	□	D	▽	150	10
10	Pulverbeschichten und einbrennen	●	→	□	D	▽	–	40
11	Im Pufferlager für den Versand lagern	○	→	□	D	▽	–	600
Summe je Ablaufart (min)		85	23	30	390	1.080	310	1.608

Jeder Abschnitt eine Zeile, jede Ablaufart ein Symbol: Kreis **Bearbeiten**, Pfeil **Transport**, Quadrat **Prüfen**, D **Warten**, Dreieck **Lagern**.

AUSWERTUNG

Von 1.608 min nur 85 min Bearbeiten = **5,3 %**. Warten und Lagern: 1.470 min.

SOLL-ABLAUF

Eingangsprüfung an der Maschine, Routenzug mit festen Abfahrtszeiten, kleinerer Versandpuffer.

Gantt-Diagramm: die drei Regeln

BELEGUNGSPLAN

zeigt, wann welcher Auftrag auf welcher Maschine läuft. Waagerecht die Zeit, senkrecht die Maschinen (**maschinenorientiert**) oder Aufträge (**auftragsorientiert**), jeder Arbeitsgang ein Balken.

- 1. Maschinenfolge** einhalten: erst nach Ende des vorherigen Arbeitsgangs weiter.
- 2.** Eine Maschine bearbeitet nur **einen** Auftrag, ohne Unterbrechung.
- 3.** Keine Maschine bleibt leer, wenn ein Auftrag auf sie **wartet**.

KOZ-REGEL

Kürzeste Operationszeit zuerst: Warten mehrere Aufträge vor einer freien Maschine, kommt der mit der kürzesten Bearbeitungszeit auf **dieser** Maschine dran.

MERKE

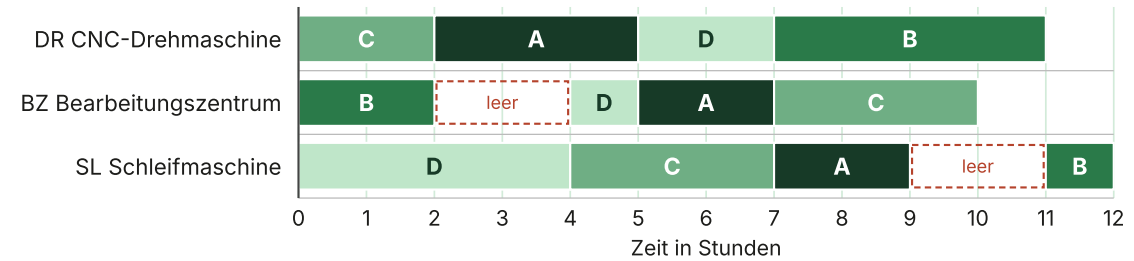
Weitere Prioritätsregeln und ihre Kennzahlen folgen in Kapitel 6.7. Hier wendest du nur die Regel an.

Vier Eilaufträge auf drei Maschinen

Auftrag	Folge	1. AG (h)	2. AG (h)	3. AG (h)
A	DR – BZ – SL	DR 3	BZ 2	SL 2
B	BZ – DR – SL	BZ 2	DR 4	SL 1
C	DR – SL – BZ	DR 2	SL 3	BZ 3
D	SL – BZ – DR	SL 4	BZ 1	DR 2

RECHENWEG (AUSZUG)

- $t = 0$: vor DR warten A (3) und C (2) → **C** zuerst; B auf BZ, D auf SL
- $t = 2$: vor DR A (3) und B (4) → **A**; BZ leer
- $t = 5$: vor DR B (4) und D (2) → **D**



Leerzeit zwischen zwei Belegungen

REST DER BELEGUNG

DR: D 5–7, B 7–11 · BZ: D 4–5, A 5–7, C 7–10 · SL: C 4–7, A 7–9, B 11–12

ERGEBNIS

Gesamtdurchlaufzeit **12 h**, alle Aufträge liegen zum Zeitpunkt 0 vor.

Leerzeit, Wartezeit, Auslastung

LEERZEIT

Die **Maschine** steht, weil kein Auftrag bereitsteht.

