

MINISTERRAT DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK
MINISTERIUM FÜR VOLKSBIILDUNG

**Pläne für den fakultativen
mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht
in der Erweiterten Oberschule**

Lehrgang Einführung in die Netzplantechnik

MINISTERRAT DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK
Ministerium für Volksbildung

Pläne für den fakultativen
mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht
in der Erweiterten Oberschule

Lehrgang Einführung in die Netzplantechnik

Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin . 1971

ES 10 C · Bestell-Nr. 20 30 18-2 · Lizenz Nr. 203/1000/71 (UN)
Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin
Druck: H. Wirsig KG, Berlin

Lehrgang Einführung in die Netzplantechnik

Der Plan für den fakultativen Unterricht
in der Erweiterten Oberschule
Lehrgang Einführung in die Netzplantechnik
tritt am 1. September 1971 in Kraft

Berlin, Februar 1971

Ministerium für Volksbildung
D i e t z e l
Stellvertreter des Ministers

Lehrgang Einführung in die Netzplantechnik

25 Stunden

Vorbemerkungen

In diesem Lehrgang werden die Schüler in einige Grundlagen der Netzplantechnik eingeführt. Ihnen ist deutlich zu machen, daß die Netzplantechnik als ein Instrument wissenschaftlicher Führungstätigkeit Bestandteil der marxistisch-leninistischen Organisationswissenschaft ist.

Die Schüler lernen Prozesse des gesellschaftlichen Lebens aus ihrem Lebens- und Erfahrungsbereich rationell mit Hilfe von Balkendiagrammen und einfachen Netzplänen zu modellieren und auf diese Weise deren Durchführung zu planen, vorzubereiten und zu kontrollieren.

Durch die Befähigung der Schüler, geplante Prozesse mittels ausgewählter Methoden der Netzplantechnik übersichtlich sowie in ihrer zeitlichen Folge und Abhängigkeit in einem Netzplan darzustellen, werden sie auf die geistige Durchdringung der Phase der Planung und Vorbereitung von Tätigkeiten gelenkt und in die Lage versetzt, diese optimal zu gestalten. Im Ergebnis des Lehrgangs sollen die Schüler die Netzplantechnik als wichtiges und unentbehrliches Instrument bei der Planung, Organisation und Kontrolle der Tätigkeit sozialistischer Kollektive begreifen. Sie sollen zu der Erkenntnis geführt werden, daß es bei Anwendung wissenschaftlicher Methoden der Planung und Kontrolle komplexer Vorhaben mit einer Vielzahl schwer überschaubarer Teilprozesse möglich ist, die in ihrer wechselseitigen Abhängigkeit und Verflechtung und in ihrer zeitlichen Folge übersichtlich darzustellen und den Prozeß der Realisierung zu kontrollieren.

Den Schülern ist einsichtig zu machen, daß mit der Netzplantechnik durch grafische Analysen und mathematische Berechnung für die Werktätigen in den sozialistischen Betrieben und anderen gesellschaftlichen Bereichen ständig neue Möglichkeiten nachgewiesen werden können, damit sie ihre Arbeit produktiver und nutzbringender leisten können, die Initiative der Werktätigen somit voll genutzt und auf Schwerpunkte im Ablauf gesellschaftlicher Prozesse gelenkt werden kann. Die Schüler sollen ferner zu der Einsicht geführt werden, daß die Anwendung der Netzplantechnik

hilft, eine hohe Qualität der sozialistischen Wissenschafts- und Wirtschaftsorganisation zu erreichen und die Netzplantechnik somit der Verwirklichung des Gesetzes der Ökonomie der Zeit dient.

