

Julius Schärf

So einfach und praxisnahe kann die Netzplantechnik in der 5. AHS eingeführt werden

Im neuen Mathematik-Lehrplan der AHS ist in der 5. Klasse im Hauptabschnitt

Darstellen und Analysieren von Daten und Beziehungsstrukturen

im Unterabschnitt

Beschreiben und Untersuchen von Problemsituationen mit Beziehungsgraphen

der Lehrinhalt

"Exemplarisches Darstellen von Situationen in sozialen, wirtschaftlichen oder anderen Bereichen mittels gerichteter oder ungerichteter (eventuell auch bewerteter) Graphen. Verwendung solcher Darstellungen zum Untersuchen und gegebenenfalls auch zum Lösen einfacher Probleme" angegeben.

Es gibt nun eine technisch-wirtschaftliche Disziplin, die Netzplantechnik, die den obigen Lehrinhalt abdeckt.

Daß dieses Wissen altersgerecht an die Schüler der 5.AHS vermittelt werden kann, habe ich bereits 1967 im 1.Jahrgang Betriebstechnik am TGM gezeigt.

Unter Netzplantechnik versteht man die Verfahren zur Analyse, Beschreibung, Planung, Steuerung und Überwachung von Abläufen aufgrund der Graphentheorie.

Seit 1962 ist die Netzplantechnik in Österreich ein unentbehrliches Hilfsmittel bei der Planung von Brücken, Industrieanlagen, usw. Seit 1970 wird die Netzplantechnik auch in vielen Dienstleistungsbetrieben verwendet.

In diesem Vortrag soll aufgezeigt werden, daß man bei der Einführung der Netzplantechnik auf selbstgestrickte praxisfremde Beispiele verzichten kann, die Einführung soll einfach und praxisnahe sein.

Der Schüler soll erleben können, daß das, was heute als Spielerei von Mathematikern gilt, schon morgen angewandte Technik sein kann.

Einführungsliteratur: Schärf/Schmucker: Netzplantechnik für Anfänger
Blaha/Schärf: Programmiertraining BASIC Band 2, Band 3
Blaha/Haselberger/Schärf: Programmiertraining PASCAL Band 2

alles Verlag Oldenbourg, Wien-München

Ich beschränke mich auf ein sehr flexibles Verfahren, die Metra Potential Methode, agekürzt MPM.

1. Grundbegriffe von MPM

EINFÜHRENDES BEISPIEL

Planung einer Motorüberholung

In der folgenden Tabelle sind die Vorgänge (zeitfordernde Geschehen mit definiertem Anfang und Ende) mit Nummer, Bezeichnung und Dauer angeführt.

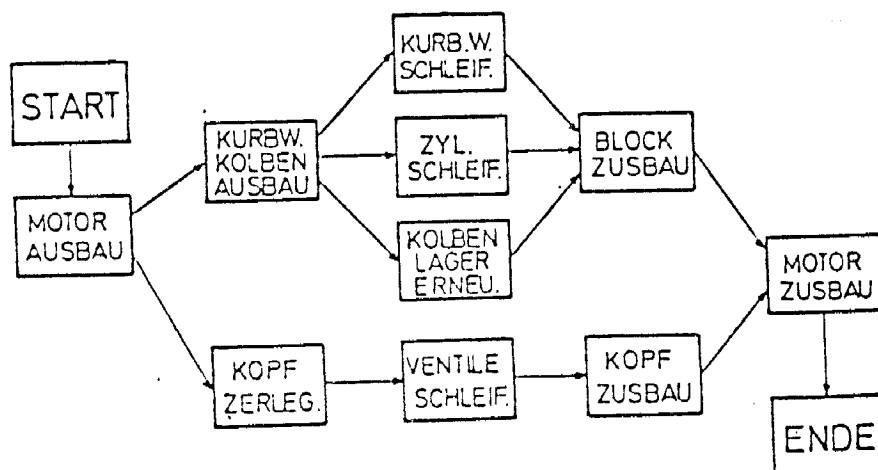
Vorgangsnummer	Bezeichnung	Dauer in 1/4 Stunden
1	Start	0
2	Motor ausbauen	4
3	Kurbelwelle u. Kolben ausbauen	2
4	Zylinderkopf zerlegen	1
5	Kurbelwelle schleifen	7
6	Zylinder schleifen	6
7	Kolben ersetzen	5
8	Ventile schleifen	3
9	Block zusammenbauen	6
10	Kopf zusammenbauen	2
11	Motor zusammenbauen	8
12	Motor einbauen	0

Wir müssen uns zunächst die technologischen und zeitlichen Abhängigkeiten überlegen.

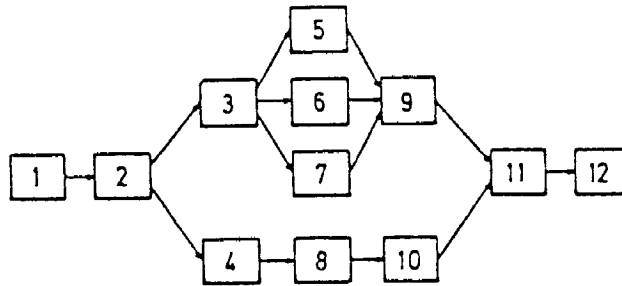
Sicherlich muß mit dem Vorgang 2: Motor ausbauen begonnen werden.

Die Vorgänge 3: Kurbelwelle + Kolben ausbauen und 4: Zylinderkopf zerlegen sind voneinander unabhängig. Im Netzplan gabeln sich also die Wege.

Wir zeichnen nun den Netzplan, in dem wir die Vorgänge durch Knoten darstellen.

