



4.5.4 Ablauf und Termine

Ablauf- und Terminplanung

- Der Projektablaufplan baut auf dem Projektstrukturplan (PSP) auf
 ➔ der PSP ist Voraussetzung für die Ablauf- und
 Terminplanung!
- Der PSP zeigt alle im Projekt durchzuführenden Aufgaben
 (Arbeitspakete)
 - Was ist zu tun?
 - Wer ist für was verantwortlich (AP-Verantwortlicher)?

Ablauf- und Terminplanung

ABER der PSP gibt keine Auskunft über

- die Reihenfolge der Bearbeitung der Arbeitspakete & die Schnittstellen/Abhängigkeiten der Arbeitspakete (→ Ablaufplan)
- die zeitliche Abfolge und die Durchführungszeitpunkte (→ Zeitplan/Terminplan)

Ablaufplanung

- Der Ablaufplan legt fest, welche Aktivitäten in welcher sachlogischen Reihenfolge durchgeführt werden müssen
 - nacheinander
 - überlappend
 - parallel
 - unabhängig
- Projektbeteiligte sind gezwungen die kritischen Schnittstellen zwischen Aktivitäten zu definieren und zu klären

Ablauf- und Terminplanung

- In der Ablauf- und Terminplanung werden die Elemente (unabhängig vom Detaillierungsgrad) als „**Vorgänge**“ bezeichnet
- Nach Ermittlung bzw. Schätzung der Vorgangsdauern lässt sich der **Zeitplan** für das Projekt errechnen
- Nach kalendarischer Festlegung (**Kalendrierung**) der Zeiten entsteht der **Terminplan** (wann werden welche Aktivitäten durchgeführt?)

Ablauf- und Terminplanung

1. Schritt: Festlegung der Detaillierungsgrads der zu bearbeitenden Vorgänge

AP : Vorgänge

1 : n Beziehung

1 : 1 Beziehung

m : 1 Beziehung

➔ Ergebnis: Vorgangsliste

Ablauf- und Terminplanung

Vorgangs-Nr.	Vorgang
A	Duschen
B	Zeitung lesen
C	Kaffee trinken
D	Katzen füttern
E	Bett machen
F	Aufstehen
G	Kaffee kochen
H	Servieren
I	Anziehen

Vorgangsliste

Ablauf- und Terminplanung

2. Schritt: **Vorgänge sachlogisch miteinander verknüpfen**

- welche Abhängigkeiten bestehen zwischen den Vorgängen?
- Welche Vorgänge können nacheinander, parallel, überlappend oder unabhängig voneinander ablaufen?
- Welche Zeitabstände zwischen den einzelnen Vorgängen sind erforderlich?
- Wer sind die Vorgänger, wer sind die Nachfolger eines Vorgangs?

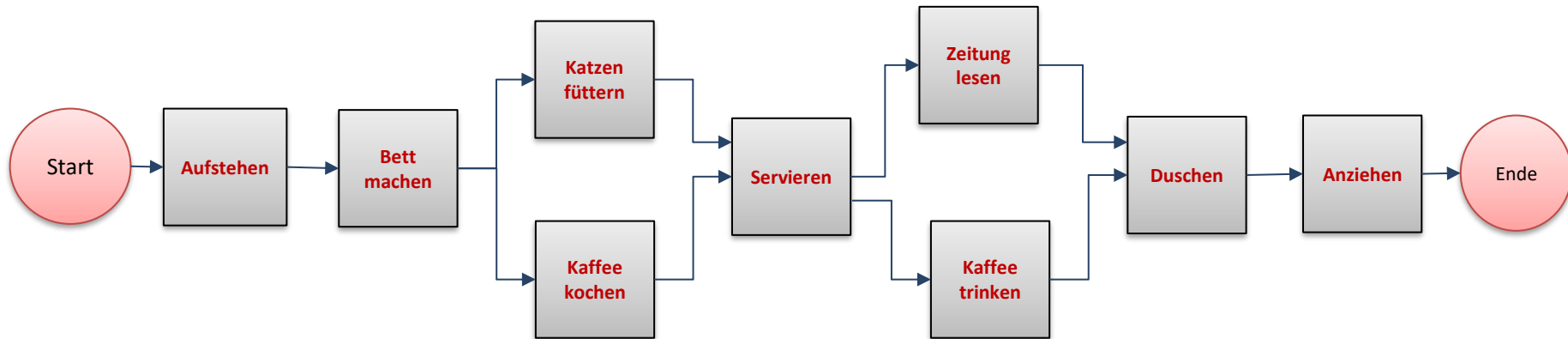
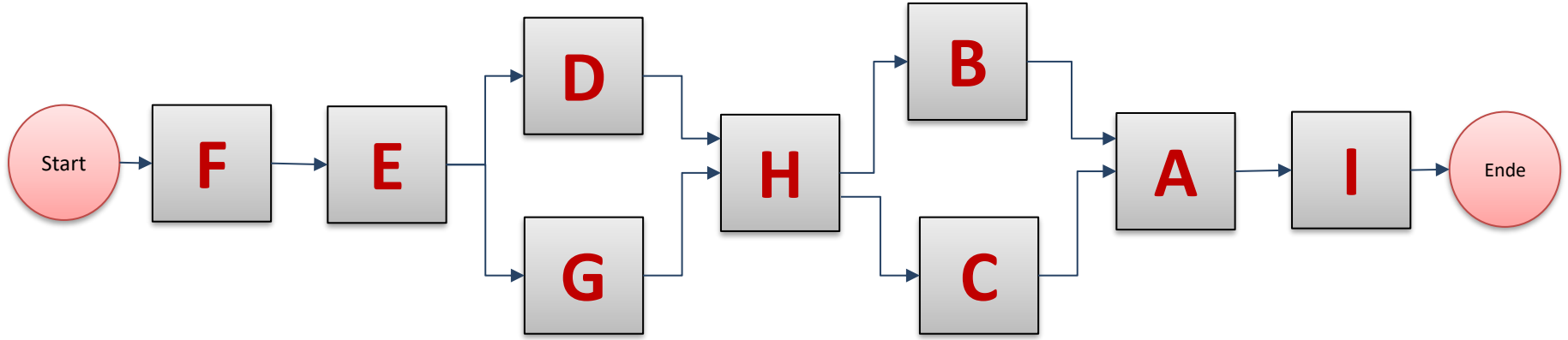
➔ Ergebnis: **Ablaufplan bzw. Vorgangsliste mit Vorgängern/Nachfolgern/ Anordnungsbeziehungen (AOB)**

Ablauf- und Terminplanung

Vorgangs-Nr.	Vorgang	Vorgänger	Nachfolger
A	Duschen	B;C	I
B	Zeitung lesen	H	A
C	Kaffee trinken	H	A
D	Katzen füttern	E	H
E	Bett machen	F	D;G
F	Aufstehen	—	E
G	Kaffee kochen	E	H
H	Servieren	D;G	B;C
I	Anziehen	A	-