Der Lehrgang stützt sich auf die Kenntnisse und Erfahrungen der Schüler aus ihrer gesellschaftlichen Tätigkeit, aktualisiert bestimmte mathematische Kenntnisse und Gesetzmäßigkeiten und vertieft und verbreitert die Kenntnisse und Erfahrungen der Schüler bei der grafischen Darstellung von Prozessen und Zusammenhängen im mathematischen, naturwissenschaftlichen und polytechnischen Unterricht. Im Mittelpunkt des Lehrgangs steht die praktische Schülerübung, damit eine enge Verbindung von Theorie und Praxis, von Lernen und Arbeiten der Schüler hergestellt wird. Die erforderlichen Wissens Elemente sind den Schülern auf der Grundlage praktischer Tätigkeit im Prozeß der schrittweisen Befähigung und fortschreitenden Erkenntnisbildung zu vermitteln.

Der Lehrgang ist so aufgebaut, daß den Schülern ohne umfassende theoretische Einführung in das Wesen der Netzplantechnik durch Schaffen einer Problemsituation bewußt wird, warum Planungen kollektiver Vorhaben in traditioneller Weise meist unüberschaubar und somit verbesserungswürdig sind. Ausgehend von einer realen oder denkbaren Planung eines Vorhabens der Schüler im gesellschaftlichen Bereich, die nur verbal gekennzeichnet sein soll, werden die Schüler dazu geführt, diese Planung als Balkendiagramm auszuführen. Bei diesem ersten Arbeitsschritt sind noch keine Begriffe der Netzplantechnik einzuführen.

Die Einführung der Schüler in die Arbeit mit einfachen Netzplänen erfolgt in zwei Arbeitsschritten.

Im ersten Arbeitsschritt (zweite Stoffeinheit) sollen die Schüler anhand ausgewählter Grundelemente der Netzplantechnik und wichtiger Grundregeln ihrer Verknüpfung befähigt werden, Netzpläne grafisch darzustellen und dabei eine gewisse Sicherheit erlangen. In diesem Zusammenhang kommt der Darstellung gleichzeitig ablaufender Vorgänge und dem Erkennen ihrer wechselseitigen Abhängigkeit im Netzplan besondere Bedeutung zu. Der im Ergebnis dieses Arbeitsschrittes von den Schülern zu erarbeitende Netzplan soll ein determiniertes Modell mit eindeutig bestimmbarer Dauer der einzelnen Vorgänge sein; er ist im höchsten Arbeitsschritt durch

Zeitberechnungen zu vervollständigen.

Im zweiten Arbeitsschritt (dritte Stoffeinheit) werden die Schüler in den mathematischen Teil des Netzplanes eingeführt. Da ein determiniertes Modell zugrunde zu legen ist, können den Schülern die für stochastische Modelle erforderlichen drei Zeitschätzungen, die Berechnung der Erwartungswerte für die Dauer der Vorgänge und der Varianz als Maß der Unsicherheit der Zeitschätzungen informativ an einem angenommenen Beispiel demonstriert werden. Im Mittelpunkt der Stoffeinheit stehen jedoch die Berechnungen der frühesten Anfangstermine, der spätesten Endtermine und der Pufferzeiten als Voraussetzungen zur Ermittlung des kritischen Weges, dessen dominierende Bedeutung den Schülern bewußtzumachen ist.

Für die Balkendiagramme und die Einfachen Netzpläne sind praxisverbundene Prozeßabläufe bzw. Planungsvorhaben aus dem Leben und dem Erfahrungsbereich der Schüler auszuwählen, wie zum Beispiel:

- Darstellungen vom Ablauf eines Sportfestes, einer betrieblichen Feier oder einer Kulturveranstaltung
- Prozeß der Planung, Vorbereitung und Durchführung von FDJ-Veranstaltungen, Exkursionen in den Betrieb oder Wanderungen
- Prozeßdarstellung von Vorhaben der wissenschaftlich-praktischen Arbeit oder der Betriebspraktika der Schüler bzw. betrieblichen Arbeitsprozesse.

Bei der Auswahl der Vorhaben ist zu beachten, daß diese gleichzeitig ablaufende Vorgänge zum Inhalt haben.