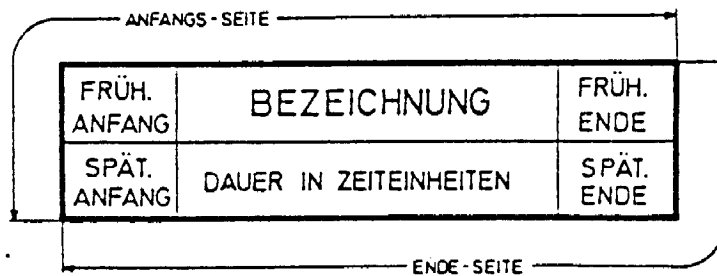


oder einfacher



Die Abhängigkeiten sind deutlich zu erkennen !

Wir stellen nun jeden Vorgang durch ein Kästchen dar, in dem



neben Bezeichnung und Dauer vier Zeitwerte eingetragen sind.

Die zu seiner Fertigstellung nötige Zeit (wie alle anderen Zeitangaben in Zeiteinheiten, wie etwa Arbeitstage, Wochen, Stunden,.... gemessen) wird in das Feld mit der Bezeichnung *Dauer* eingetragen.

Jedem Vorgang sind außerdem noch vier Zeitwerte zugeordnet, die Aussagen über seinen Beginn und seinen Abschluß enthalten. Es sind dies

- FAZ = frühester Anfangszeitpunkt,
- SAZ = spätester Anfangszeitpunkt,
- FEZ = frühester Endzeitpunkt,
- SEZ = spätester Endzeitpunkt.

Das bedeutet, daß ein Vorgang im Zeitintervall zwischen frühestem und spätestem Anfangszeitpunkt beginnen und im Intervall zwischen frühestem und spätestem Endzeitpunkt fertig werden muß.

Dabei wollen wir vorläufig festlegen, daß gilt:
 $FEZ = FAZ + \text{Dauer}$ $SEZ = SAZ + \text{Dauer}$

Die Bedeutung der Anfangs- und der Endseite des Vorgangskästchens wird bei der Darstellung der Zeitabläufe klarwerden.

BEISPIEL

6	7	11
8	5	17

bedeutet:
 Der Vorgang 7 kann frühestens im Zeitpunkt 6 beginnen und frühestens im Zeitpunkt 11 enden.

Der Vorgang 7 kann aber auch in den Zeitpunkten 7 oder 8 beginnen (und jeweils 5 Zeiteinheiten später enden).

Spätestens darf der Vorgang 7 im Zeitpunkt 8 beginnen. Jeder spätere Anfang verzögert das gesamte Projekt.

Vor den weiteren Ausführungen führen wir einige Begriffe ein:

Die einem Vorgang A unmittelbar vorgeordnete Vorgänge heißen Vorgänger von A.
Die einem Vorgang A unmittelbar nachgeordneten Vorgänge Nachfolger von A.
Eine Anordnungsbezeichnung vom Ende eines Vorgangs zum Anfang eines Nachfolgers heißt Normalfolge.

Wir stellen Normalfolgen durch Pfeile dar !

Nun zu unserem EINFÜHRENDE BEISPIEL:

Vorgang 1 (Start) hat Vorgang 2 als Nachfolger,
 2 hat die Nachfolger 3 und 4,
 3 hat die Nachfolger 5, 6 und 7,
 4 hat die Nachfolger 8 usw.

Vorgang 12 (Ende) hat natürlich keine Nachfolger, denn mit ihm ist die Arbeit abgeschlossen.

Vorgang 11 ist Vorgänger von 12,
 9 und 10 sind Vorgänger von 11,
 5 und 6 und 7 sind Vorgänger von 9 usw.

2. Berechnung der Zeitwerte

Wir müssen immer beachten:

Jeder Netzplan ist zeitorientiert.
Ein Vorgang kann erst dann beginnen, wenn alle seine Vorgänger bereits beendet sind.
Es gilt: $FEZ(i) = FAZ(i) + D(i)$

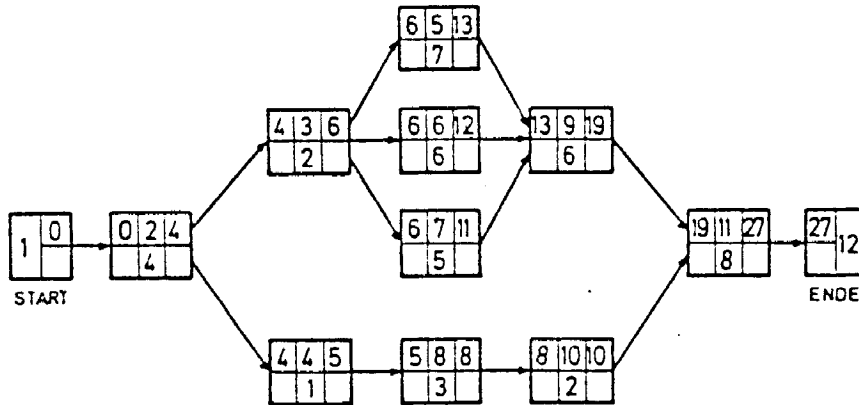
2.1. Vorwärtsrechnung: Berechnung der frühesten Zeitpunkte FAZ und FEZ