Ablaufplan/Netzplan tabellarisch

Ablauf- und Terminplanung



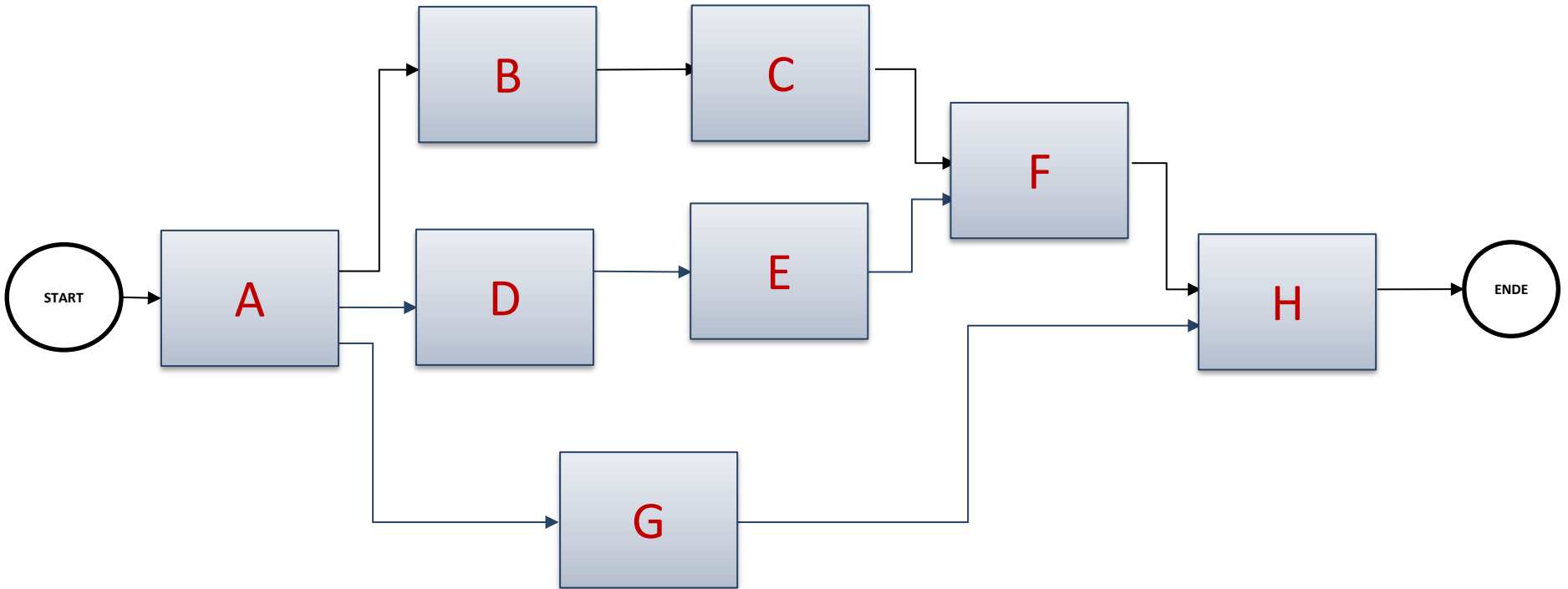
Ablaufplan/Netzplan grafisch

Aufgabe 1: Zubereitung Kirschquark

Erstellen Sie einen grafischen Netzplan.

Vorgang	Tätigkeit	Vorgänger
A	Einkaufen der Zutaten für alle Gerichte	-
B	Kirschen waschen	A
C	Kirschen entkernen und halbieren	B
D	Quark mit Schmand vermischen	A
E	Quark-Schmand-Mischung zuckern	D
F	Kirschen mit gezuckerter Quark-Schmand-Mischung vermischen	C, E
G	Tisch für die drei Gänge eindecken	A
H	Servieren	G, F

Kirsch-Quark



Ablauf- und Terminplanung

3. Schritt: Überführung des Ablaufplans in den Terminplan

a) Schätzung der Vorgangsdauern

- Verantwortliche Projektbeteiligte schätzen die realistischen Durchführungsdauern für jeden Vorgang
- **WICHTIG:** PL muss darauf achten, dass die Schätzer keine versteckten Puffer einbauen. Nur die PL darf ein Zeitkontingent als Puffer einbauen (sofern der fixe Projektendtermin dies erlaubt)

Ablauf- und Terminplanung

b) Erste Terminberechnung/ Ermittlung der vorläufigen Projektdauer

- Nach Festlegung der Vorgangsdauern und der zeitlichen Abstände zwischen den Vorgängen können die Frühest- und Spätesttermine für jeden Vorgang und die vorläufige Projektdauer berechnet werden
 - Terminkritische Abläufe („**kritischer Pfad**“) sowie zeitliche Spielräume („**Puffer**“) werden aufgezeigt
- ➔ Ergebnis: **vorläufiger Terminplan**

Ablauf- und Terminplanungs- instrumente

- Terminliste
- Balkendiagramm/Gantt-Diagramm (nach H. Gantt)
- Netzplantechnik

Terminliste

Auflistung aller Vorgänge mit der geschätzten Dauer, Start- und Endtermin für jeden Vorgang

Nr.	Vorgangsname	Dauer	Anfang	Ende
1	Vorbereitung	11 Tage	Mon 22.05.06	Mit 07.06.06
2	Anforderungen definieren	2 Tage	Mon 22.05.06	Die 23.05.06
3	Angebote einholen	1 Woche	Mit 24.05.06	Mit 31.05.06
4	Auswahl der PM-Software	4 Tage	Don 01.06.06	Mit 07.06.06
5	Präsentation und Mittelfreigabe	0 Tage	Mit 07.06.06	Mit 07.06.06
6	Durchführung	5 Tage	Don 08.06.06	Mit 14.06.06
7	Installation der Software auf Server	1 Tag	Don 08.06.06	Don 08.06.06
8	Installation der Software auf Clients	3 Tage	Don 08.06.06	Mon 12.06.06
9	Schulung vorbereiten	2 Tage	Don 08.06.06	Fre 09.06.06
10	Schulung der Anwender	2 Tage	Die 13.06.06	Mit 14.06.06
11	Feier	0 Tage	Mit 14.06.06	Mit 14.06.06

Terminliste

Vorteile:

