



Management großer Softwareprojekte

Prof. Dr. Holger Schlingloff

Humboldt-Universität zu Berlin,
Institut für Informatik

Fraunhofer Institut für Rechnerarchitektur
und Softwaretechnik FIRST

Wo stehen wir?

1. Einleitung: Begriffe, Definitionen, ...

- System, Projekt, Managementaufgaben
- Besonderheiten bei der SW-Entwicklung

2. Projektphasen

- Produktzyklus
- Projektentwicklungszyklus

3. Projektorganisation

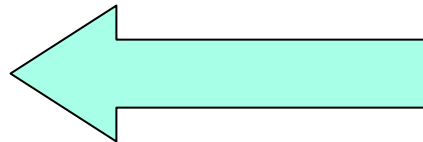
- Aufbauorganisation
- Ablauforganisation, CMM

4. Aufwandsschätzung

- Schätzverfahren
- Kostenmodelle

5. Planungsmethoden

- Planungsarten
- Netzplantechnik, Gantt-Pläne
- Werkzeuge und Algorithmen



Planung

- **Ziele:**

- Zeitschätzung und Terminbestimmung
- Planung der Vergabe von Ressourcen

- **Resultate**

- Übersicht über Stand des Projekts
- grafischer Überblick über geplanten Ablauf
- Entscheidungs-, Steuerungs- und Kontrollunterlage



Planungsarten und Planungstechniken

- **Planungsarten**

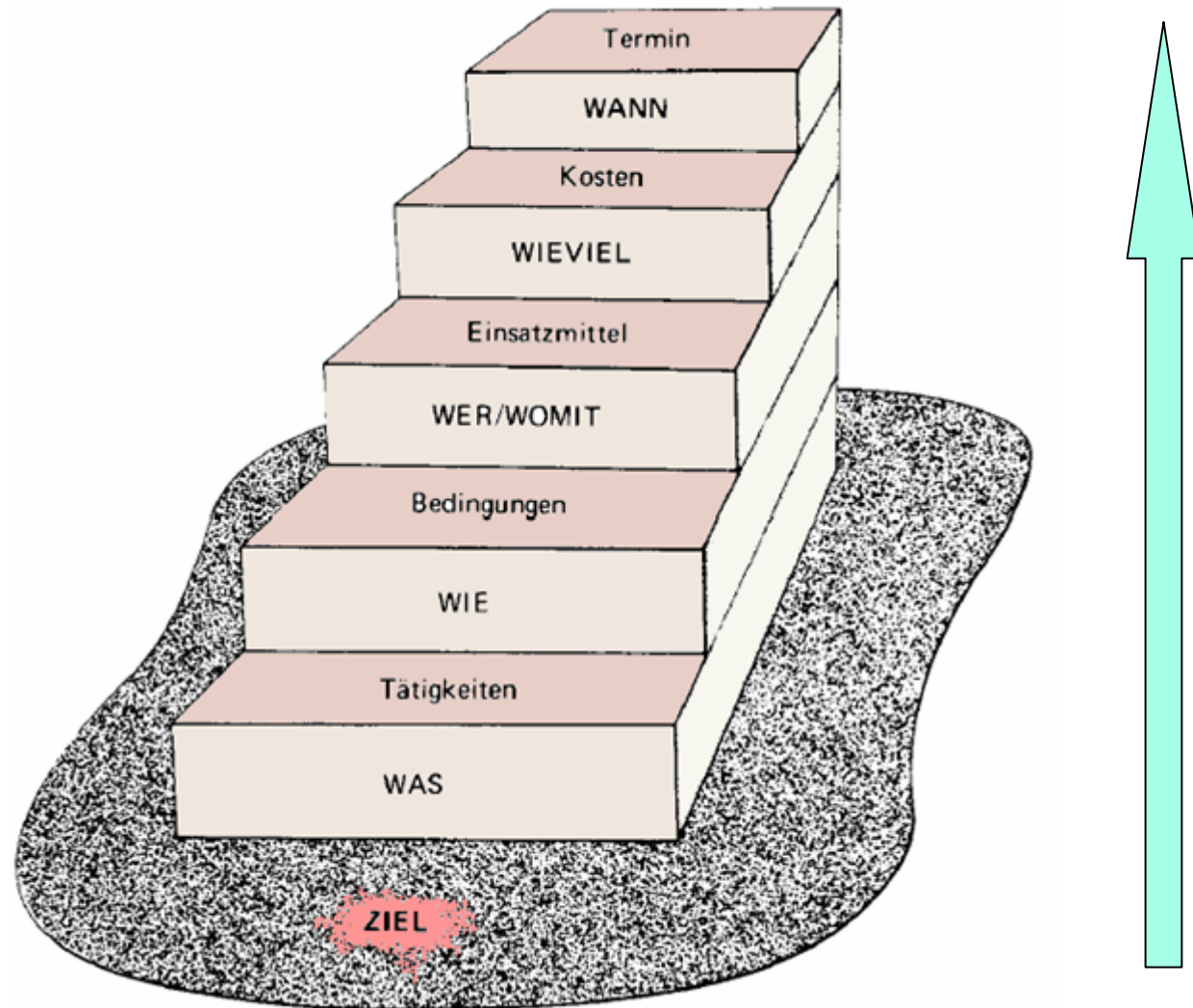
- *Aktivitätenlisten, Projektstrukturpläne*
- *Projektablaufpläne*
- *Terminpläne, Kostenpläne, Kapazitätspläne*

- **Planungstechniken:**

- *Netzpläne*
- *Balkendiagramme (Gantt-Diagramme)*
- *Einsatzmittel-Auslastungsdiagramme (EAD)*



Planungsvorgang



Systematik der Planung

- Planung des **Ziels**
 - welches (Teil-) Produkt soll geliefert werden?
- Planung der **Tätigkeiten**
 - vollständige Liste zur Erreichung des Ziels
- Planung der **Bedingungen**
 - Methoden und Verfahren, Abhängigkeiten
- Planung der **Ressourcen**
 - Mitarbeiter-Anforderungsprofile, Maschinenbelegung etc.
- Planung der **Kosten**
 - in Übereinstimmung mit vorheriger Schätzung
- Planung der **Termine**
 - in Abhängigkeit von Kosten und Ressourcen