Der Lehrgang wird mit einem kurzen Ausblick auf die gesellschaftliche Bedeutung und die Anwendungsbereiche der Netzplantechnik abgeschlossen.

Zur Information für den Lehrer ist ein Beispiel für die Darstellung eines Netzplanes als Anhang beigelegt.

In diesem Lehrgang sind Definitionen, Begriffe und Kurzzeichen der Netzplantechnik nach TGL 22 879 vom März 1968 zu verwenden.

Thematische Übersicht

1. Die Anwendung von Balkendiagrammen für die Ablauf- und Zeitplanung (4 Stunden)
2. Grundlagen einfacher Netzplandarstellungen (8 Stunden)
3. Zeitberechnung der Vorgänge und Ermitteln des kritischen Weges in Netzplänen (12 Stunden)
4. Ausblick auf die gesellschaftliche Bedeutung und die Anwendungsbereiche der Netzplantechnik (1 Stunde)

Die in Klammern gesetzten Zahlen sind als Richtwerte aufzufassen.

1. Die Anwendung von Balkendiagrammen für die Ablauf- und Zeitplanung

(4 Stunden)

In dieser Stoffeinheit sollen die Schüler in die Lage versetzt werden, eine relativ übersichtliche gesellschaftliche Tätigkeit ihres Lebens- und Erfahrungsbereiches vorausschauend zu planen und den zeitlichen Ablauf eines solchen Prozesses grafisch darzustellen. Sie sollen, von der Zielstellung der Tätigkeit ausgehend, die Planung des Gesamtvorhabens in Teilprozesse zerlegen und diese Teilaufgaben den entsprechenden Beginn- und Endterminen zuordnen.

Im Ergebnis ihrer Tätigkeit ist ihnen bewußt zu machen, daß Balkendiagramme oder Balkengrafiken eine anschauliche Gesamtübersicht des Ablaufs komplexer Prozesse vermitteln, die eine exakte Einhaltung und Kontrolle einzelner Teilprozesse ermöglichen und somit zu einem guten Gelingen der geplanten Veranstaltung beitragen können.

Inhaltliche Schwerpunkte

- Notwendigkeit und Zweckmäßigkeit grafischer Darstellungen für die Planung und Vorbereitung bzw. Kontrolle und Durchführung von gesellschaftlichen Tätigkeiten, von Lern- und Arbeitsprozessen
- Balkendiagramme als grafische Darstellungen des zeitlichen Ablaufs von Prozessen; grafische Darstellung der Zeitdauer jeder Teilaufgabe bzw. jedes Vorganges in Balkenform
- Zerlegen des Gesamtvorhabens in abgrenzbare Teilprozesse und deren tabellarische Erfassung
- Festlegen der Aufeinanderfolge und Vorausbestimmung (Schätzung) der Zeitdauer der einzelnen Teilprozesse sowie deren maßstabgerechte Zuordnung zu den Teilprozessen in Balkenform
- Vorteile des Balkendiagrammes:
 - . Große Anschaulichkeit durch geometrische Darstellung
 - . Möglichkeit relativ einfacher Soll - Ist - Vergleiche

Nachteile des Balkendiagramms:

- . Kein Überblick über die gesamte Struktur des Vorhabens
- . Keine Kennzeichnung der Abhängigkeiten der Teilaufgaben voneinander
- . Unmittelbares Verbundensein der Ablauf- und Zeitplanung
- . Keine Hinweise auf besonders gefährdete Vorgänge.