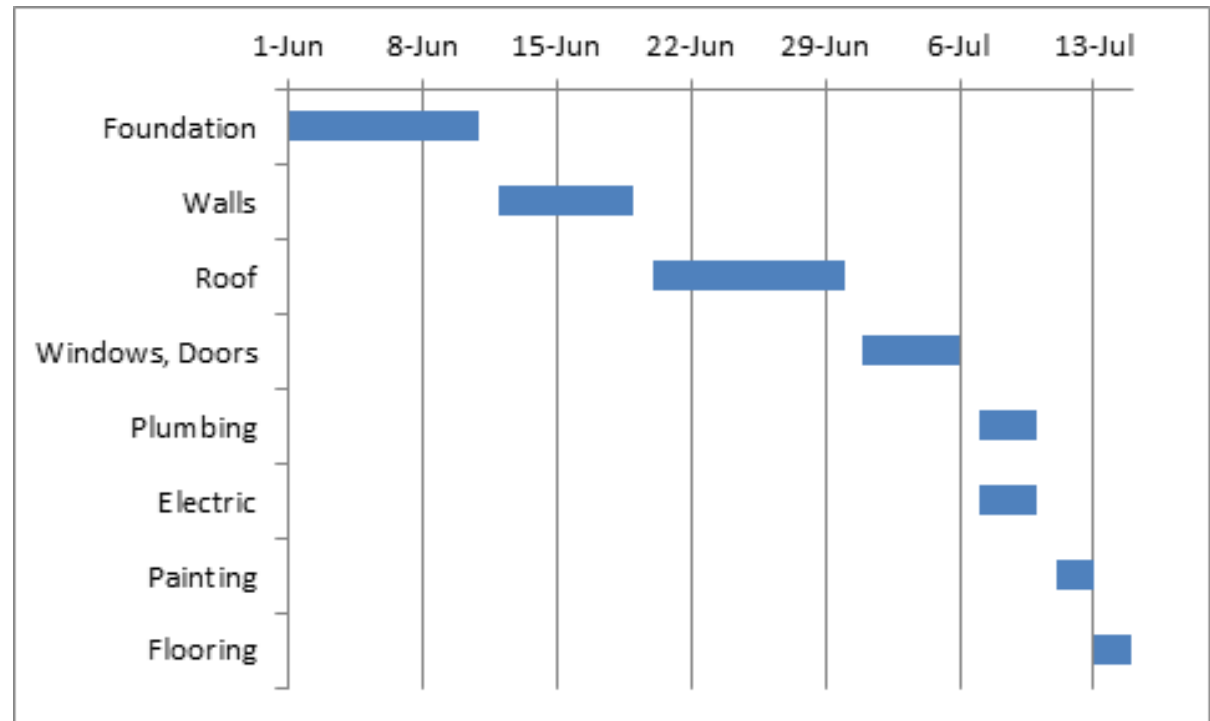
- Keine speziellen Kenntnisse erforderlich
- Einfach und schnell zu erstellen

Nachteile:

- Nicht geeignet für größere Projekte
- Wird schnell unübersichtlich
- Abhängigkeiten und Reihenfolge der Vorgänge nicht darstellbar
- Kritische Vorgänge und Puffer nicht ersichtlich

Balkendiagramm/ Gantt-Diagramm

- Entspricht der Terminliste, jedoch werden die Dauern pro Vorgang als Balken dargestellt
- Das Gantt-Diagramm wurde 1917 von dem Ingenieur Henry L. Gantt erfunden



Balkendiagramm/ Gantt-Diagramm

Vorteile

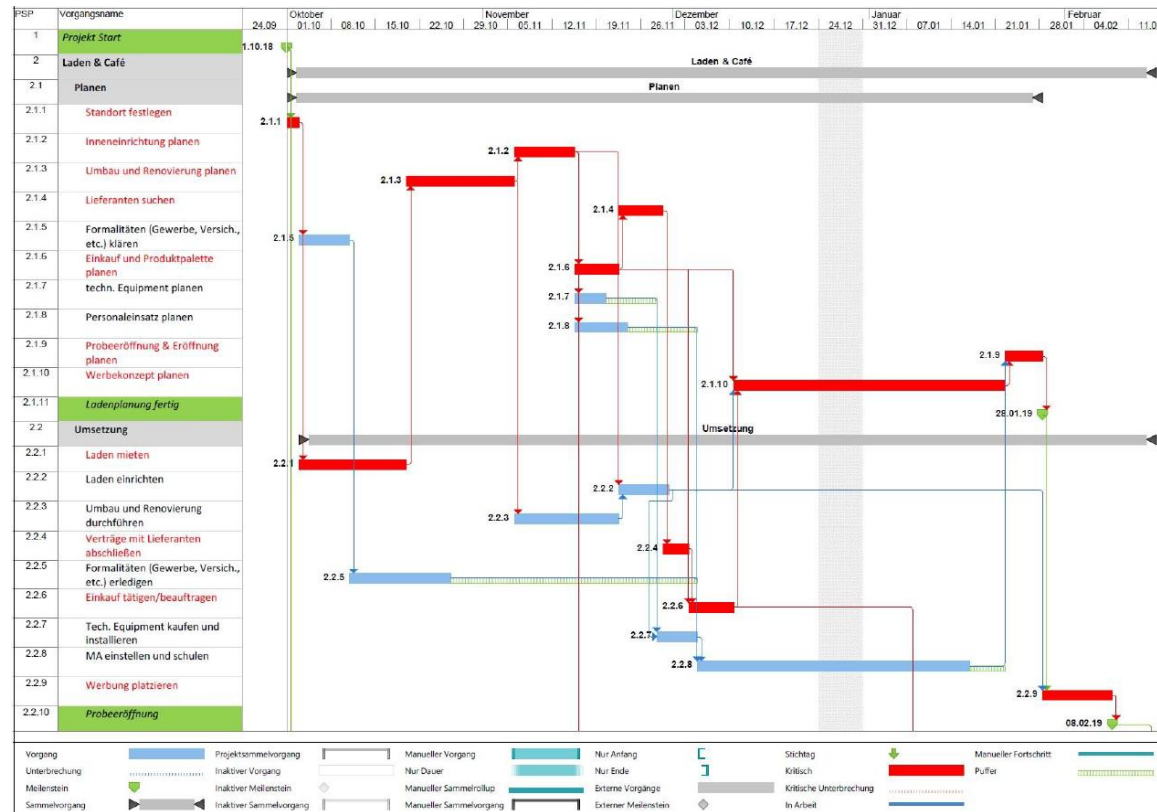
- Schnell und einfach zu erstellen
- Sehr übersichtlich / leicht verständlich
- Geeignet für kleine bis mittelgroße Projekte
- Zeigt zeitliche Parallelen auf

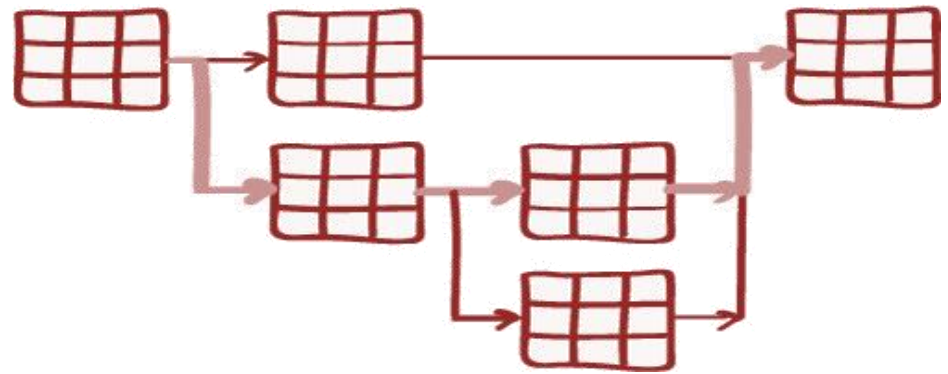
Nachteile

- Wenig Informationsgehalt
- Logische Abhängigkeiten, kritischer Pfad und Puffer schwer ersichtlich
- Änderungsaufwand kann sehr groß werden

Vernetztes Balkendiagramm / Vernetztes Gantt-Diagramm

Beim vernetzten Balkendiagramm werden zusätzlich zu den Balken auch die Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Vorgängen durch Verbindungspfeile dargestellt. Darüber hinaus wird der kritische Pfad rot markiert.