Hilfsmittel

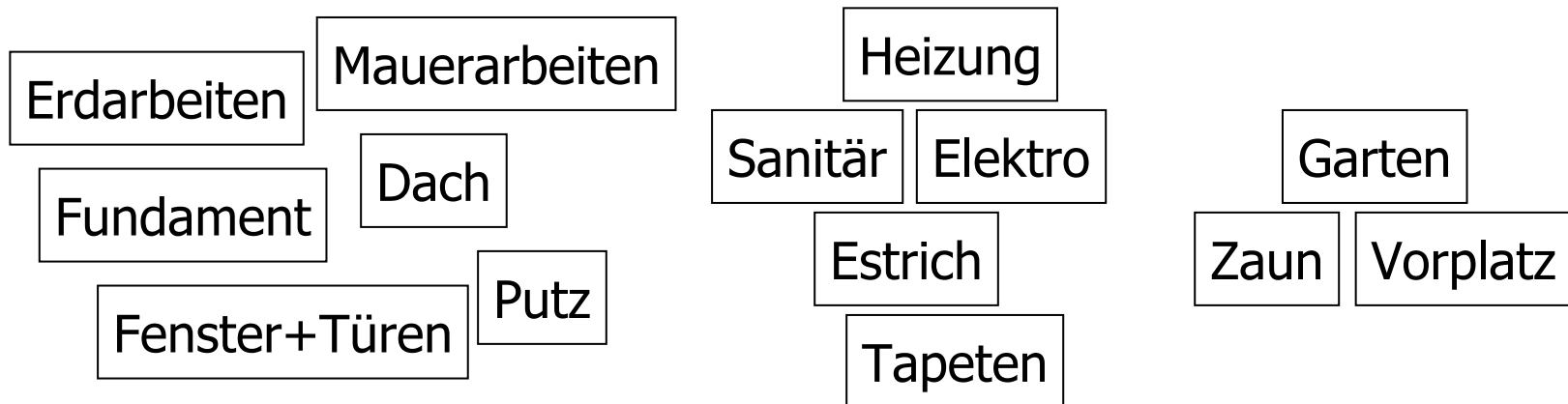
- Aktivitätenliste
- Projektstrukturplan (PSP)
- Projektablaufplan (PAP)
- Terminplan
- Kapazitätsplan
- Kostenplan



Aktivitätenliste

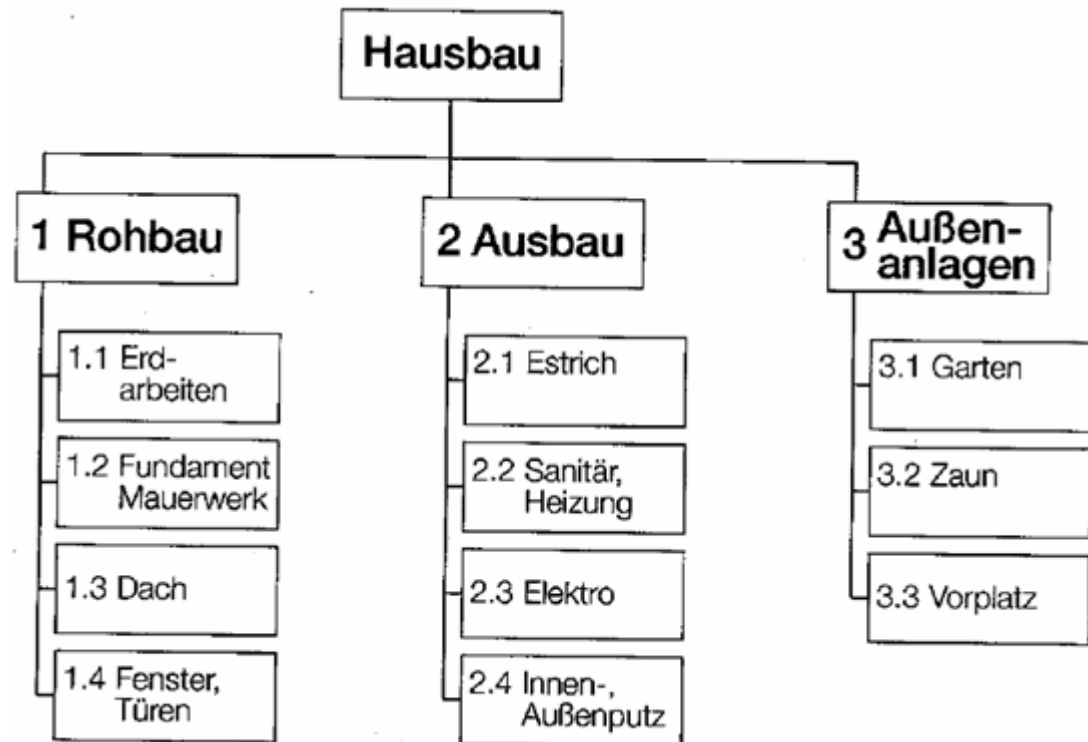
- Sammlung aller notwendigen Aktivitäten
- Gruppierung in Themenbereiche (vgl. einleitendes Beispiel Himalaya-Expedition)

Beispiel Hausbau



Projektstrukturplan

- Aktivitätenliste als Baum, zur Übersicht über das Projekt
- Bildung von Teil- und Unterprojekten
- Aufzeigen von Zusammenhängen und Definition von Schnittstellen