- 1) Der Start 1 erfolgt zum Zeitpunkt 0.
- 2) Der Vorgang 2 hat nur 1 als Vorgänger;
 er kann frühestens zum Zeitpunkt $FAZ(2) = FEZ(1) = 0$ beginnen
 und frühestens zum Zeitpunkt
 $FEZ(2) = FAZ(2) + D(2) = 0 + 4 = 4$ enden.
 Somit $FAZ(2) = 0$ $FEZ(2) = 4$
- 3) 3 hat lediglich 2 als Vorgänger, daher
 $FAZ(3) = FEZ(2) = 4$ $FEZ(3) = FAZ(3) + D(3) = 4 + 2 = 6$
- 4) 5, 6 und 7 haben nur 3 als Vorgänger, daher
 $FAZ(5) = FEZ(3) = 6$ $FEZ(5) = FAZ(5) + D(5) = 6 + 7 = 13$
 $FAZ(6) = FEZ(3) = 6$ $FEZ(6) = FAZ(6) + D(6) = 6 + 6 = 12$
 $FAZ(7) = FEZ(3) = 6$ $FEZ(7) = FAZ(7) + D(7) = 6 + 5 = 11$
- 5) Jetzt wird es interessant! 9 hat drei Vorgänger.
 Definitionsgemäß kann 9 erst beginnen, wenn alle seine
 Vorgänger bereits beendet sind.
 $FAZ(9)$ ist somit das Maximum von $FEZ(5) = 13$, $FEZ(6) = 12$,
 und $FEZ(7) = 11$, also $FAZ(9) = 13$ und damit
 $FEZ(9) = FAZ(9) + D(9) = 13 + 6 = 19$.

Wir merken uns:

Der FAZ eines Vorgangs ist gleich dem Maximum der FEZ aller Vorgänger.

Wir tragen die oben berechneten Zeitwerte in das Netz ein:



2.2 Rückwärtsrechnung: Berechnung der spätesten Zeitpunkte SEZ und SAZ

Wir definieren zunächst:

SEZ(i) und SAZ(i) sind jene Zeitpunkte, in denen der Vorgang i spätestens enden (bzw. beginnen) muß, wenn das Projekt rechtzeitig fertig werden soll.

$$SAZ(i) = SEZ(i) - D(i)$$

Wir betrachten wieder unser EINFÜHRENDES BEISPIEL:

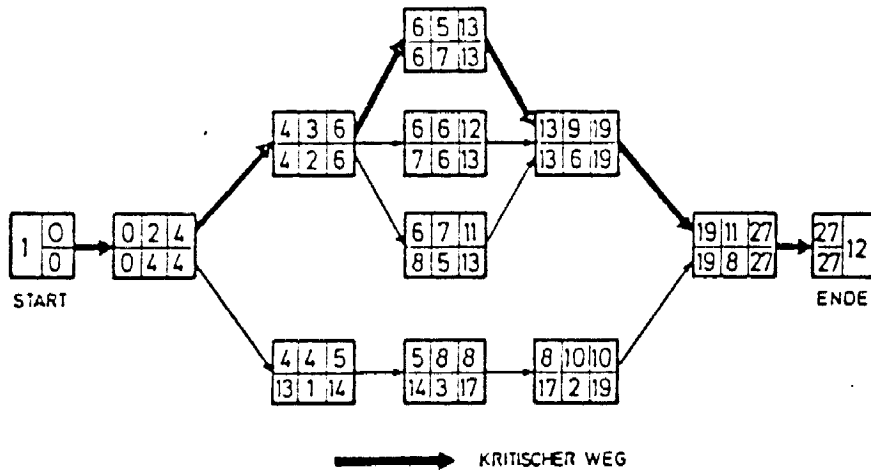
- 1) Da das Ende die Dauer Null besitzt und nur den Zeitpunkt der Beendigung des Gesamtvorhabens darstellt, ist sein spätester Anfang gleich dem frühesten Anfang, also 27 Zeiteinheiten, vom Start an gerechnet.
- 2) Vorgang 11 muß spätestens zum Zeitpunkt 27 beendet sein, soll er nicht das Ende hinauszögern. Daraus folgt $SEZ(11) = 27$ und $SAZ(11) = SEZ(11) - D(11) = 27 - 8 = 19$.
- 3) 9 hat nur den Nachfolger 11. Somit:
 $SEZ(9) = SAZ(11) = 19$, $SAZ(9) = SEZ(9) - D(9) = 13$.
- 4) Auf gleiche Weise rechnen wir die SEZ und SAZ von 5, 6 und 7 und tragen die Werte in unsere Kästchen ein.
- 5) Der Vorgang 3 muß spätestens zum Zeitpunkt SEZ(3) beendet sein. Keiner seiner Nachfolger darf verzögert werden.

Die spätesten Anfänge der Nachfolger von 3, der Vorgänge 5, 6 und 7, liegen zu den Zeitpunkten 6, 7 und 8.

Um keinen dieser drei Vorgänge zu verzögern, muß also Vorgang 3 spätestens 6 Zeiteinheiten nach Gesamtbeginn abgeschlossen sein.

Daraus folgt: $SEZ(3) = 6$ und $SAZ(3) = SEZ(3) - D(3) = 6 - 2 = 4$

Unser Netzplan sieht nun folgendermaßen aus:



2.3 Kritische Vorgänge, kritischer Weg

Uns fehlt noch eine wichtige Definition:

Vorgänge, die sich nicht verschieben lassen, ohne daß das Projektende verzögert wird, heißen kritische Vorgänge.

Die Folge aller kritischen Vorgänge heißt kritischer Weg.

Aus unserem Netzplan ist auf den ersten Blick zu ersehen, daß z.B. eine Verzögerung der Kolbenbeschaffung um 5 Zeiteinheiten keine Auswirkungen auf das Projektende hat, eine Verzögerung des Vorganges 5 (Kurbelwelle schleifen) jedoch schon.

Wir haben den kritischen Weg durch dicke Pfeile gekennzeichnet.

Beachten Sie:

Der kritische Weg führt über Vorgänge i , bei denen gilt:
 $FAZ(i) = FEZ(i)$ und $FEZ(i) = SEZ(i)$

Der kritische Weg ist der (zeit-)längste Weg in einem Netzplan, der vom Start zum Ziel führt.

Jeder Netzplan hat mindestens einen kritischen Weg vom Start zum Ziel.