Maschine	zwischen Belegungen	bezogen auf 12 h
DR	0 h	1 h
BZ	2 h (2–4)	4 h
SL	2 h (9–11)	2 h

$$\text{Auslastung} = 29 \text{ h} \div (3 \times 12 \text{ h}) = 80,6 \%$$

WARTEZEIT

Der **Auftrag** steht, weil die Maschine belegt ist:
Fertigstellung – Σ Bearbeitungszeiten.

Auftrag	fertig	Σ Bearbeitung	Wartezeit
A	9	7	2 h
B	12	7	5 h
C	10	8	2 h
D	7	7	0 h

AUFGEPASST

Lies genau, ob die Leerzeit zwischen erster und letzter Belegung oder bezogen auf die Gesamtdurchlaufzeit gefragt ist.

Kurze Durchlaufzeit oder volle Maschinen?

Ziel	Bedingung	Folge
minimale Durchlaufzeit	Maschinen warten auf Aufträge	Leerzeiten, Leerkosten je Stück steigen
maximale Auslastung	Aufträge warten vor Maschinen	Warteschlangen, Bestände, DLZ steigt

MERKE

Keine Reihenfolge löst den Zielkonflikt auf. Am stärksten wirkt er in der **Werkstattfertigung** mit wechselnden Maschinenfolgen.

Abwägung

- teure Engpassmaschine → **Auslastung** hat Vorrang
- Eilauftrag, hohe Kapitalbindung → **Durchlaufzeit** hat Vorrang

PRÜFUNGSTIPP

3 bis 4 Punkte: beide Ziele nennen, den Konflikt am Beispiel begründen. Gantt auf Karopapier, eine Stunde = zwei Kästchen, Zeitpunkt für Zeitpunkt planen.

4.5

Terminierungstechniken und Netzplan

Vorwärts- und Rückwärtsterminierung, Balkenplan, Netzplan, Puffer, Verzögerung, Verkürzung

Prüfungsrelevanz ★★★ in 8 von 23 Prüfungen · Arbeitsbuch ÜB S. 80–83

Vorwärts, rückwärts oder vom Engpass aus

	Vorwärts	Rückwärts
Start	frühester Starttermin	Liefertermin
Ergebnis	frühester Endtermin	spätester Starttermin
Vorteil	zeigt, ob der Termin erreichbar ist	Material und Kapital so spät wie möglich gebunden
Nachteil	frühe Fertigstellung, Lagerbestand	keine Reserve mehr

20 PUMPEN „HYDROPRO 150“

Teilefertigung 4, Beschichtung 2, Montage 3, Prüffeld 1, Versand 1 = **11 AT**; Liefertermin Freitag KW 30

- rückwärts: spätester Start **Freitag KW 28**
- vorwärts ab Montag KW 28: frühestes Ende **Montag KW 30**
- Puffer: **4 AT**

MERKE

Liegt der späteste Start vor dem frühesten Start, ist der Termin **nicht haltbar**.

MITTELPUNKTTERMINIERUNG

plant vom Engpass aus in beide Richtungen.

Die Vorgangsliste: Umbau der Montagelinie

Nr.	Vorgang	Dauer AT	Vorgänger
A	Planung und Layoutfreigabe	4	–
B	Bestellung und Lieferung Fördertechnik	15	A
C	Demontage der alten Linie	5	A
D	Fundamente, Bodenbeschichtung	6	C
E	Elektro- und Druckluftinstallation	8	C
F	Montage der Fördertechnik	7	B, D
G	Aufbau der Prüfstände	4	E
H	Inbetriebnahme, Probelauf	3	F, G
I	Schulung der Montagemitarbeiter	4	E
J	Abnahme und Serienstart	2	H, I

VORGANGSKNOTENNETZPLAN

Jeder Vorgang ist ein **Knoten**, Pfeile zeigen die Abhängigkeiten. Ein Nachfolger beginnt, sobald **alle** Vorgänger beendet sind (Normalfolge).

CPM

Grundidee ist die **Methode des kritischen Wegs** (Critical Path Method).