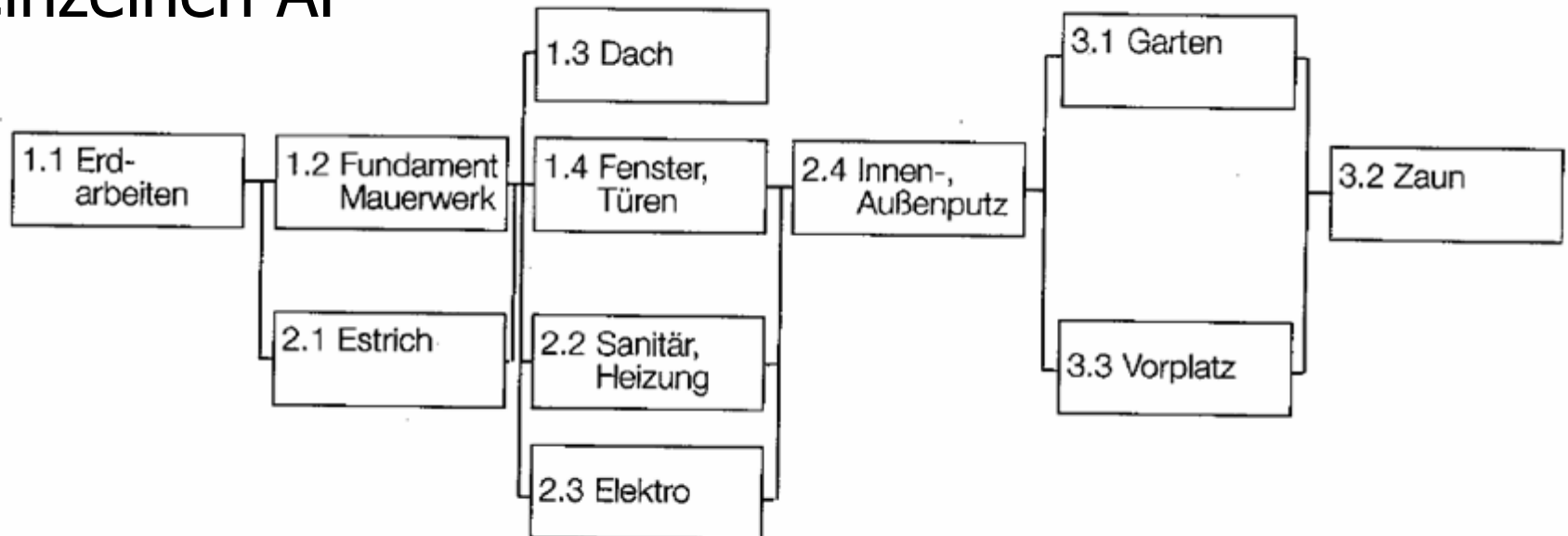
Regeln zur Erstellung eines PSPs

- Unterteilung soweit, dass ein Blatt komplett von einer OE bearbeitet werden kann
- klar abgegrenzte Arbeitspakete (AP)
- klar definierte Arbeitsergebnisse



Projektablaufplan

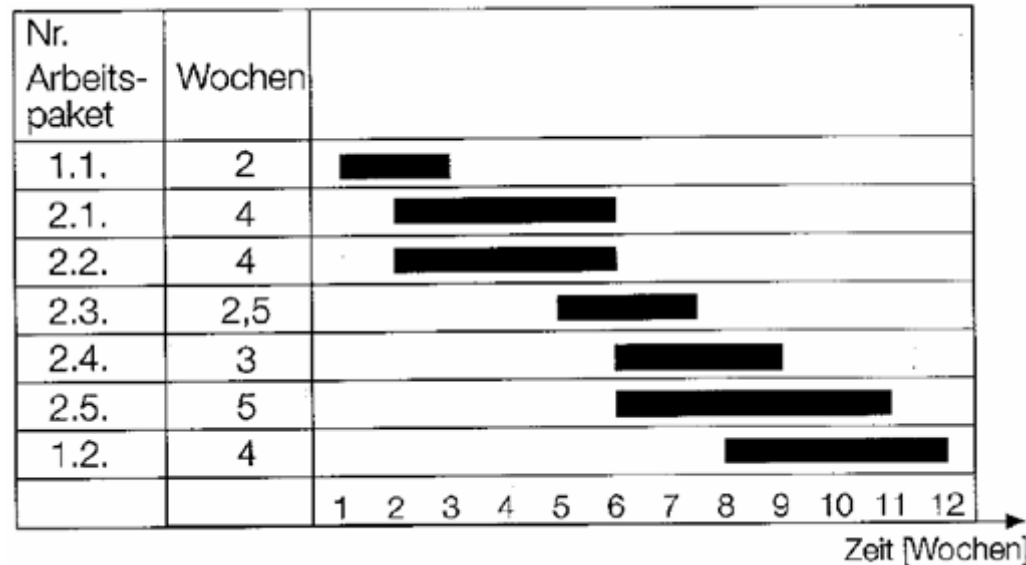
- Betrachtung der logischen Zusammenhänge der definierten Arbeitspakete (AP)
- Festlegung der parallel bearbeitbaren AP
- Schätzung von Kapazitäts- und Zeitbedarf für die einzelnen AP



Terminplan

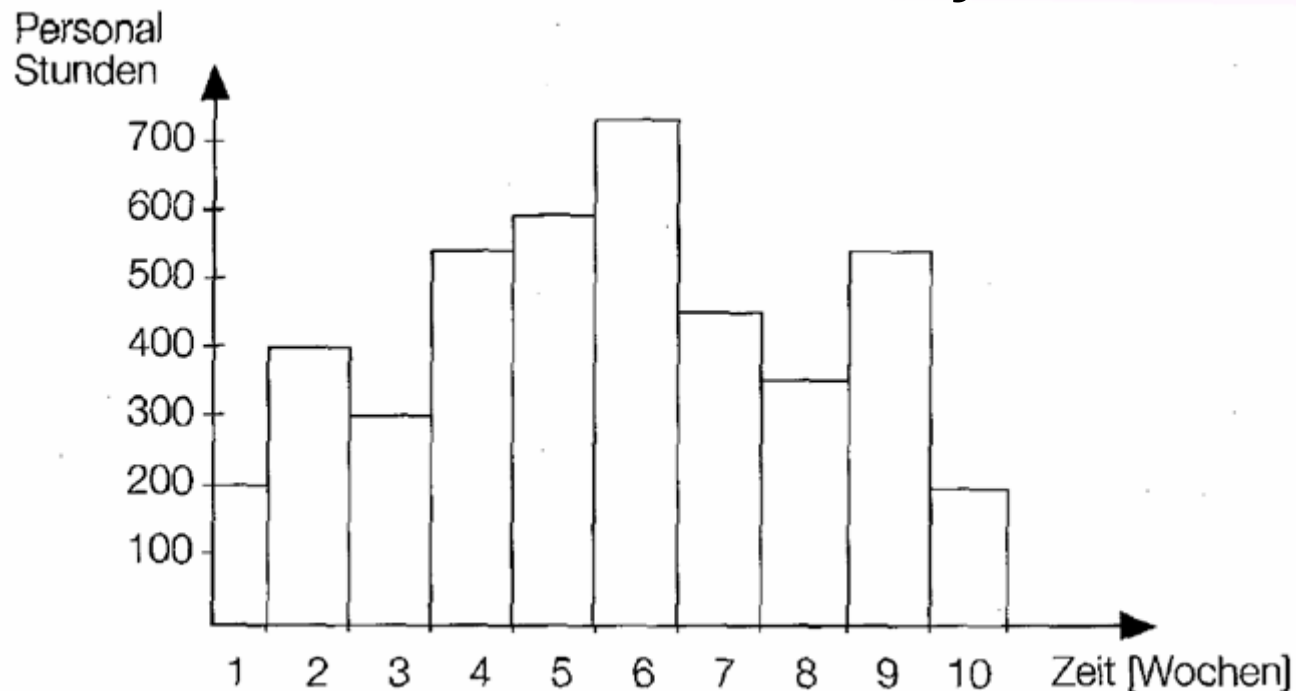
- **Ziel:** Terminierung des Planungsablaufes
- **Mittel:** Anfangs- und Endtermine, Stichtage, Meilensteine
- **Formen:** Liste, Balkendiagramm

Nr. Arbeits- paket	Verantwortlich	Termin	
		von	bis
1.1.	Emsig	15.2.	18.3.
1.2.			
2.1.			
2.2.			
2.3.			
2.4.			
2.5.			
2.6.			