2.4 Zusammenfassung der Schritte bei der Zeitberechnung

1. Beginn der Vorwärtsrechnung: $FAZ(\text{Start}) = 0$
2. Berechnung aller FAZ und FEZ
3. Wir setzen $SEZ(\text{Ziel}) = FEZ(\text{Ziel})$
4. Rückwärtsrechnung: Berechnung aller SEZ und SAZ
5. Kontrolle: $SAZ(\text{Start}) = 0$

3. Pufferzeiten

Für die Praxis ist neben der Ermittlung des kritischen Weges der zeitliche Spielraum der Vorgänge wichtig.

Diese zeitlichen Spielräume heißen Pufferzeiten.

Wir beschränken uns auf die wichtigste Pufferzeit, die Gesamtpufferzeit.

Sie ist folgendermaßen definiert:

Die Gesamtpufferzeit GP ist die größte Zeitspanne, um die man die Lage eines Vorgangs verschieben darf, ohne den Endtermin zu gefährden.

Aus der bisherigen Definition folgt:

$$GP(i) = SAZ(i) - FAZ(i)$$

Zu unserem EINFÜHRENDEN BEISPIEL:

Die Vorgänge 1, 2, 3, 5, 9, 11 und 12 liegen am kritischen Weg, ihre Pufferzeit ist daher jeweils 0.

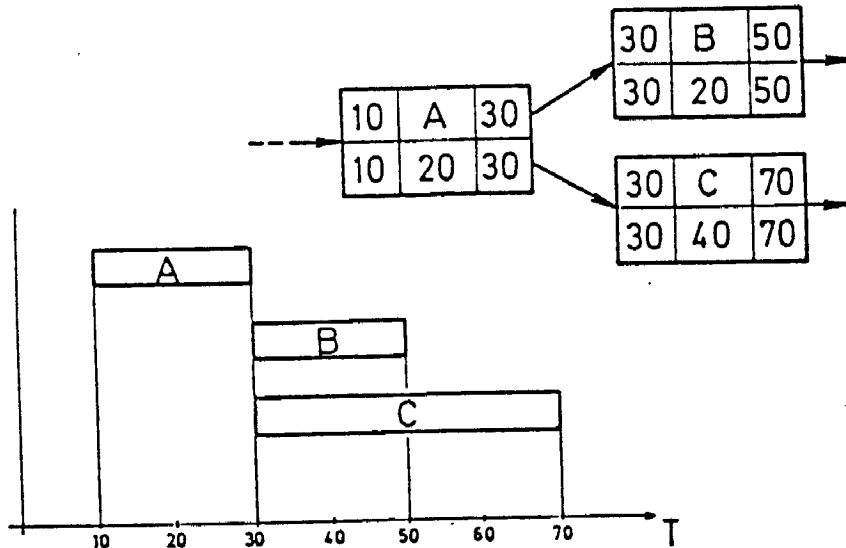
$$\begin{aligned} 6: \quad GP(6) &= SAZ(6) - FAZ(6) = 7 - 6 = 1 \\ 7: \quad GP(7) &= SAZ(7) - FAZ(7) = 8 - 6 = 2 \\ 4: \quad GP(4) &= SAZ(4) - FAZ(4) = 13 - 4 = 9 \\ 8: \quad GP(8) &= SAZ(8) - FAZ(8) = 14 - 5 = 9 \\ 10: \quad GP(10) &= SAZ(10) - FAZ(10) = 17 - 8 = 9 \end{aligned}$$

Der Werkstättenleiter bekommt meistens den Netzplan in Form einer Tabelle, z.B.:

VORGANG	DAUER	FAZ	FEZ	SAZ	SEZ	GP	
Anfang	0	0	0	0	0	0	K
Motor ausbauen	4	0	4	0	4	0	K
Kopf zerlegen	1	4	5	13	14	9	
Ventile schleifen	3	5	8	14	17	9	
- Kopf zusammenbauen	2	8	10	17	19	9	
Kurbelwelle, Kolben ausbauen	2	4	6	4	6	0	K
Kurbelwelle schleifen	7	6	13	6	13	0	K
Zylinder schleifen	6	6	12	7	13	1	
Lager ersetzen	5	6	11	8	13	2	
Motorblock zusammenbauen	6	13	19	13	19	0	K
Motor zuammen-und einbauen	8	19	27	19	27	0	K
Ende	0	27	27	27	27	0	K

4. Anordnungsbeziehungen

Wir haben uns bisher auf Netzpläne beschränkt, bei denen die Vorgänge durch Normalfolgen mit der Zeitdauer 0 verbunden waren, z.B.: (Darstellung im Netzplan und im Balkendiagramm):



In der Praxis kommen auch planmäßige Wartezeiten und Überlappungen von Vorgängen vor. Zu ihrer Beschreibung führen wir folgende Anordnungsbeziehungen ein:

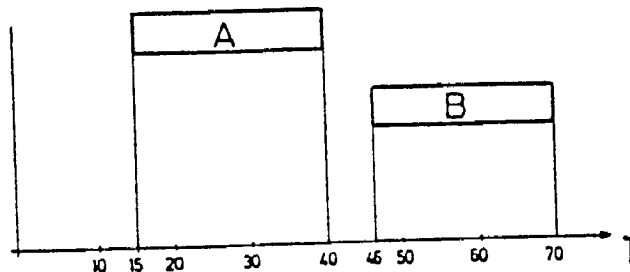
4.1 Ende - Anfang - Beziehung: Normalfolge

Mit Normalfolgen der Dauer 0 haben wir bereits gearbeitet.