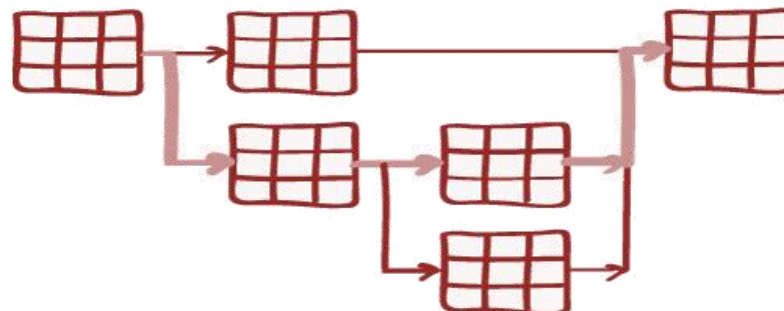




Netzplantechnik

Netzplantechnik

- Der Netzplan ist eine grafische (oder auch tabellarische) Darstellung eines Projektablaufs durch Vernetzung der Vorgänge/Arbeitspakete entsprechend ihren jeweiligen **sachlogischen Abhängigkeiten**. Ihre zeitliche Lage ergibt sich durch Berechnung und wird als Zahlenwert festgehalten.
- Der Netzplan ist zunächst ein **Ablaufplan**; er wird durch berechnete/eingetragene Zeitwerte zu einem **Zeitplan** und durch Übertragung in den Kalender (Kalendrierung) zu einem **Terminplan**.



Netzplantechnik

Nutzen:

- Darstellung des Projektablaufs durch die **logische Anordnung** der abzuwickelnden Aufgaben und ihrer Abhängigkeiten
- Rechnerische Ermittlung der **Zeiten/Termine**
- Sichtbarmachen von **kritischen Wegen & Pufferzeiten**

Elemente des Netzplans sind:

- Vorgänge
- Ereignisse (Meilensteine, Dauer=0)
- Anordnungsbeziehungen (AOB)

Netzplantechnik

Vorgehensschritte:

1. Erstellen der Vorgangsliste (Arbeitspakete aus PSP übernehmen oder deren Zerlegung in Vorgänge)
2. Definition der sachlogischen Abhängigkeiten und Anordnungsbeziehungen (=> Ablaufplan)
3. Festlegung der jeweiligen Dauer der Aufgaben (Achtung unterscheide: Dauer = Zeitraum z.B. in Wochen, Aufwand = Arbeitsaufwand z.B. in PT)
4. Durchrechnung: Zeiten und Termine werden berechnet (=> Zeitplan und durch Kalendrierung der Terminplan)

Netzplanplantechnik

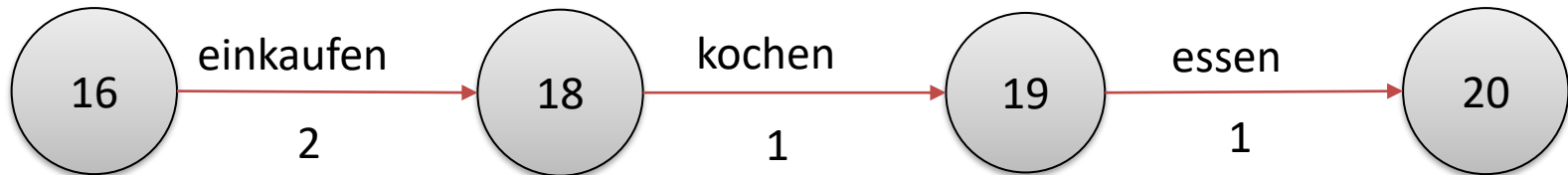
Folgende Netzplanarten werden angetroffen werden unterschieden:

- Vorgangspfeil-Netzplan, VPN
- Vorgangsknoten-Netzplan, VKN

Heutzutage wird vornehmlich den Vorgangsknotennetzplan genutzt

Vorgangspfeil-Netzplan (VPN):

- Bei dieser Form der vorgangsorientierten Ablaufplanung werden die Vorgänge grafisch durch Pfeile dargestellt, die Knoten repräsentieren die Abhängigkeiten als Zusammenfall eines Startereignisses und eines Endereignisses.



Vorgangsknoten-Netzplan (VKN):

- Beim Vorgangsknotennetz stellen die Knoten die Vorgänge im Projekt dar.
- Es werden Vorgangsbezeichnung, Vorgangsnummer und Vorgangsdauer in die Knoten eingetragen.
- Die Verbindungspfeile repräsentieren die Anordnungsbeziehungen.

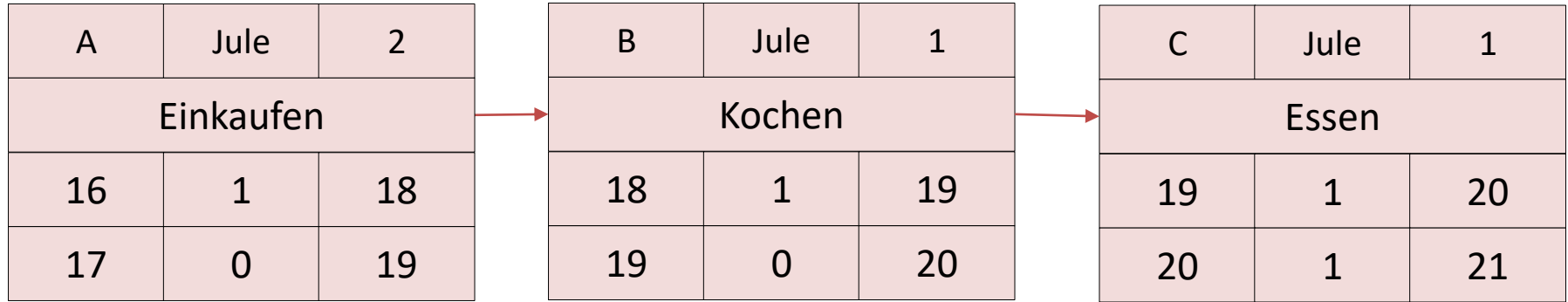
Vorgangsknoten - Darstellung

- Die Darstellung eines Vorgangsknoten ist nicht genormt
- Häufig findet man diese Darstellung:

Vorgangs-Nr.	Verantwortlicher	Dauer
Vorgangsname		
FAZ	GP	FEZ
SAZ	FP	SEZ

FAZ: Frühester Anfangszeitpunkt
FEZ: Frühester Endzeitpunkt
SEZ: Spätester Endzeitpunkt
SAZ: Spätester Anfangszeitpunkt
GP: Gesamtpuffer
FP: Freier Puffer

Vorgangsknoten-Netzplan (VKN):



Legende:

Vorgangs-Nr.	Verant-wortlicher	Dauer
Vorgangsname		
FAZ	GP	FEZ
SAZ	FP	SEZ

Vorgangsknoten-Netzplan (VKN):

- In Anbetracht der mannigfaltigen Vorteile sowie der am Markt verfügbaren Projektmanagement-Software werden im Projektmanagement heute praktisch ausschließlich Vorgangsknotennetze verwendet.