Kapazitätsplan

- **Ziel:** Zuordnung von erforderlichen und verfügbaren Ressourcen
- **Ergebnis:** Übersicht über die erforderlichen Kapazitäten zu den geplanten Terminen während der Projektlaufzeit



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
G1	2.1.					2.2.						4.2.		4.4.		6.1.					7.1.			
												4.3.												

G2	2.1.,2.2.					3.2.2.					4.1.		5.1.,5.2.					6.2.		8.2.			
----	-----------	--	--	--	--	--------	--	--	--	--	------	--	-----------	--	--	--	--	------	--	------	--	--	--

E1	1.1.1	1. 1. 2.	3.1.1.	3.1.2.	4.3.1.		4.	5.	6.1.	7.1.	7.
	2.1.		2.2.			4.3.2.	4.	1.	6.2.	7.2.	

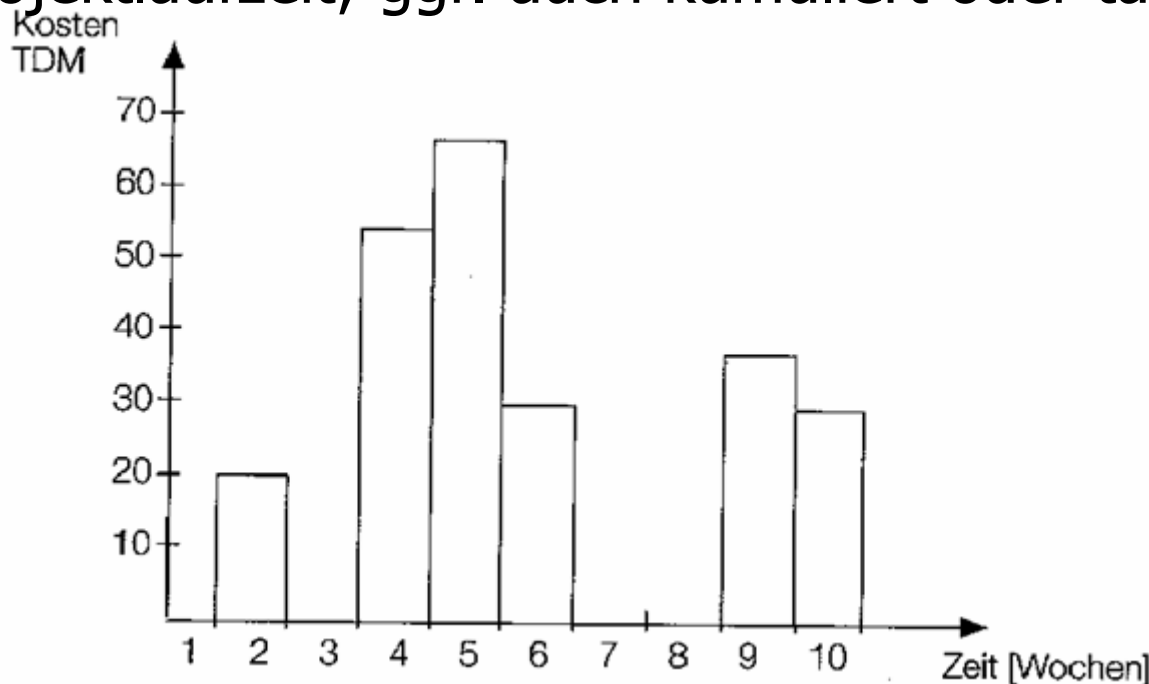
E2	1.2.1.	1. 2. 2.	3.2.1	3.2.2.	4.2.	4. 4.	5. 2.	6.1.	7.1.	7. 3.
			6.2.					7.2.		
	2.1.							2.2.		

H1	1.1.1.,1.1.2.					3.1.1		3.1.2.	3.3.	5.1.,5.2.					6.2.		8.1.	
----	---------------	--	--	--	--	-------	--	--------	------	-----------	--	--	--	--	------	--	------	--



Kostenplan

- Kosten = Verzehr an Gütern und Dienstleistungen
- Menge mal Preis
- in SW-Projekten in erster Linie Personalkosten
- Kosten je Arbeitspaket als Gesamtübersicht über die Projektlaufzeit; ggf. auch kumuliert oder tabellarisch



Aufgabe

- Erstellen Sie PSP, PAP und Terminplan für das Pizzaservice-Beispiel!



- graphische oder tabellarische Darstellung aller Abläufe/Teilaufgaben mitsamt deren Abhängigkeiten unter Einbeziehung der Ergebnisse der Kapazitäts-, Termin- und Kostenplanung
- umfassendes Planungsinstrument für komplexe Projekte
- übersichtlicher Überblick über den Projektablauf, inklusive der eindeutigen Darstellung der Abhängigkeiten einzelner Vorgänge im Ablauf
- ermöglicht genaue Zeitschätzung bzw. Terminfestlegung für den Gesamtablauf sowie für einzelne Vorgänge

Wozu Netzplantechnik

- Erkennen der zeitintensivsten Ablauffolge: “kritischer Weg”
- ermöglicht relativen Vergleich der Konsequenzen von Terminen, Kosten und Einsatzmitteln verschiedener Planungsvarianten
- fördert rechtzeitige Entscheidungen, da mögliche Konsequenzen im Netzplan ersichtlich sind
- geeignet für:
 - Strukturplan
 - Zeitplan
 - Einsatzmittelplan
 - Kostenplan



- bekannteste Arten von Netzplänen:
 - **CPM:** Critical Path Method (Vorgangspfeil-Netzplan)
 - **PERT:** Program Evaluation and Review Technic (Ereignisknoten-NP)
 - **MPM:** Metra-Potential-Method (Vorgangsknoten-Netzplan)
- zahlreiche Softwareprodukte (MS Project u.a.) unterstützen den Einsatz der Netzplantechnik; oft: Zusammenfassung verschiedener Arten von Netzplänen, daher: Vorsicht auf Konsistenz!