IM FALL

Tobias Brandl plant den Umbau in Penzberg, Anna Lechner kümmert sich um die Fördertechnik.

Fünf Schritte zum fertigen Netzplan

- 1. Vorwärts:** Start $FAZ = 0$; $FEZ = FAZ + D$; ein Nachfolger beginnt mit dem **größten FEZ** aller Vorgänger.
- 2. Rückwärts:** Ende $SEZ = \text{Projektdauer}$; $SAZ = SEZ - D$; ein Vorgänger endet mit dem **kleinsten SAZ** aller Nachfolger.
- 3. Gesamtpuffer:** $GP = SAZ - FAZ = SEZ - FEZ$
- 4. Freier Puffer:** $FP = \text{kleinster FAZ der Nachfolger} - FEZ$; immer $FP \leq GP$
- 5. Kritischer Weg:** alle Vorgänge mit $GP = 0$, der längste Weg

$$FEZ = FAZ + D$$

$$SAZ = SEZ - D$$

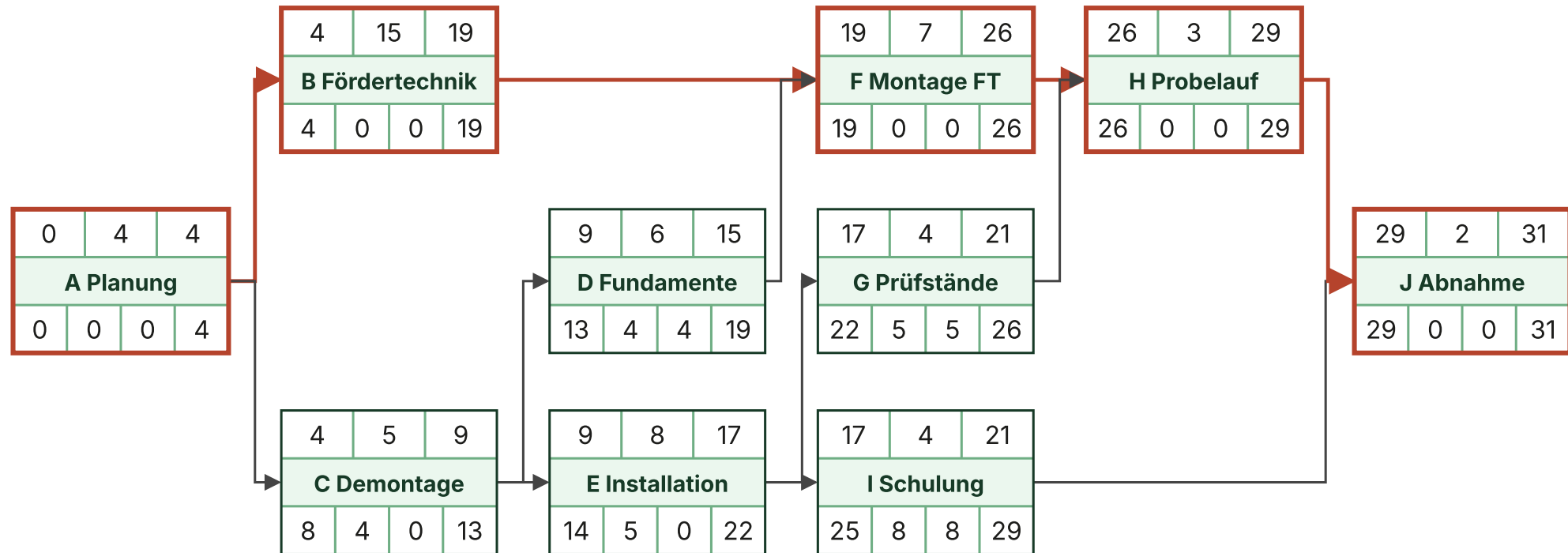
$$GP = SAZ - FAZ$$

$$FP = \min FAZ_{\text{Nachf.}} - FEZ$$

KONTROLLE

Am Startvorgang muss $SAZ = 0$ herauskommen, kein Puffer darf negativ sein.