Nun betrachten wir die zwei Vorgänge:

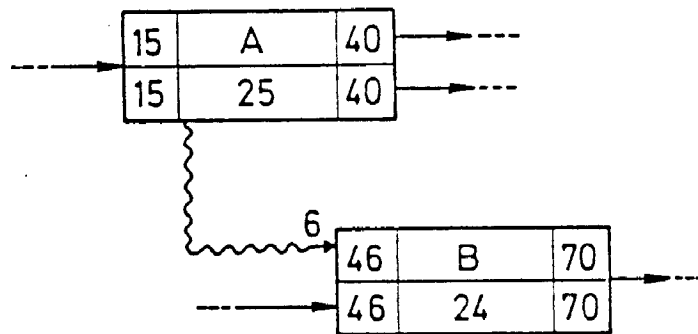
A: Schalen, Bewehren, Betonieren

B: Ausschalen

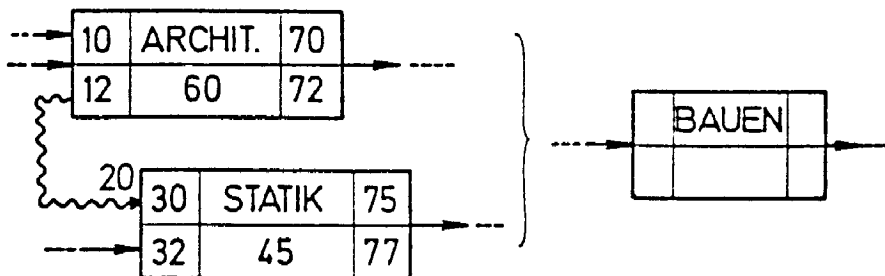


Aus dem Balkendiagramm ersehen wir, daß der Vorgang B erst 6 Einheiten nach dem Vorgang A beginnen darf. Die Ursache ist das Erhärten des Betons. Wir können einen Vorgang "Erhärten" einführen, der zwar Zeit, aber keine Hilfsmittel verbraucht und außerdem den Netzplan aufbläht und daher unübersichtlicher macht.

Besser können wir den Sachverhalt durch eine Ende- Anfang- Beziehung der Dauer 6 darstellen:



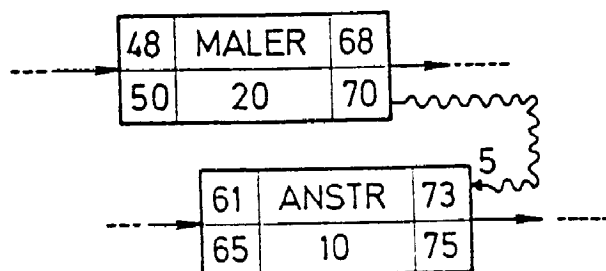
4.2 Anfang - Anfang - Beziehung: Anfangsfolge



Beachten Sie:

Der Statiker muß den ersten vollständigen Entwurf des Architekten abwarten !

4.3 Ende - Ende - Beziehung: Endfolge



Beachten Sie:

Maler und Anstreicher arbeiten üblicherweise parallel im selben Gebäude. Es gibt aber Stellen, an denen der Anstreicher erst arbeiten kann, wenn der Maler fertig ist, damit die Lackierungen nicht beschädigt werden.

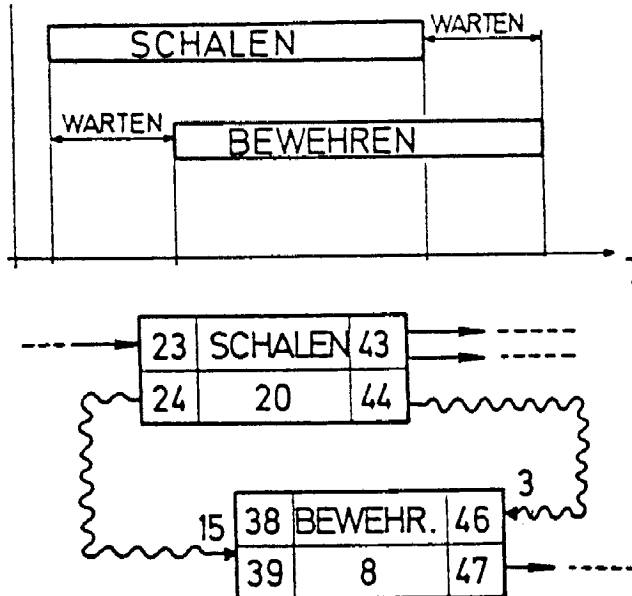
4.4 Anfang - Ende - Beziehung: Sprungfolge

Wir verzichten auf deren Anwendung.

Später zeigen wir, daß jede dieser vier Anordnungsbeziehungen z.B. durch Normalfolgen beschrieben werden kann.

4.5 Masche

Wir zeigen den Begriff Masche anhand der Vorgänge:
Schalen einer Säulenreihe,
Bewehren einer Säulenreihe.



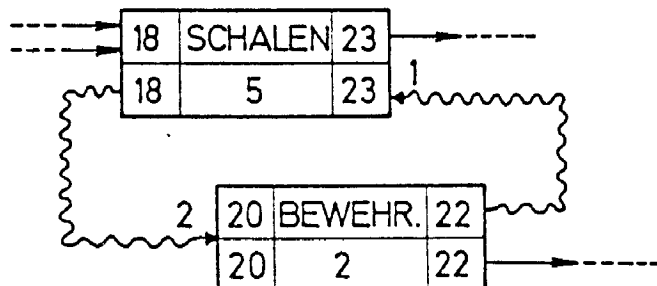
Es gilt die Maschenregel:

$$\text{Dauer(A)} + \text{Dauer der Endfolge(A,B)} \\ = \text{Dauer der Anfangsfolge(A,B)} + \text{Dauer(B)}$$

4.6 Kreisel

Beim Schalen und Bewehren einer dünnen Wand umfaßt der erste Vorgang den zweiten:

1. Schalung einer Längsseite und der beiden Schmalseiten.
2. Bewehrung wird gesenkt und befestigt.
3. Schalung der vierten Seite.