Darstellungsarten für Netzpläne

- **Vorgangs-Pfeil-Darstellung (CPM)**
Vorgang als Pfeil, Ereignis als Kreis dargestellt
Schwerpunkt Vorgang (Tätigkeit) mit Dauer
- **Ereignis-Knoten-Darstellung (PERT)**
Ereignis als Knoten (meist Kreis) dargestellt,
Pfeil gilt als Beziehung: Zustandsübergang mit Dauer
Schwerpunkt Ereignis
Zustandsübergang kann mehrere Vorgänge umfassen, die nicht näher beschrieben werden
- **Vorgangs-Knoten-Darstellung (MPM)**
Vorgang als Knoten (meist Rechteck) dargestellt,
Pfeil gilt als Beziehung



CPM-Netzpläne (1)

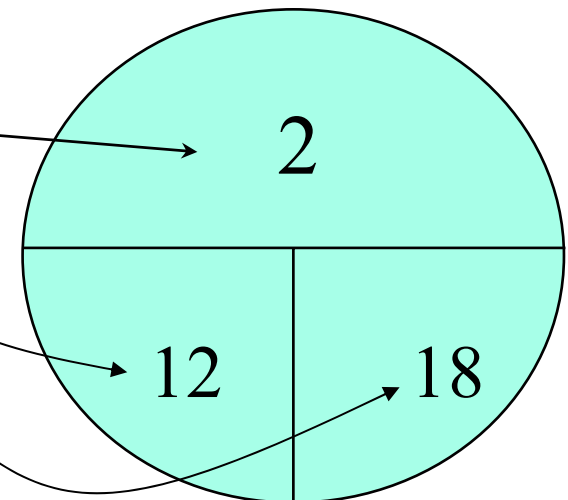
CPM: Vorgangs-Pfeil-Darstellung

- *Knoten*: symbolisiert einen Zustand
 - *Beispiel*: Programm erstellt, Startbereit für Test
 - *Darstellung*: als Kreis oder Rechteck
- Ereignisknoten enthält folgende Bestimmungsstücke:

Ereignisnummer

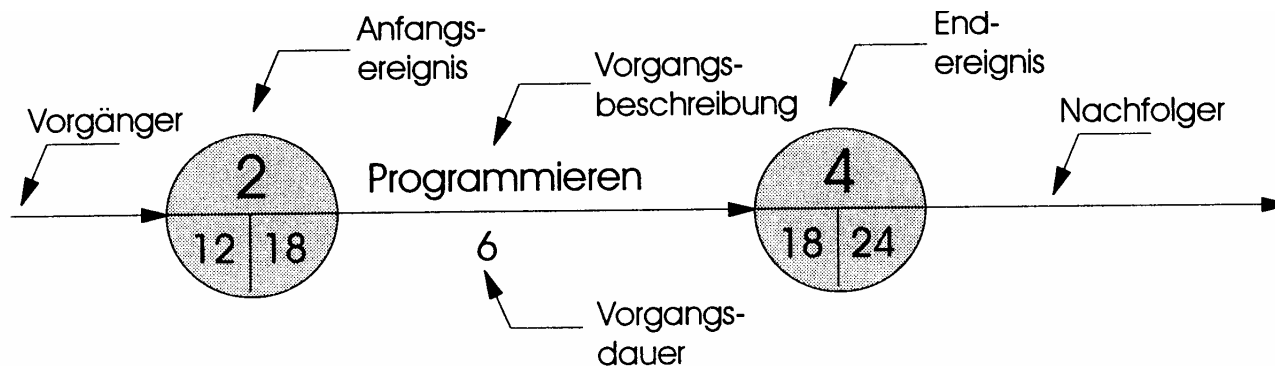
Zeitwert der Vorwärtsrechnung

Zeitwert der Rückwärtsrechnung



CPM-Netzpläne (2)

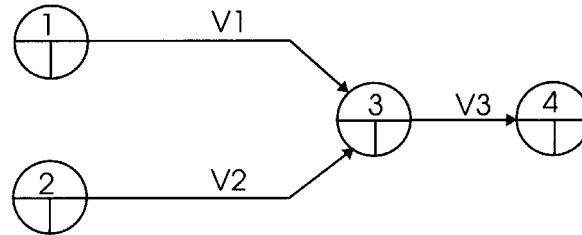
- *gerichtete Kante*: symbolisiert Vorgang oder Tätigkeit innerhalb eines Projektes
 - kein Zusammenhang zwischen der Länge des Pfeils und der Dauer des Vorgangs
- Vorgangsbeschreibung: verbal oder Indexeintrag oberhalb des Pfeils
- Vorgangsdauer: numerischer Eintrag unter dem Pfeil



CPM-Regeln

- Regel 1:

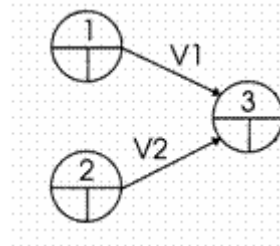
Ein Vorgang kann erst beginnen, wenn alle vorangehenden Vorgänge abgeschlossen sind. Dabei fällt, mit Ausnahme des ersten Vorgangs, das Anfangsereignis mit dem Endereignis des vorangehenden Vorgangs zusammen.



CPM-Regeln (2)

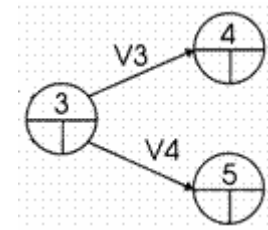
- Regel 2:

Müssen mehrere Vorgänge beendet sein, bevor ein weiterer Vorgang beginnen kann, so enden sie im Anfangsereignis des nachfolgenden Vorgangs.



- Regel 3:

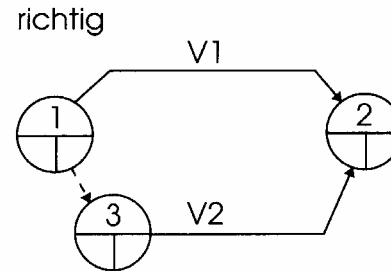
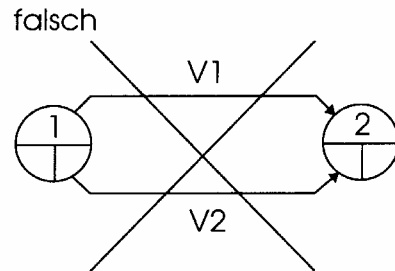
Können mehrere Vorgänge beginnen, nachdem ein vorangehender Vorgang beendet ist, so beginnen sie im Endereignis des vorangehenden Vorgangs.



CPM-Regeln (3)

- Regel 4:

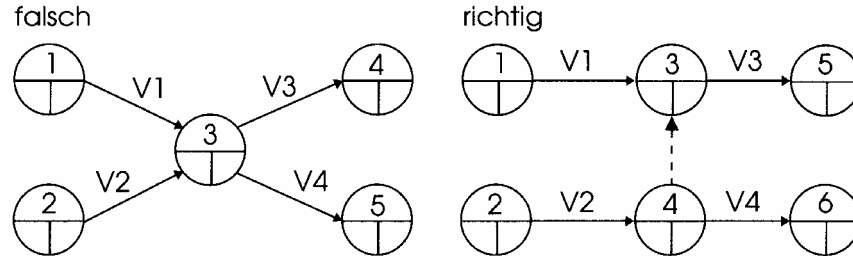
Haben zwei oder mehr Vorgänge gemeinsame Anfangs- und Endereignisse, so ist ihre eindeutige Kennzeichnung durch Einfügen von Scheinvorgängen zu gewährleisten.