Hinweise

Als Ausgangspunkt für die Erarbeitung von Balkendiagrammen sollte ein reales gesellschaftliches Vorhaben der Schüler ausgewählt werden. Als motivierende Hinlenkung zum neuen Unterrichtsgegenstand Netzplantechnik kann auf der Grundlage einer verbal dargestellten Vorplanung eines Vorhabens die Problemstellung entwickelt werden, eine besser zu überschauende Darstellungsweise für die Planung dieses Vorhabens zu entwickeln. Es ist auch möglich, die Schüler ein vorbereitetes Balkendiagramm mit der verbal dargestellten Planung vergleichen und werten zu lassen. Die Schüler sollen dabei die Vorteile des Balkendiagramms und einige Wesensmerkmale erkennen und entwickeln. Danach erarbeiten sie selbständig ein weiteres Balkendiagramm für ein weiteres Vorhaben.

Mit der Erörterung der Vor- und Nachteile des Balkendiagramms soll abschließend zur Behandlung der Grundlagen einfacher Netzplandarstellungen übergeleitet werden.

2. Grundlagen einfacher Netzplandarstellungen

(8 Stunden)

In dieser Stoffeinheit werden die Schüler mit ausgewählten Grundelementen der Netzplantechnik sowie deren Verknüpfung in einfachen Netzplänen vertrautgemacht. Die bei der Erarbeitung von Balkendiagrammen von den Schülern vollzogenen geistigen Prozesse werden von ihnen hier auf einer höheren Abstraktionsstufe wiederholt.

Durch die Beschränkung auf die Grundelemente Ereignis, Vorgang, Scheinvorgang, Startereignis, Zielereignis und deren Verknüpfung in Netzplänen soll erreicht werden, daß die Schüler in wichtige Grundregeln der Netzplandarstellung eingeführt werden können und diese sicher anwenden lernen.

Inhaltliche Schwerpunkte

- Netzpläne als grafische Darstellungen komplexer Arbeitsabläufe oder Prozesse mit Vorgängen, Scheinvorgängen und Ereignissen in logischer Reihenfolge mit nur einem Startereignis und einem Zielereignis
- Vorgänge als zeitbeanspruchende Geschehen mit definierbarem Anfang und Ende (A, B, ..)
- Ereignis als zeitlicher Augenblick des Beginns oder der Beendigung von Vorgängen (1, 2 ..)
- Scheinvorgang als Ausdruck der Abhängigkeit des Beginns eines Vorganges von der Beendigung eines anderen Vorganges
- Startereignis als Ereignis ohne Vorereignis
- Zielereignis als Ereignis ohne Nachereignis
- Notwendigkeit und Funktion der Strukturanalyse; Erarbeiten der Vorgangsliste und wichtige Bestimmung der Abhängigkeiten zwischen den Vorgängen:

vorausgehende Vorgänge	betrachtete Vorgänge	nachfolgende Vorgänge	gleichzeitig ablaufende Vorgänge
------------------------	----------------------	-----------------------	----------------------------------

- Grundregeln der Verknüpfung der Grundelemente im Netzplan:
 - . Beginn und Ende jedes Vorganges bei einem Ereignis

- . Vollständige Beendigung aller auf ein Ereignis treffender Vorgänge als Voraussetzung für den Beginn neuer Vorgänge
 - . Unzulässigkeit zyklischer Anordnung von Vorgängen
 - . Verbindung von zwei Ereignissen durch nur einen Vorgang
 - . Annähernd gleiche Pfeillänge bei allen Vorgängen
- Vorteile der Netzplandarstellungen von gesellschaftlichen Tätigkeiten und Prozessen: Vermittlung eines höheren Informationsgehaltes durch die Netzplandarstellung für die Planung als bei herkömmlicher Methoden einschließlich der Balkengrafik.

Hinweise

Die zu vermittelnden Grundelemente im Netzplan sollen den Schülern als Verallgemeinerung der ihnen von der Erarbeitung der Balkendiagramme bekannten Elemente bewußt gemacht werden. Deshalb ist es auch zweckmäßig, für die Erarbeitung einfacher erster Netzplandarstellungen von den gleichen Beispielen auszugehen, die den Balkengrafiken zugrunde lagen.