Es gilt:

$$\text{Dauer(A)} = \text{Dauer der Anfangsfolge(A,B)} + \text{Dauer(B)} \\ + \text{Dauer der Endfolge(B,A)}$$

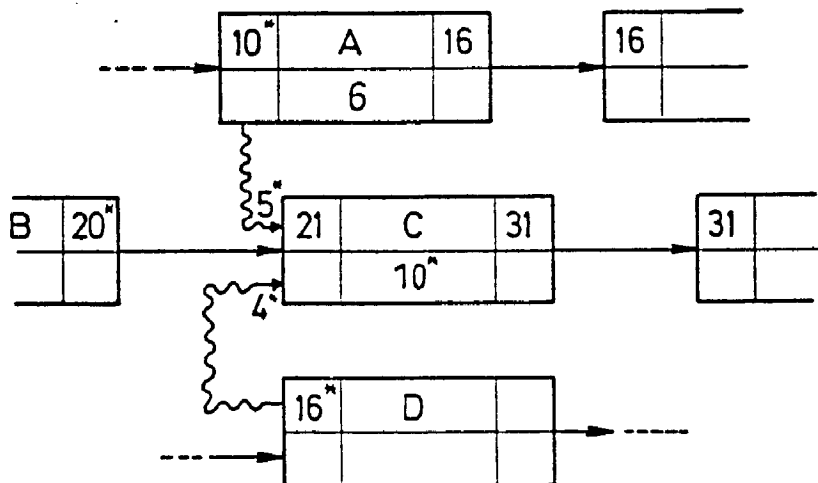
5. Erweiterte Zeitberechnung

5.1 Frühester Anfangszeitpunkt FAZ

Der früheste Anfangszeitpunkt eines Vorgangs ergibt sich als Maximum aller Zeitwerte folgender Art:

- * der frühesten Endzeitpunkte aller durch Normalfolgen verbundenen Vorgänger des Vorgangs;
- * der frühesten Zeitwerte (Anfang/Ende) der Ausgangspunkte aller zur Anfang-Seite des Vorgangs führenden AOB, vermehrt um den Zeitwert der jeweiligen AOB.

Dazu ein Beispiel (vorgegebene Zeitwerte sind mit einem Sternchen gekennzeichnet):



In der Anfang-Seite des Vorgangs C münden drei Pfeile.

Die Zeitwerte, die man den Pfeilspitzen zuordnen kann, ergeben sich zu:

1. Normalfolge 20 Zeiteinheiten (20 ZE)
2. obere AOB FEZ(A) + 5 ZE = 21 ZE
3. untere AOB FAZ(D) + 4 ZE = 20 ZE

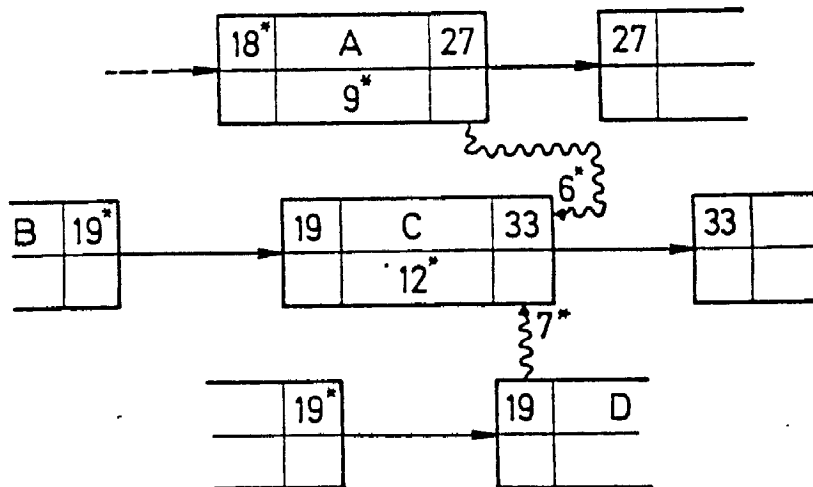
Somit: $FAZ(C) = \max(20, 21, 20) \text{ ZE} = 21 \text{ ZE}$
 und $FEZ(C) = FAZ(C) + D(C) = 31 \text{ ZE}$

5.2 Frühester Endzeitpunkt FEZ

Der früheste Endzeitpunkt eines Vorgangs ergibt sich als Maximum aller Zeitwerte folgender Art:

- * frühester Anfangszeitpunkt + Dauer des Vorgangs
- * der frühesten Zeitwerte (Anfang/Ende) der Ausgangspunkte aller zur End-Seite des Vorgangs führenden AOB, vermehrt um den Zeitwert der jeweiligen AOB.

Dazu ein Beispiel:



Es gilt für den Vorgang C:

1. $FAZ(C) + D(C) = (19 + 12) \text{ ZE} = 31 \text{ ZE}$
2. obere AOB: $FAZ(A) + 6 \text{ ZE} = (27 + 6) \text{ ZE} = 33 \text{ ZE}$
3. untere AOB: $FAZ(B) + 7 \text{ ZE} = (19 + 7) \text{ ZE} = 26 \text{ ZE}$

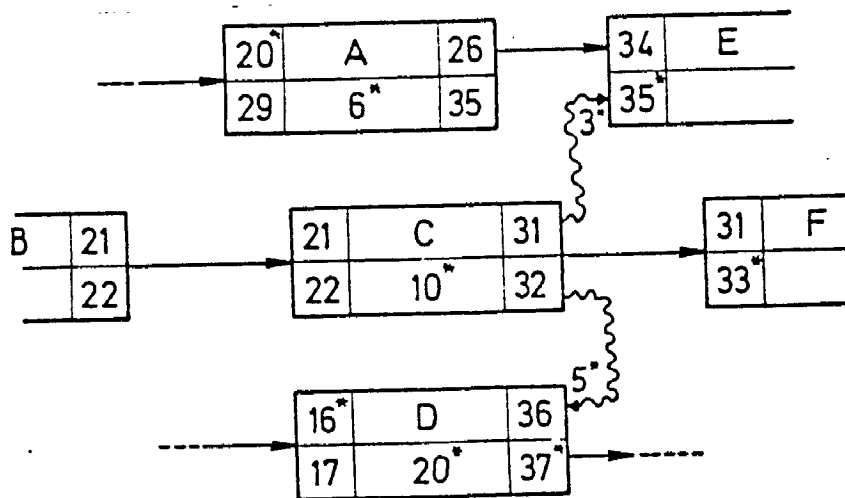
Somit: $FEZ(C) = \max(31, 33, 26) \text{ ZE} = 33 \text{ ZE}$.