CPM-Regeln (4)

- Regel 5:

Beginnen und enden in einem Ereignis mehrere Vorgänge, die nicht alle voneinander abhängig sind, so ist der richtige Ablauf durch Auflösung der Unabhängigkeiten mittels Scheinvorgängen darzustellen.



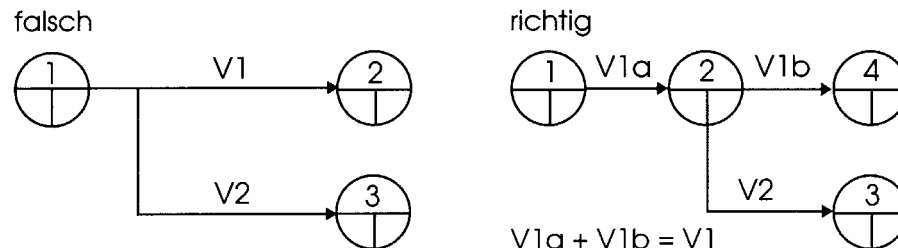
- Regel 6:

Innerhalb einer Folge von Vorgängen können beliebig viele Scheinvorgänge eingefügt werden. Sie dienen neben der logischen Verknüpfung auch der besseren Übersicht.

CPM-Regeln (5)

- Regel 7:

Kann ein Vorgang beginnen, bevor der vorangehende vollständig beendet ist, so ist der vorangehende weiter zu unterteilen, damit ein "Zwischen-Ereignis" definiert werden kann.



- Regel 8:

Jeder Vorgang kann nur einmal ablaufen. Daher dürfen im CPM-Netzplan keine Schleifen auftreten.

Netzplantechnik - Schritte

die **Netzplantechnik** umfasst dann folgende *Schritte*:

- Erstellen der Tätigkeitsliste aufgrund des Projektstrukturplans
- Erstellen des Netzplans
- Errechnen des kritischen Weges
- Berechnen der Vorgangszeitpunkte und Pufferzeiten
- Verwendung des Netzplans als Basis von
 - Balkendiagrammen, z.B. Belegungsplan, Einsatzplan
 - Einsatzmittel-Auslastungsdiagrammen, z.B. zwecks Bedarfsglättung



Tätigkeitsliste

Erstellen der **Tätigkeitsliste** als Grundlage jedes Netzplans:

- entsprechend der Projektstruktur werden alle Teilprojekte in Einzeltätigkeiten zerlegt;
- für jede Tätigkeit: Definition der
 - erforderlichen Vorbedingungen (Abschluss anderer Tätigkeiten)
 - voraussichtlichen Dauer
 - ggf. der direkten Nachfolgetätigkeiten
- Erstellung der Tätigkeitsliste (auch "Vorgangsliste")
Beispiel siehe nächste Folie



Beispiel einer Tätigkeitsliste

Vorgangsliste						Projekt: Aussteller:		Nr.: Datum:		Seite:			
Nr.	Projektstätigkeit Arbeitspaket (Tätigkeit)	Vorgangszeitpunkte				Vorgang Dauer	Direkter Vorläufer	Direkter Nachfolger	Pufferzeiten			Bedarf	
		FA	SA	FE	SE				PG	PF	PU	MA	SM
A	Arbeitspaket 01					5		B,C,D					
B	Arbeitspaket 02					6		E					
C	Arbeitspaket 03					7		E					
D	Arbeitspaket 04					8		E					
E	Arbeitspaket 05					4							
F	Arbeitspaket 06					6		G					
G	Arbeitspaket 07					6							
H	Arbeitspaket 08					3		I					
I	Arbeitspaket 09					4		K					
K	Arbeitspaket 10					5							

TFA = Termin mit frühestmöglichem Anfang des Vorgangs	PG = Gesamte Pufferzeit	MA = Personal (Mitarbeiter/Mitarbeiterin)
TSA = Termin mit spätestzulässigem Anfang des Vorgangs	PF = Freie Pufferzeit	SM = Sachmittel (pro Vorgang)
TSE = Termin mit spätestzulässigem Ende des Vorgangs	PU = Unabhängige Pufferzeit	
TFE = Termin mit frühestmöglichem Ende des Vorgangs		

(Jenny, Abb. 4.04, S. 340)



Erstellen eines Netzplanes

- Eintragen der logischen Abhängigkeiten zwischen Tätigkeiten
- Darstellung als gerichteter Graph
- Eintragen der geschätzten Dauer zu einzelnen Tätigkeiten



Errechnen der Zeitwerte

- **Vorwärtsrechnung**

- Beginn bei 0
- dann: Addieren der Zeiteinheiten nach der logischen Reihenfolge und Eintrag in das linke untere Feld des Ereigniskreises
- *Bedeutung*: Bestimmung der *frühesten Ereigniszeitpunkte*

- **Rückwärtsrechnung**

- vom Endereignis und dessen Zeitwert aus der Vorwärtsrechnung ausgehend
- Bestimmung der *spätesten* Ereigniszeitpunkte durch Subtraktion der Zeitwerte
- Eintrag in den rechten unteren Teil des Ereignisknotens