Erst nach Erreichen einer relativen Sicherheit der Schüler in der Darstellung der Grundelemente in ihren einfachsten Verknüpfungen soll besonders durch Einfügen gleichzeitiger Vorgänge und Bestimmung deren Abhängigkeiten voneinander der Schwierigkeitsgrad gesteigert werden, um die Grundregeln des Verknüpfens der Grundelemente vollständig abarbeiten lassen zu können. In diesem Zusammenhang sind die Schüler in das Wesen und in die Handhabung der Strukturanalyse einzuführen und in die Lage zu versetzen, Vorgangslisten zu erarbeiten.

Es wird empfohlen, den abschließend von den Schülern zu erarbeitenden Netzplan in den Details bereits so anlegen zu lassen, daß er in der nächsten Stoffeinheit unmittelbar zur Vervollständigung durch Zeitberechnungen verwendet werden kann.

Als Übung und Grundlage für die nächste Stoffeinheit, bei der die Schüler diese Grundregeln im Komplex anwenden sollen, ist unbedingt die Netzplandarstellung eines Prozesses mit mehreren gleichzeitig ablaufenden Vorgängen auszuwählen. An den im Ergebnis der Übung zu erwartenden individuell variablen Netzplandarstellungen soll den Schülern deutlich gemacht werden, daß zwar für jedes

Vorhaben unterschiedliche Netzpläne möglich sind, aber nur wenige eine optimale, d.h. eine exakte und reibungslose Abwicklung eines anspruchsvollen Vorhabens gewährleisten können.

3. Zeitplanung der Vorgänge und Ermittlung des kritischen Weges in Netzplänen

(12 Stunden)

In dieser Stoffeinheit werden die Schüler mit einfachen Formen der Zeitberechnung in Netzplänen als determinierten Modellen vertrautgemacht. Verfahren zur Zeitschätzung, zur Ermittlung des Erwartungswertes der Zufallsgröße der Vorgänge und der Varianz mittels mathematisch-statistischer Methoden werden den Schülern nur an einem Beispiel als Grundlage für die Zeitberechnung in stochastischen Modellen demonstriert.

Besonderer Wert ist auf das Bestimmen des kritischen Weges und das Erkennen seiner Bedeutung für das Gelingen des Gesamtvorhabens zu legen. Die Schüler sind zu veranlassen, auf der Grundlage des ermittelten kritischen Weges Schlußfolgerungen zu ziehen bzw. Maßnahmen für die Leitungs- und Organisationstätigkeit zur Sicherung der termingerechten Realisierung des Vorhabens vorzuschlagen.

Inhaltliche Schwerpunkte

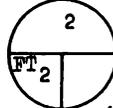
- Eindeutige Bestimmtheit der Dauer (D) der Vorgänge bei determinierten Netzplanmodellen
- Keine genaue Angabe über die Dauer der Vorgänge bei stochastischen Modellen
- [- Ermittlung der Dauer der einzelnen Vorgänge bei stochastischen Modellen durch drei Zeitschätzungen:
 - . Optimistische Dauer als Zeitaufwand unter besonders günstigen Umständen (OD)
 - . Wahrscheinlichste Dauer als Vorgangsdauer unter normalen Umständen (WD)
 - . Pessimistische Dauer als Dauer eines Vorganges unter besonders ungünstigen Umständen (PD)
- Berechnung der Erwartungswerte (E) der Zufallsgrößen der Vorgänge aus den drei Schätzungen der Zeitdauer nach der Formel
$$E = \frac{OD + 4 \cdot WD + PD}{6}$$

- Varianz als Maß der Unsicherheit der Zeitschätzungen;

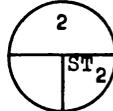
Berechnung der Varianz (V) nach der Formel: $V = \left(\frac{PD - OD}{6} \right)^2$;

Überprüfung bzw. Wiederholung der drei Zeitschätzungen bei großen Varianzen (je größer die Varianz, je größer die Unsicherheit)]