Netzplantechnik

Vorteile:

- stellt zeitliche und sachliche Abhängigkeiten dar
- erlaubt die Zuordnung von Kosten, Mitarbeitern und Verantwortlichkeit
- durch Software sehr gut unterstützt
- Zeitkritische Vorgänge und Pufferzeiten werden sichtbar
- Liefert die meisten Informationen

Nachteile:

- für kleine Projekte überdimensioniert
- erfordert Schulungsaufwand

Netzplanberechnung - Vorgehen

Folgende Schritte werden bei der Berechnung eines Vorgangsknoten-Netzplans (VKN) durchgeführt:

1. **Vorwärtsrechnung (progressiv):** Bestimmung der frühesten Zeitpunkte (FAZ, FEZ)
2. **Rückwärtsrechnung (retrograd):** Bestimmung der spätesten Zeitpunkte (SAZ, SEZ)
3. **Berechnung der Puffer:** Gesamtpuffer und Freier Puffer
(Anmerkung: für Fortgeschrittene gibt es noch den FRP= Freier Rückwärtspuffer und den UP= Unabhängiger Puffer)
4. **Bestimmung & Markierung des kritischen Pfads/Wegs**

Netzplanberechnung

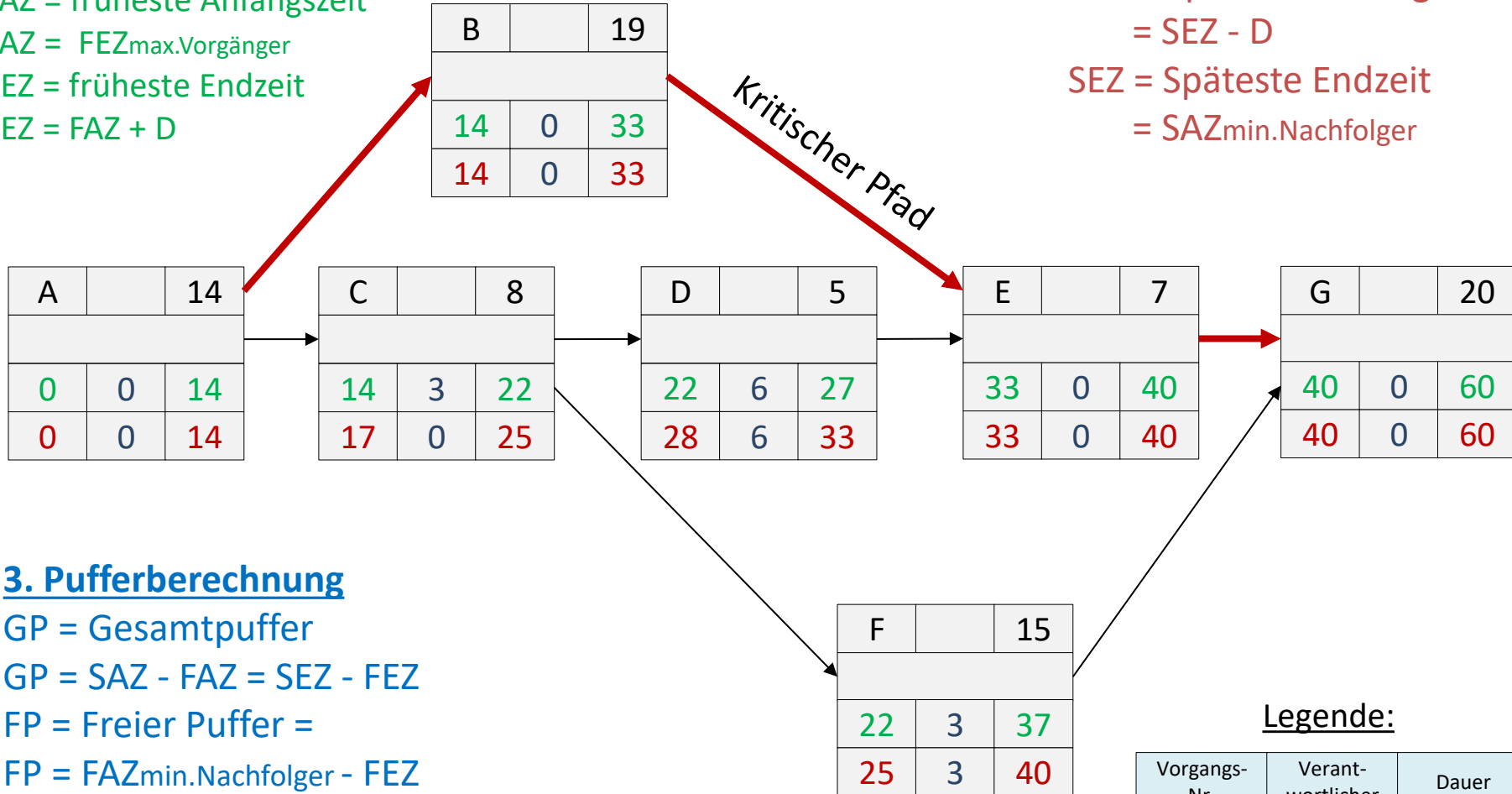
1. Vorwärtsrechnung

FAZ = früheste Anfangszeit

FAZ = FEZ_{max.Vorgänger}

FEZ = früheste Endzeit

FEZ = FAZ + D



2. Rückwärtsrechnung

SAZ = Späteste Anfangszeit

= SEZ - D

SEZ = Späteste Endzeit

= SAZ_{min.Nachfolger}

3. Pufferberechnung

GP = Gesamtpuffer

GP = SAZ - FAZ = SEZ - FEZ

FP = Freier Puffer =

FP = FAZ_{min.Nachfolger} - FEZ

(Schnittstellenpuffer zum Nachfolger,
Nachfolger in frühester Lage/Nachfolger
drängeln)

Legende:

Vorgangs-Nr.	Verant-wortlicher	Dauer
Vorgangsname		
FAZ	GP	FEZ
SAZ	FP	SEZ

Netzplan-Berechnungen

Pufferberechnung

GP
(Gesamt-
puffer)


Zeit, die ein Vorgang verschoben oder ausgedehnt werden kann, ohne den Endtermin zu verschieben. Zeitspanne zwischen frühester und spätester Lage eines Vorgangs.