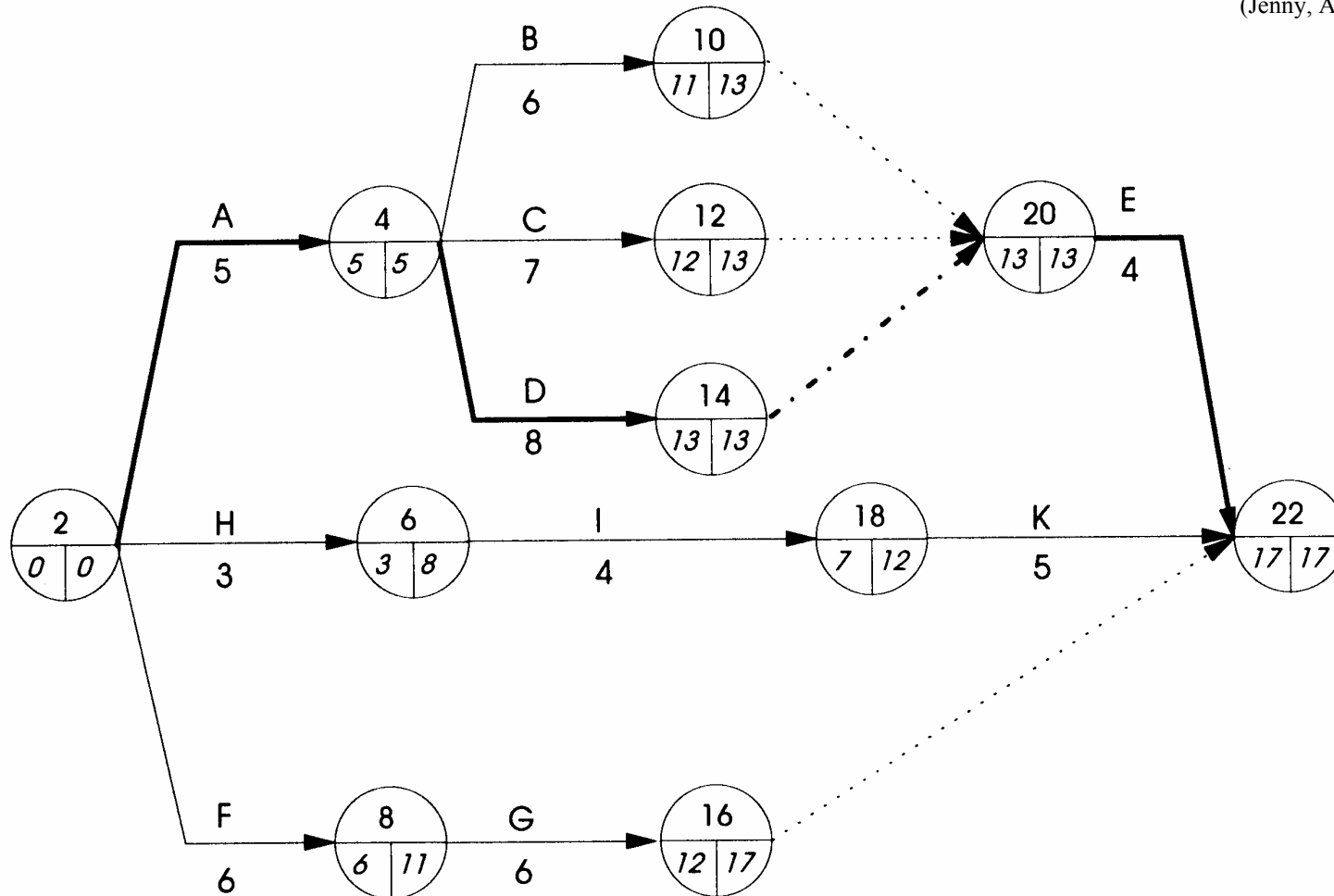
Bestimmung des kritischen Weges

- Der **kritische Weg** umfasst alle Ereignisse, deren früheste und späteste Ereigniszeitpunkte gleich sind
- der kritische Weg enthält alle Tätigkeiten, die **keine Pufferzeiten** erlauben
- zwischen dem geplanten Ende einer Tätigkeit und dem Start der Folgetätigkeit gibt es keine zeitliche Verschiebungsmöglichkeit, wenn das Ende des gesamten Vorhabens unbeeinflusst bleiben soll



Beispiel eines Netzplans

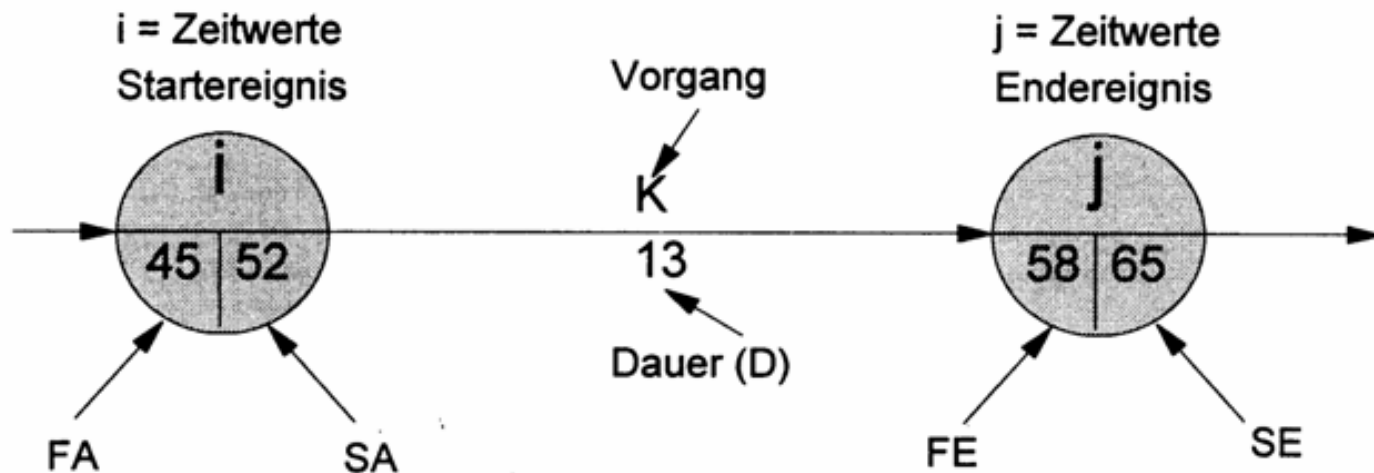
(Jenny, Abb. 4.05, S.341)