- Eintragen der Dauer der Vorgänge in den Netzplan
- Berechnung der frühesten Anfangstermine (FT₁) für das Eintreten eines Ereignisses durch Vorwärtsrechnung vom Startereignis und Übertragen in den Netzplan



- Berechnung der spätesten Endtermine (ST₁) für das Eintreten eines Ereignisses durch Rückwärtsrechnung vom Zielereignis und Übertragung in den Netzplan



- Pufferzeit (P) als Differenz zwischen frühestem Anfangstermin und spätestem Endtermin: $P = ST - FT$
- Tabellarische Erfassung der Ereignisse und Pufferzeiten:

Ereignis Nr.	Pufferzeit
E ₁	P ₁
E ₂	P ₂
.	.
.	.

- Kritisches Ereignis als Ereignis mit der Pufferzeit Null oder negativer Pufferzeit
- Kritischer Weg als Folge kritischer Ereignisse
- Ermitteln und Kennzeichnen des kritischen Weges im Netzplan; Ziehen von Schlussfolgerungen und Festlegen von Maßnahmen unter besonderer Berücksichtigung des kritischen Weges.

Hinweise

Das im Ergebnis der vorangegangenen Stoffeinheit mit allen Vorgängen und Ereignissen als Netzplan dargestellte Vorhaben wird jetzt durch Zeitberechnungen vervollständigt und auf dieser Grundlage der kritische Weg ermittelt.

Neben der richtigen Berechnung der frühesten Anfangstermine und der spätesten Endtermine durch die Schüler als Voraussetzung für die Ermittlung der Pufferzeiten und damit des kritischen Weges (oder mehrerer kritischer Wege) kommt es darauf an, daß die Schüler in diesem Prozeß geistig immer tiefer in den Netzplan eindringen.

Den Schwerpunkt der Stoffeinheit bildet die Diskussion der Pufferzeiten und des kritischen Weges. Insbesondere bei Auftreten negativer Pufferzeiten sind den Schülern Impulse zu vermitteln, wie kritische Ereignisse durch besondere Maßnahmen, wie Umgruppierungen oder zusätzliche Gewinnung von Helfern bzw. Veränderungen im Netzplan gesichert werden können.

Die für stochastische Netzplanmodelle erforderlichen drei Zeitschätzungen, die Berechnung der Erwartungswerte und der Varianzen als Maß der Unsicherheit der Zeitschätzungen (die in eckige Klammern [] gesetzten inhaltlichen Schwerpunkte) können auch erst am Schluß der Stoffeinheit als wissenschaftliche Methoden für Zeitschätzungen bei Vorgängen ohne eindeutig bestimmbarer Dauer erläutert bzw. rechnerisch demonstriert werden.

4. Ausblick auf die gesellschaftliche Bedeutung und die Anwendungsgebiete der Netzplantechnik

(1 Stunde)

In dieser Stoffeinheit erfolgt in einer kurzen abschließenden Betrachtung eine Wertung der Netzplantechnik und ihre Einordnung in die marxistisch-leninistische Organisationswissenschaft. Den Schülern soll an einigen Beispielen deutlich gemacht werden, wie durch die Nutzung der Ergebnisse der Netzplantechnik ursprünglich geplante Arbeitsaufwendungen wesentlich reduziert, Kosten gesenkt und günstige Termine für die Fertigstellung komplexer Investitionsvorhaben errechnet und realisiert werden können. Daran sollen die Schüler erkennen, warum eine Vielzahl betrieblicher und gesamtwirtschaftlicher Aufgaben nur noch mittels der Netzplantechnik mit hohem volkswirtschaftlichem Nutzen gelöst werden kann.

Es soll ihnen ferner erläutert werden, daß die Netzplantechnik in enger Verbindung mit anderen Methoden der Operationsforschung steht. Alle diese Methoden sind Instrumente wissenschaftlicher Führungstätigkeit, deren Anwendung die Qualität der sozialistischen Wirtschaftsführung hebt und die auf einen höheren Effekt des Zeitfaktors der gesellschaftlichen Arbeit gerichtet ist.