FP
(Freier Puffer)

Zeit, um die ein Vorgang verschoben oder ausgedehnt werden kann, ohne die früheste Lage der Nachfolger zu verschieben.

Der FP ist maximal so groß wie der GP. $GP \geq FP$

Kritischer Pfad / Kritischer Weg

- Ein **kritischer Vorgang** ist ein Vorgang ohne Zeitreserve (Gesamtpuffer = null)
 - Der **kritische Pfad** ist der längste Weg im Projekt.
 - Er ist eine Kette von Vorgängen vom Start- bis zum Endmeilenstein, in der alle Puffer null sind.
 - Durch eine Verzögerung von Vorgängen auf dem kritischen Pfad verschiebt sich der Endtermin des Projekts.
 - Der kritische Pfad wird durch einen roten Pfeil markiert
- 
- In der Projektsteuerung müssen Vorgänge auf dem kritischen Pfad besonders überwacht werden.
 - Bei Ressourcenkonflikten sind sie mit hoher Priorität auszuführen.

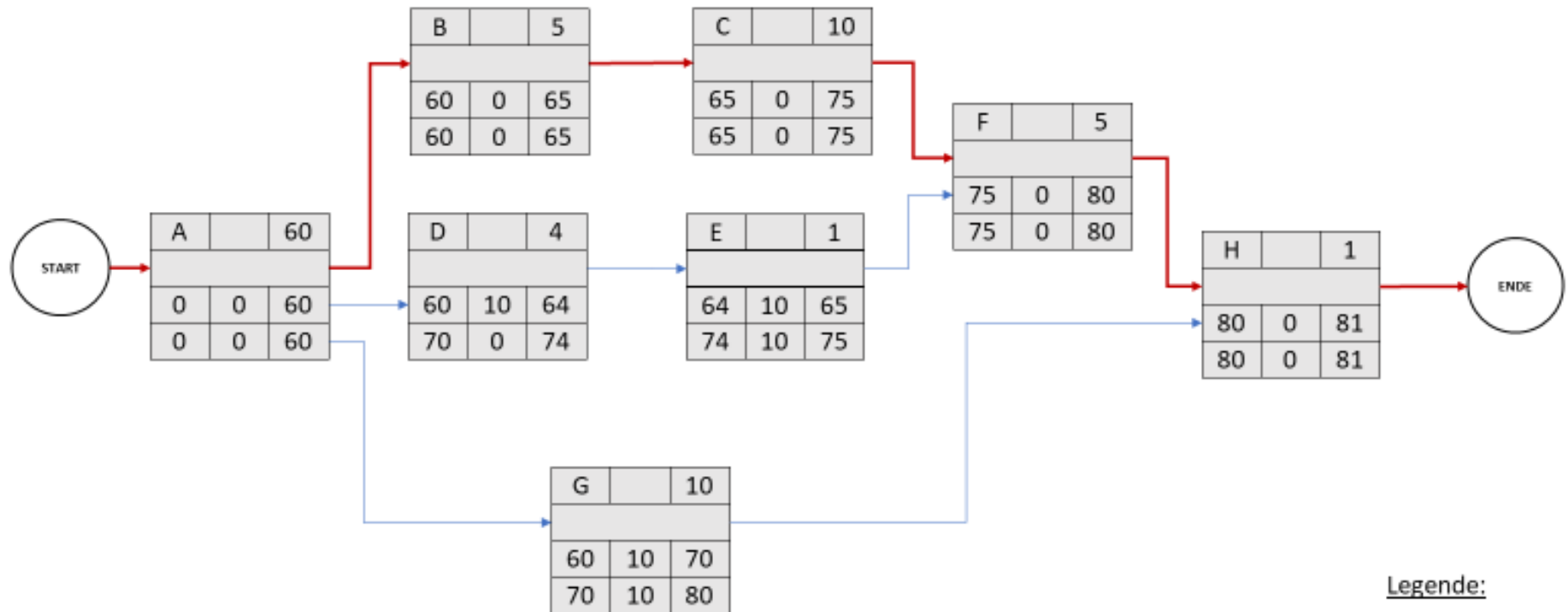
Aufgabe 1: Zubereitung Kirschquark

Erstellen Sie einen vollständigen Netzplan. Führen Sie eine Vorwärts- und eine Rückwärtsrechnung durch. Berechnen Sie die Pufferzeiten und markieren Sie den kritischen Pfad.

Vorgang	Tätigkeit	Zeit (min)	Vorgänger
A	Einkaufen der Zutaten für alle Gerichte	60	-
B	Kirschen waschen	5	A
C	Kirschen entkernen und halbieren	10	B
D	Quark mit Schmand vermischen	4	A
E	Quark-Schmand-Mischung zuckern	1	D
F	Kirschen mit gezuckerter Quark-Schmand-Mischung vermischen	5	C, E
G	Tisch für die drei Gänge eindecken	10	A
H	Servieren	1	G, F

Aufgabe 1: Zubereitung Kirschquark

Kirsch-Quark



Legende:

Vorgangs-Nr.	Verant-wortlicher	Dauer
Vorgangsname		
FAZ	GP	FEZ
SAZ	FP	SEZ

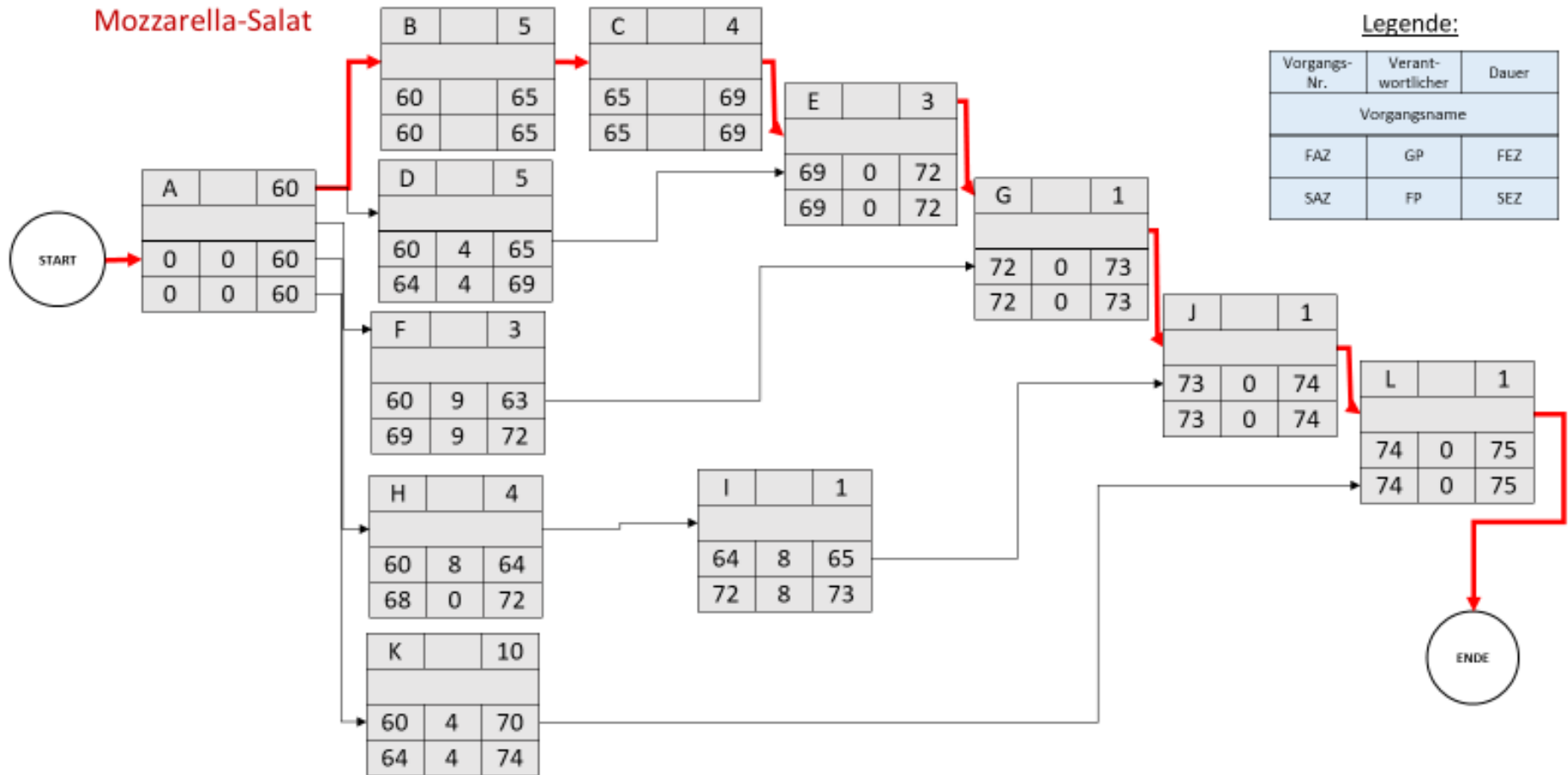
Aufgabe 2: Mozzarella-Salat

Erstellen Sie einen vollständigen Netzplan. Führen Sie eine Vorwärts- und eine Rückwärtsrechnung durch. Ermitteln Sie den kritischen Pfad sowie die Pufferzeiten.

Vorgang	Tätigkeit	Zeit (min)	Vorgänger
A	Einkaufen der Zutaten für alle Gerichte	60	-
B	Tomaten waschen	5	A
C	Tomaten in Scheiben schneiden	4	B
D	Mozzarella in Scheiben schneiden	5	A
E	Tomaten- und Mozzarellascheiben abwechselnd schuppenförmig auf einem großen Teller anrichten	3	C, D
F	Marinade aus Salz, Pfeffer, Öl und Oregano zubereiten	3	A
G	Marinade über die Mozzarella- und Tomatenscheiben träufeln	1	E, F
H	Basilikum waschen	4	A
I	Basilikum zupfen	1	H
J	Teller mit Basilikum garnieren	1	G, I
K	Tisch für die drei Gänge eindecken	10	A
L	Servieren	1	J, K

Aufgabe 2: Mozzarella-Salat

Mozzarella-Salat



Netzplan-Berechnungen

Vorwärtsrechnung:

$$FAZ_j = \max_i (FEZ_{i,j})$$

$$FAZ_1 = 0$$

$$FEZ_j = FAZ_j + D_j$$

Rückwärtsrechnung:

$$SEZ_j = \min_k (SAZ_{j,k})$$

$$SEZ_J = FEZ_J$$

$$SAZ_j = SEZ_j - D_j$$

$$SAZ_1 = 0$$

Pufferberechnung:

$$GP_j = SAZ_j - FAZ_j$$

$$FP_j = \min_k (FAZ_{j,k}) - FEZ_j$$

$$FRP_j = SAZ_j - \max_i (SEZ_{i,j})$$

$$UP_j = \max(0; \min_k (FAZ_{j,k}) - \max_i (SEZ_{i,j}) - D_j)$$

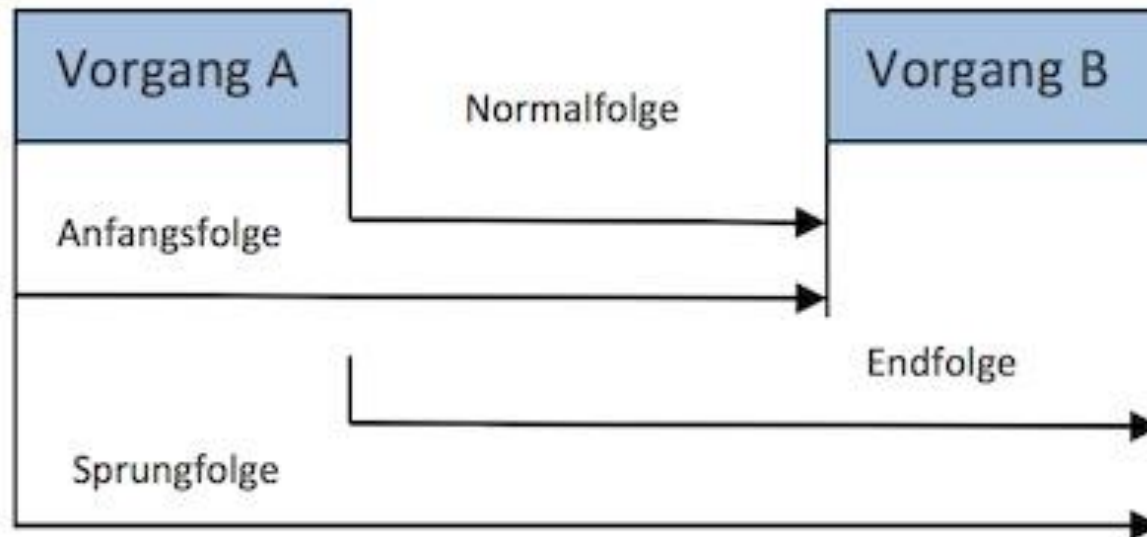
Anordnungsbeziehungen (AOB)

- Durch AOB wird die sachlogische und zeitliche Reihenfolge der Bearbeitung der Vorgänge festgelegt
- Welcher Vorgang ist Voraussetzung (Vorgänger), ehe der nächste Vorgang (Nachfolger) beginnen kann.
- Welcher **Zeitabstand** muss zwischen zwei Vorgängen bestehen? (Zeitabstand z kann positiv, negativ oder null sein)
- Es können **minimale (MIN z)** oder **maximale Zeitabstände (MAX z)** festgelegt werden.
- Negative Zeitabstände bei einer Normalfolge stehen für eine erlaubte Überlappung von Vorgängen.