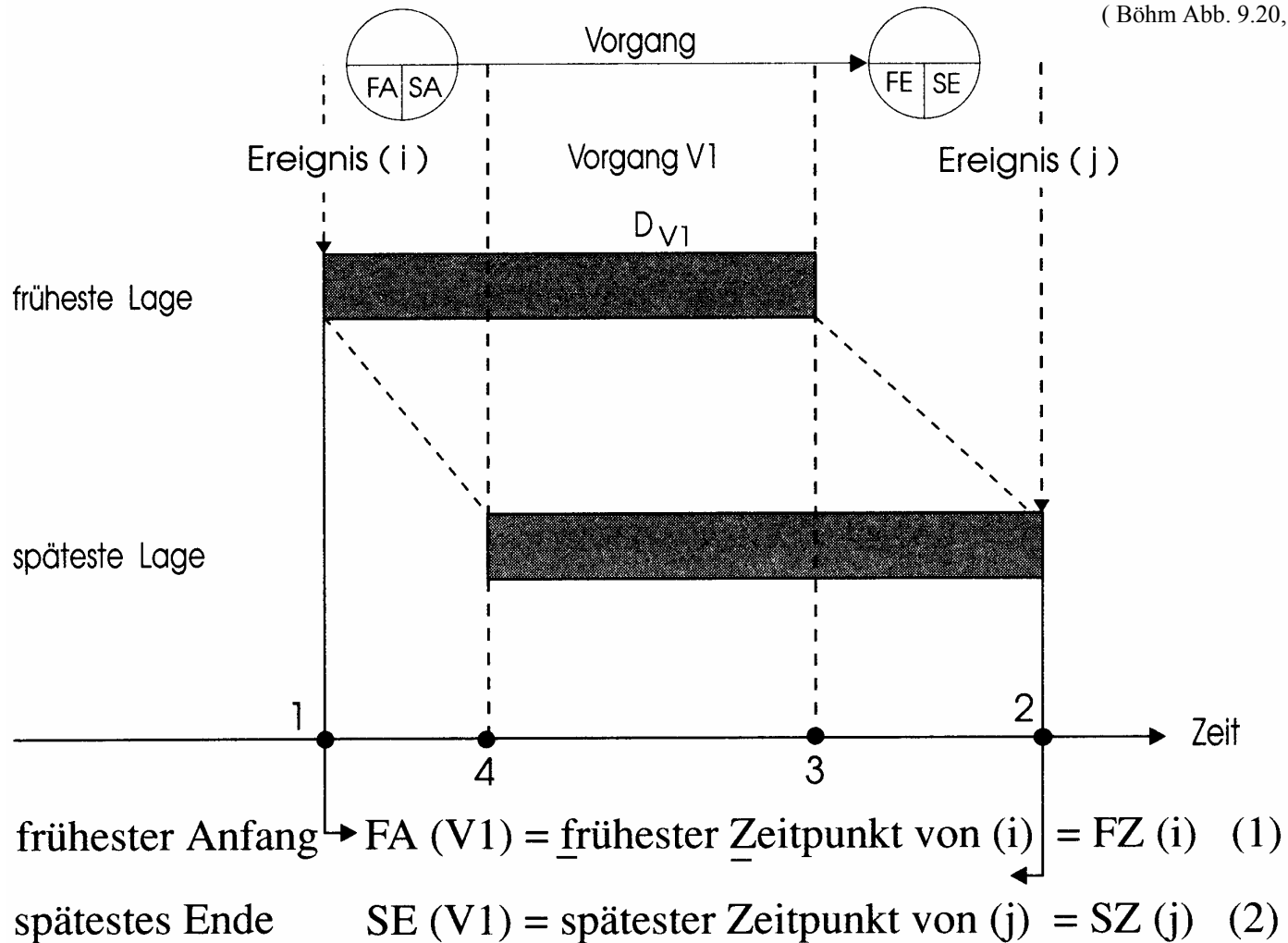


grafische
Darstellung
der
Tätigkeiten

Netzplantechnik - CPM

- Berechnen der Vorgangszeitpunkte ("Tätigkeitszeitpunkte"):
 - frühester Anfangszeitpunkt des Ereignisses: FA
 - spätester Endzeitpunkt eines Vorganges: SE
 - frühester Endzeitpunkt eines Ereignisses: FE
 - spätester Anfangszeitpunkt eines Vorganges: SA
- **Zweck:** Berechnung der Pufferzeiten und Erstellen des Einsatz-Auslastungsdiagramms, z.B. zwecks Bedarfsglättung





Pufferzeiten – gesamte Pufferzeit

- Aufgrund der Vorwärts- und Rückwärtsrechnung sind bekannt: FA (FZ) und SE (SZ)
 - $FE(V1) = FA(V1) + D(V1)$
 - $SA(V1) = SE(V1) - D(V1)$
- *Gesamte Pufferzeit (GP):*
 - $GP = SE(j) - FA(i) - D$ oder
 - $GP = SZ(j) - FZ(i) - D$
 - GP gibt an, wie lange ein Vorgang höchstens verlängert/verzögert werden kann, ohne dass der Endtermin beeinträchtigt wird



Pufferzeiten – freie Pufferzeit

- *Freie Pufferzeit (FP):*
 - $FP = FE(j) - FA(i) - D$ oder
 - $FP = FZ(j) - FZ(i) - D$
- Freie Pufferzeit entsteht, wenn mehrere Vorgänge, die nicht alle zeitbestimmend sind, in einem Ereignis münden
- Die freie Pufferzeit gibt den Zeitunterschied zwischen der zeitbestimmenden und der auf einem anderen Weg berechneten frühesten Lage eines Ereignisses an
- FP gibt an, wie lange ein Vorgang höchstens ausgedehnt/verzögert werden kann, ohne den Anfangszeitpunkt der Folgevorgänge zu beeinflussen



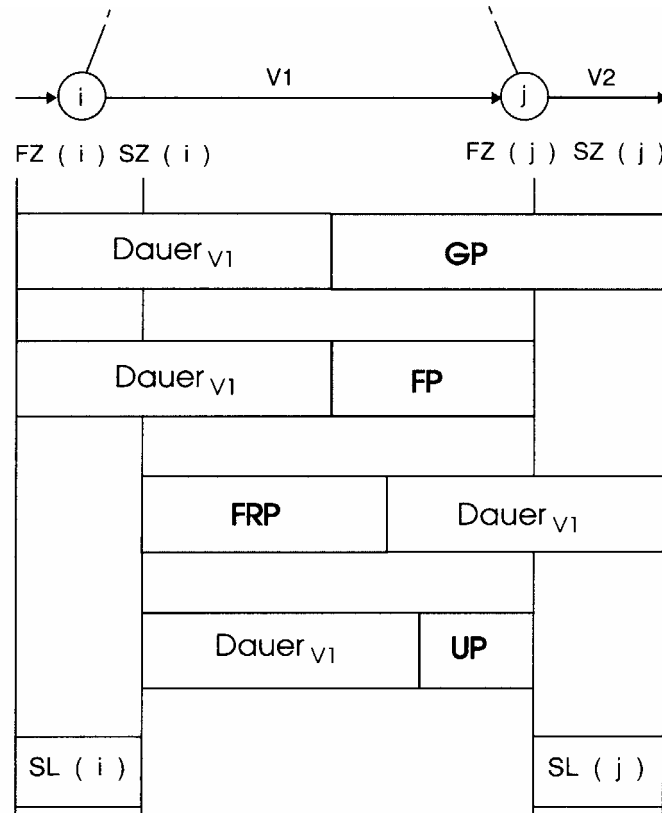
Pufferzeiten – unabhängige Pufferzeit

- *Unabhängige Pufferzeit (UP):*
 - $UP = FE(j) - SA(i) - D$
- UP gibt die Dauer an, die der Vorgang mit den Folgevorgaben ausgedehnt oder verschoben werden kann:
 - a) das Startereignis muss zum spätest erlaubten Zeitpunkt beginnen und
 - b) der Vorgang muss den frühest möglichen Endzeitpunkt einhalten können.
- weitere Kenngröße: **Schlupf** im Zustand i:
 - $SL(i) = SZ(i) - FZ(i)$



Übersicht zu Pufferzeiten und Schlupf

(Böhm Abb. 9.24 S. 278)



Legende:

Puffer	Vorgang	V1	V2
Gesamt-Puffer (GP)		früheste Lage (FL)	späteste Lage (SL)
Freier Puffer (FP)		früheste Lage (FL)	früheste Lage (FL)
Freier Rückwärtspuffer (FRP)		späteste Lage (SL)	späteste Lage (SL)
Unabhängige Pufferzeit (UP)		späteste Lage (SL)	früheste Lage (FL)