5.3 Spätester Endzeitpunkt SEZ

Der späteste Endzeitpunkt eines Vorgangs ergibt sich als Minimum aller Zeitwerte folgender Art:

- * der spätesten Anfangszeitpunkte aller durch Normalfolgen verbundenen Nachfolger des Vorgangs;
- * der spätesten Zeitwerte der Zielpunkte (Anfang/Ende) aller von der End-Seite des Vorgangs wegführenden AOB, vermindert um den Zeitwert der jeweiligen AOB.

Dazu ein Beispiel:



Vom Ende von C gehen 3 Pfeile aus:

1. Normalfolge 33 ZE
2. obere AOB: (35 - 3)ZE = 32 ZE
3. untere AOB: (37 - 5)ZE = 32 ZE

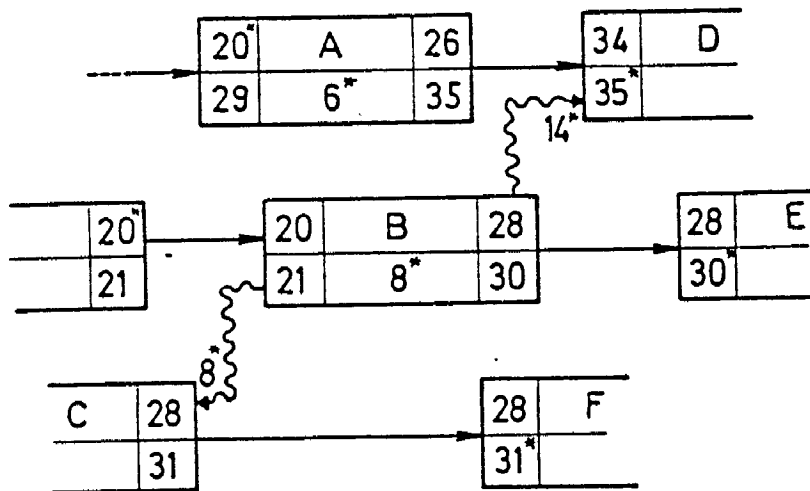
Das Ende von C muß so stattfinden, daß keiner der Nachfolger verzögert wird, daher gilt $SEZ(C) = \min(33, 32, 32)ZE = 32 ZE$.

5.4 Spätester Anfangszeitpunkt SAZ

Der späteste Anfangszeitpunkt eines Vorgangs ergibt sich als Minimum aller Zeitwerte folgender Art:

- * spätester Endzeitpunkt - Dauer des Vorgangs
- * der spätesten Zeitwerte der Zielpunkte (Anfang/Ende) aller von der Anfangsseite des Vorgangs wegführenden AOB, vermindert um den Zeitwert der jeweiligen AOB.

Dazu ein Beispiel:



Vom Anfang von B führen zwei AOB weg, die Anfangsfolge (BD) und die Sprungfolge (B,C).

Somit: NF: $SEZ(B) - D(B) = (30 - 8) ZE = 22 ZE$
 BD: $SAZ(D) - D(BD) = (35 - 14) ZE = 21 ZE$
 BC: $SEZ(C) - D(BC) = (31 - 8) ZE = 23 ZE$