Der Netzplan: 31 Arbeitstage



FAZ	D	FEZ	
Vorgang			
SAZ	GP	FP	SEZ

FAZ/FEZ: frühester Anfang/frühestes Ende · SAZ/SEZ: spätester Anfang/spätestes Ende

D: Dauer in Arbeitstagen · GP: Gesamtpuffer · FP: freier Puffer

— kritischer Weg (alle Vorgänge mit GP = 0)

KRITISCHER WEG

A – B – F – H – J mit $4 + 15 + 7 + 3 + 2 = 31$ AT

Die entscheidenden Stellen

VORWÄRTS

- F: $\max(\text{FEZ B } 19; \text{FEZ D } 15) = \mathbf{19}$
- H: $\max(\text{F } 26; \text{G } 21) = \mathbf{26}$
- J: $\max(\text{H } 29; \text{I } 21) = 29$, Ende **31**

RÜCKWÄRTS

- E: $\min(\text{SAZ G } 22; \text{SAZ I } 25) = \text{SEZ } 22 \rightarrow \text{SAZ } 14$
- C: $\min(\text{SAZ D } 13; \text{SAZ E } 14) = \text{SEZ } 13 \rightarrow \text{SAZ } 8$

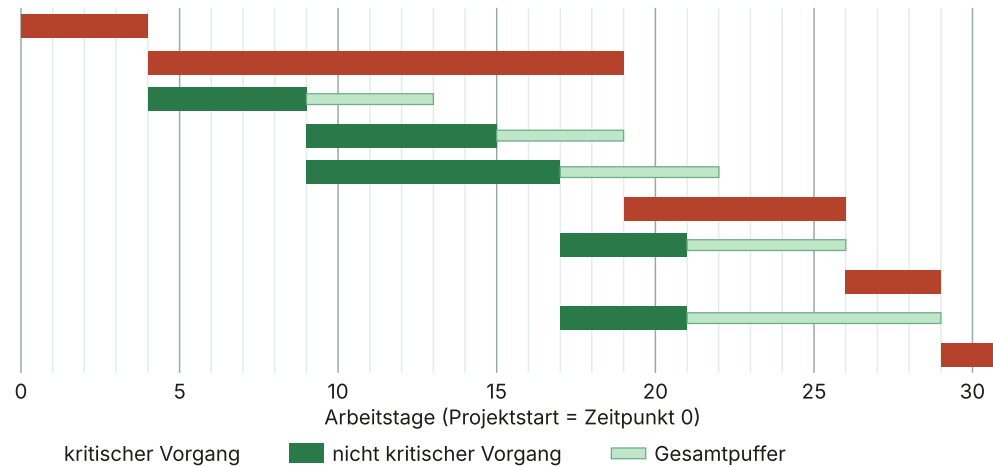
Vorgang	GP	FP
C	4	0
D	4	4
E	5	0
G	5	5
I	8	8
A, B, F, H, J	0	0

PUFFER GEHÖREN DEM WEG

C und D teilen sich 4 Tage. Verbraucht C sie, hat D keinen mehr: GP von C = 4, FP von C = 0.

Vom Netzplan zum Balkenplan

- A Planung, Layoutfreigabe
- B Fördertechnik liefern
- C Altlinie demontieren
- D Fundamente
- E Elektro/Druckluft
- F Fördertechnik montieren
- G Prüfstände aufbauen
- H Probelauf
- I Schulung
- J Abnahme, Serienstart



BALKENPLAN

Gantt-Diagramm für Projekte: jeder Vorgang ein Balken über der Zeitachse. Anschaulich für Besprechungen und den Soll-Ist-Vergleich.

GRENZE

Abhängigkeiten und Puffer sieht man nur, wenn sie aus der **Netzplanrechnung** übernommen werden.

Was passiert, wenn ein Vorgang länger dauert?