Anordnungsbeziehungen

- Normalfolge (NF) = Ende-Anfang-Beziehung (*EA)
- Anfangsfolge (AF) = Anfang-Anfang-Beziehung (*AA)
- Endfolge (EF) = Ende-Ende-Beziehung (*EE)
- Sprungfolge (SF) = Anfang-Ende-Beziehung (*AE)

* Kürzel bei MS Project



Anordnungsbeziehungen

Normalfolge (NF): Ende-Anfang-Beziehung = wenn Vorgang A endet, kann Vorgang B beginnen.



Beispiel: Vorgang A: Fundament legen, Vorgang B: Wände bauen

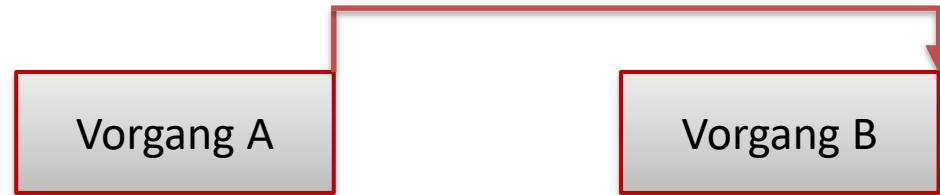
Anfangsfolge (AF): Anfang-Anfang-Beziehung = wenn Vorgang A beginnt, kann auch Vorgang B beginnen



Beispiel: Vorgang A: Bohrer an, Vorgang B: Absaugung an

Anordnungsbeziehungen

Endfolge (EF): Ende-Ende-Beziehung = wenn Vorgang A endet, kann Vorgang B enden.



Beispiel: Vorgang A: Spaghetti kochen, Vorgang B: Bolognese zubereiten

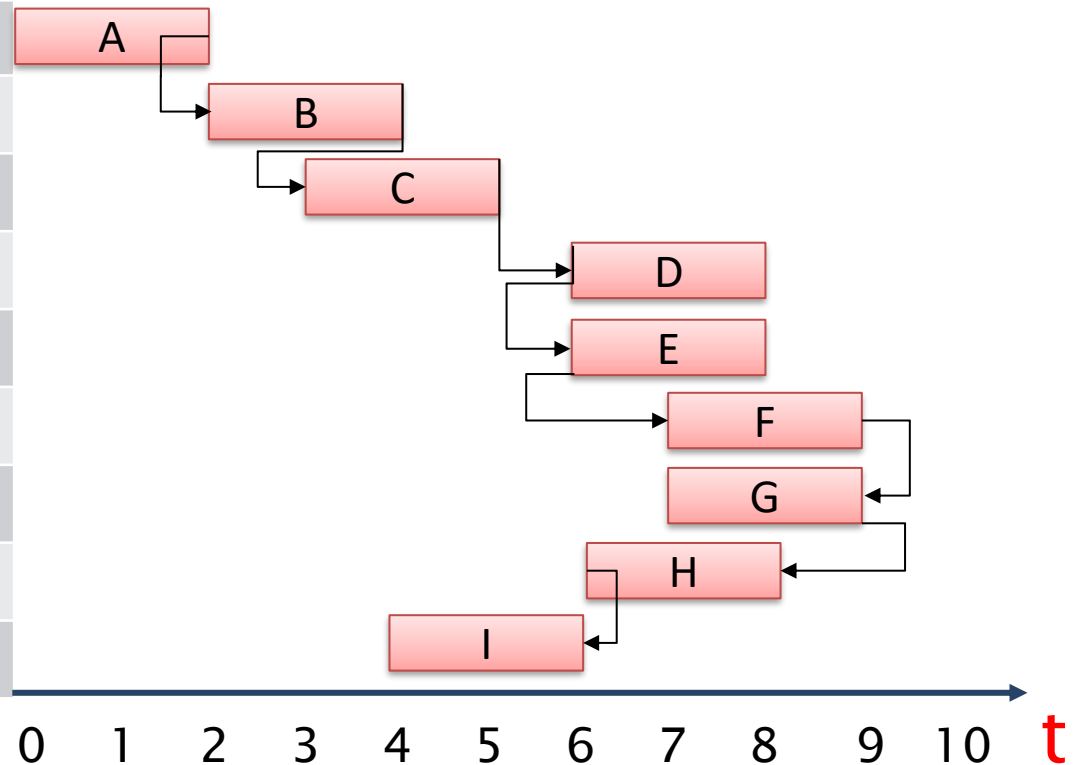
Sprungfolge (SF): Anfang-Ende-Beziehung = wenn Vorgang A beginnt, kann Vorgang B enden (Rückwärtsplanung)



Beispiel: Vorgang A: Veranstaltung, Vorgang B: Aufbauarbeiten

Anordnungsbeziehungen

V-Nr.	Vor-gänger	Dauer (t)	AOB
A	-	2	-
B	A	2	EA
C	B	2	EA-1(t)
D	C	2	EA+1(t)
E	D	2	AA
F	E	2	AA+1(t)
G	F	2	EE
H	G	2	EE-1 (t)
I	H	2	AE



Kalendrierung

- Bisher haben wir mit relativen Zeiteinheiten gerechnet.
- Den Ablaufplan in einen Terminplan zu überführen, nennt man **Kalendrierung**.
- Es muss ein Kalender hinterlegt werden, der folgende Punkte berücksichtigt:
 - Arbeitsstunden pro Tag
 - Anderweitig verplante Arbeitszeiten
 - Wochenenden
 - Feiertage
 - Brückentage
 - Urlaub
 - Betriebsferien etc.

Netzplanoptimierung

- Wenn der ursprünglich geplante Endtermin aufgrund der berechneten Gesamtdauer nicht realisierbar ist, muss der Netzplan optimiert werden
- Es müssen Anpassungen vorgenommen werden, um den Endtermin zu halten, ohne den Inhalt und Umfang des Projekts zu reduzieren.

Es gibt hier zwei Ansätze zur Netzplanoptimierung:

- 1. Fast Tracking (Verkürzung)**
- 2. Crashing (Verdichtung)**

Netzplanoptimierung

1. Fast Tracking (Verkürzung):

- **Überlappung:** Normalerweise werden Vorgänge sequenziell durchgeführt, aber durch die Nutzung negativer Zeitabstände (z.B. NF-3Tage) können Vorgänge überlappend abgearbeitet werden. Dadurch können sich Abhängigkeiten verringern und Zeit eingespart werden.
- **Parallelisierung:** Vorgänge, die normalerweise nacheinander stattfinden, können gleichzeitig gestartet werden, wenn es sinnvoll ist und keine Abhängigkeiten bestehen (Anfangsfolge statt Normalfolge).

Netzplanoptimierung

2. Crashing (Verdichtung): Hierbei geht es darum, die Dauer von Vorgängen zu verkürzen, um den Projektzeitplan einzuhalten, z.B. durch

- Erhöhung der Ressourcen
- Einsatz qualifizierterer Ressourcen
- Mehrarbeit
- Zuordnung von Ressourcen von nicht kritischen Vorgängen

Achtung: Die meisten Verdichtungsmaßnahmen haben direkte Auswirkungen auf die Kosten.