Es gilt: $SAZ(B) = \min(22, 21, 23) ZE = 21 ZE$

6. BASIC - Programm

```

100 '           M P M      3           1. 2. 1987
110 '   aus dem im Verlag R.Oldenbourg erschienenen Buch
115 '   Blaha/Schärf: Programmiertraining BASIC, Band 3
116 '   =====
120 DEFINT A,E,I-L,N,P,Q,W,X,Z : MP=9.999999E+37 : MM=-MP
130 DIM D(100),VS(100),A(100),E(100),DA(100),FAZ(100),SEZ(100),
    NF(100),VG(100),Z(100),K(100)
140 AS="VORGANG           DAUER           FAZ FEZ           SAZ SEZ           GP"
    : BS="Ö           Ö           ###           ### ###           ### ###           "
    : CS="NR           VON           BIS           DAUER           ART"
    : DS="###           Ö           Ö           Ö           Ö           ###           ÖÖ"
200 '   EINLESEN DER DATEN
210 CLS : READ NS,VS(0),VS : N=1
    : PRINT : PRINT "MPM-NETZPLAN "NS
220 READ VS(N)
    : IF VS(N)<>"*" THEN READ D(N) : N=N+1 : GOTO 220
230 VS(N)=VS : D(0)=0 : D(N)=0
    : FOR I=1 TO N : NF(I)=0 : VG(I)=0 : NEXT I
    : NF(0)=1 : VG(N)=1
240 PRINT : PRINT "ANORDNUNGSBEZIEHUNGEN :" : PRINT CS : P=0
250 READ RS : IF RS<>"*" THEN P=P+1 : READ SS,DA,WS
    : PRINT USING DS:P:RS:SS:DA:WS : GOSUB 710
    : ON 1+INSTR("EAAEE",WS) GOSUB 650 ,610 ,620 ,640 ,630
    : GOTO 250
260 GOSUB 750 : IF Q=0 THEN 540
300 '   VORWÄRTSRECHNUNG
310 FAZ(0)=0 : FOR I=1 TO N : FAZ(I)=MM : NEXT I
    : K=1 : K1=0 : Q=0
320 M=FAZ(A(K))+D(A(K))+DA(K)
    : IF FAZ(E(K))<M THEN FAZ(E(K))=M : K1=1 : GOSUB 905
    : IF Q=0 THEN 540
330 IF K<P THEN K=K+1 : GOTO 320 ELSE
    IF K1 THEN K=1 : K1=0 : GOTO 320
400 '   RUECKWAERTSRECHNUNG
410 SEZ(N)=FAZ(N) : FOR I=0 TO N-1 : SEZ(I)=MP : NEXT I
    : K=P : K1=0
420 M=SEZ(E(K))-D(E(K))-DA(K)
    : IF SEZ(A(K))>M THEN SEZ(A(K))=M : K1=1
430 IF K>1 THEN K=K-1 : GOTO 420 ELSE IF K1 THEN K=P : K1=0 : GOTO
500 '   TABELLE
510 PRINT : PRINT AS
520 FOR I=0 TO N : GP=SEZ(I)-FAZ(I)-D(I)
    : PRINT USING BS:VS(I),D(I),FAZ(I),FAZ(I)+D(I),SEZ(I)-D(I),SEZ(I),
    : IF GP=0 THEN PRINT "K" ELSE PRINT
530 NEXT I
540 PRINT : PRINT STRINGS(51,"*") : PRINT
550 IF INKEYS="" THEN 550 ELSE 210
600 '   REDUZIERUNG AUF EA-BEZIEHUNGEN
610 DA(P)=DA : RETURN
620 DA(P)=DA-D(A(P)) : RETURN
630 DA(P)=DA-D(E(P)) : RETURN
640 DA(P)=DA-DA(A(P))-D(E(P)) : RETURN
650 PRINT "SCHREIBFEHLER : "CHR$(34);WS;CHR$(34) : STOP

```

```

700 ' VERSCHLUESSELUNG DER ANORDNUNGSBEZIEHUNGEN
710 M=0 : I=0
720 IF RS=VS(I) THEN A(P)=I : M=M+1 ELSE
      IF SS=VS(I) THEN E(P)=I : M=M+1
730 IF M=2 THEN NF(E(P))=1 : VG(A(P))=1 : RETURN ELSE
      IF I<N THEN I=I+1 : GOTO 720
740 PRINT "VORGANG NICHT GEFUNDEN : "RS","SS : STOP
750 Q=1
760 FOR I=0 TO N
      : IF NF(I)=0 THEN PRINT VS(I)" HAT KEINEN NACHFOLGER !" : Q=0
770 IF VG(I)=0 THEN PRINT VS(I)" HAT KEINEN VORGÄNGER !" : Q=0
900 ' ZYKLEN
905 IF Q=100 THEN Q=1 ELSE Q=Q+1
910 Z(Q)=K : X1=2
915 IF X1>Q/2 THEN RETURN ELSE Y=Q-X1 : X=0
920 IF Z(Q-X)<>Z(Y-X) THEN X1=X1+1 : GOTO 915
925 X=X+1 : IF X<X1 THEN 920 ELSE I=1 : K(1)=Y+1
930 I=I+1 : K(I)=K(I-1)+1
935 IF K(I)>Q THEN I=I-1 : K(I)=K(I)+1 : IF I>1 THEN 935 ELSE
      IF K(1)<Q THEN 930 ELSE RETURN
940 IF E(Z(K(I-1)))<>A(Z(K(I))) THEN K(I)=K(I)+1 : GOTO 935
945 IF E(Z(K(I)))<>A(Z(K(1))) THEN 930
950 PRINT : PRINT "DIE ANORDNUNGSBEZIEHUNGEN : ";
      : FOR L=1 TO I : PRINT Z(K(L)); : NEXT L : PRINT : PRINT
      "BILDEN EINEN N I C H T REALISIERBAREN ZYKLUS !" : Q=0 : RETURN
1000 DATA "EINFÜHRENDES BEISPIEL", S,Z, 2,4, 4,1, 8,3, 10,2, 3,2
1001 DATA 5,7, 6,6, 7,5, 9,6, 11,8, "*"
1010 DATA S,2,0,EA, 2,4,0,EA, 4,3,0,EA, 8,10,0,EA, 2,3,0,EA, 3,5,0,EA
1011 DATA 3,6,0,EA, 3,7,0,EA, 5,9,0,EA, 6,9,0,EA, 7,9,0,EA
1012 DATA 9,11,0,EA, 10,11,0,EA, 11,2,0,EA, "*"
1200 DATA "ERWEITERTES BEISPIEL", S,Z, 2,4, 4,1, 8,3, 10,2, 3,2
1201 DATA 5,7, 6,6, 7,5, 9,6, 11,8, "*"
1210 DATA S,2,0,EA, 2,4,0,EA, 4,8,0,EA, 8,10,0,EA, 2,3,0,EA, 3,5,0,EA
1211 DATA 3,6,0,EA, 3,7,0,EA, 5,9,0,EA, 6,9,0,EA, 7,9,0,EA
1212 DATA 9,11,0,EA, 10,11,0,EA, 11,2,0,EA
1213 DATA 5,6,2,EA, 4,7,3,AA, 9,10,7,EE, "*"

```

Zur Erstellung der DATA-Zeilen:

1. Name des Netzplans, von "Start" und "Ziel"
2. Bezeichnung und Dauer der weiteren Vorgänge in beliebiger Reihenfolge
3. * bezeichnet das Ende der Eingabe der Vorgänge
4. Anordnungsbeziehungen in beliebiger Reihenfolge:
 - Anfangspunkt, Endpunkt, Dauer, Art
 - Art: A steht für Anfang, E steht für Ende
 - * bezeichnet das Ende der Eingabe der AOB