Verzögerung	Folge
$\leq$ freier Puffer	nur das eigene Ende verschiebt sich
zwischen FP und GP	Nachfolger beginnen später, Projektende bleibt
$>$ Gesamtpuffer	Projekt verlängert sich um die Differenz, kritischer Weg kann wechseln

FUNDAMENTE 12 STATT 6 TAGE

- Verzögerung 6 AT, GP von D = 4 AT
- Projekt + 2 AT = **33 AT**
- neuer kritischer Weg **A – C – D – F – H – J**
- B hat jetzt 2 Tage Puffer

PRÜFUNGSTIPP

Den freien Puffer am Fall deuten: „D kann bis zu 4 Tage später beginnen oder länger dauern, ohne dass F später beginnen muss.“

Projekt verkürzen, Ende in Kalenderwochen

Verkürzen nur auf dem kritischen Weg

- mehr Personal, Zusatzschichten
- Express-Lieferung gegen Aufpreis
- Vorgänge überlappen oder parallelisieren
- Fremdvergabe

LIEFERUNG B KÜRZER

- B 15 → 12 AT: Projekt **28 AT**
- B 15 → 10 AT: nur **27 AT**, denn A – C – D – F – H – J wird mit 27 AT kritisch

ARBEITSTAGE IN KW

5-Tage-Woche, Tag 1 ist der Starttag selbst. Start Montag KW 10: Tage 1–5 = KW 10, 26–30 = KW 15.

ERGEBNIS

Tag 31 = **Montag KW 16**; Serienstart Dienstag KW 16.

MERKE

Jede Verkürzung wirkt nur, bis ein anderer Weg kritisch wird. Jeder weitere Tag Aufpreis ist dann verschenkt.

Netzplan sicher in der Prüfung

ACHTUNG, TYPISCHER FEHLER

Vorwärts den **größten** FEZ, rückwärts den **kleinsten** SAZ nehmen. Wer vertauscht, erhält eine zu kurze Projektdauer oder negative Puffer.

REIHENFOLGE

Knoten nach FAZ von links nach rechts anordnen, erst alle Knoten, dann die Pfeile. Erst alle FAZ/FEZ, dann alle SAZ/SEZ, zum Schluss GP und FP.

KRITISCHEN WEG DOPPELT ZEIGEN

farbig markieren **und** als Buchstabenfolge nennen.

Typische Teilaufgabe	Punkte
Netzplan vollständig	8–12
kritischer Weg, Projektdauer	1–2
Verzögerung beurteilen	2–3
Verkürzung, Ende in KW	2–4

Auf einen Blick: Kapitel 4

- **AV** = Arbeitsplanung (wie?) + Arbeitssteuerung (wann, wo?); zentral einheitlich, dezentral nah und flexibel.
- **Arbeitsplan**: Vorgänge in technologischer Reihenfolge mit t_r und t_e . **TUL** = Transport, Umschlag, Lagern.
- **DLZ** = $\sum (t_r + m \times t_e) + \sum \text{Übergangszeiten}$; DLZ-Faktor = $\text{DLZ} \div \text{Durchführungszeit}$; Terminprüfung mit Antwortsatz.
- **Mengenteilung**: alle machen alles an einer Teilmenge; **Artteilung**: jeder einen Teil an der ganzen Menge.
- **Gantt**: Maschinenfolge einhalten, nicht unterbrechen, KOZ bei Konkurrenz.
- **Leerzeit** = Maschine wartet, **Wartezeit** = Auftrag wartet; Dilemma: DLZ gegen Auslastung.
- **Netzplan**: $\text{FEZ} = \text{FAZ} + D$ (größter FEZ), $\text{SAZ} = \text{SEZ} - D$ (kleinster SAZ), $\text{GP} = \text{SAZ} - \text{FAZ}$, $\text{FP} = \min \text{FAZ Nachf.} - \text{FEZ}$.
- **Kritischer Weg**: $\text{GP} = 0$; nur dort verkürzen.

Kapitel 4 geschafft!

Jetzt festigen: Bearbeite das Multiple-Choice-Training zu Kapitel 4 und schließe die Lücken mit der Mindmap und den Übungen im Arbeitsbuch (Ebene 1 bis 3, ab S. 84).

Multiple-Choice-Training

SC0040 · 40 Aufgaben

Mindmap Kapitel 4

SM0040 · A3

Videos auf YouTube

Kanal @fachwirt24

Weiter geht's

Kapitel 5: Arbeitsplatzgestaltung