Literatur für den Lehrer:

Studieneinführung für die Seminare zum Studium der marxistisch-leninistischen Organisationswissenschaft.

Herausgegeben von der Abteilung Propaganda des ZK der SED.
Dietz Verlag, Berlin 1970, Heft 2, S. 165 - 180.

Horst Götzke: Netzplantechnik, Theorie und Praxis.
VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1969.

Lothar Wunderlich: Netzplantechnik für den Leiter.
Dietz Verlag, Berlin 1969, S. 5 - 39, 66 - 73.

TGL 22 879, Netzplantechnik. Entwurf März 1968.

Programmierte Einführung in PERT, 3. unveränderte Auflage.
Lizenzausgabe Verlag Die Wirtschaft, Berlin 1968.

A n h a n g

Beispiele für die Darstellung eines Netzplanes +)

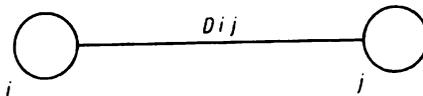
Bevor man mit der Liste der Grafik beginnt, empfiehlt es sich, eine Liste aller Vorgänge aufzustellen. Hierbei ergibt sich der Umfang des Netzplanes. Die Liste beinhaltet die Bezeichnung der Vorgänge (Teilprozesse) und die Dauer (Zeitbedarf) der Vorgänge.

Nach Aufstellung der Vorgangliste sind für jeden Vorgang folgende Fragen zu beantworten:

1. Welcher Vorgang muß vor Beginn des untersuchten Vorgangs abgeschlossen sein?
2. Welche Vorgänge können gleichzeitig durchgeführt werden?
3. Welche Vorgänge können erst nach Abschluß des untersuchten Vorganges begonnen werden?

Wenn diese drei Fragen beantwortet sind, kann die eigentliche Aufstellung des Netzplanes erfolgen. Im allgemeinen entsteht dabei ein vorläufiger Netzplan, der ergänzt und überarbeitet werden muß, bis eine endgültige Lösung mit den richtigen Abhängigkeiten gefunden ist.

Die Ereignisse werden numeriert, so daß jeder Vorgang allgemein mit einem Ziffern paar (i nach j) gekennzeichnet werden kann, dessen erste Ziffer



dem Ereignis am Anfang des Vorganges und dessen zweite Ziffer dem Ereignis am Ende des Vorganges entspricht. Die Möglichkeiten der Numerierung sind programmabhängig.

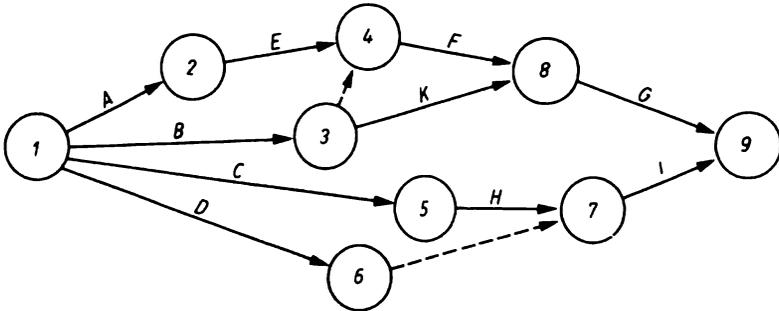
Die Zeit von Ereignis i nach Ereignis j ist die Dauer D des Vorganges, bezeichnet mit D_{ij} .

Von einem Ereignis können mehrere Vorgänge abgehen bzw. zu ihm hinführen.

Ist ein Ereignis das Ergebnis mehrerer Vorgänge, so gilt dieses erst nach Abschluß des letzten Vorganges als eingetreten und zuvor kann kein neuer Vorgang beginnen.

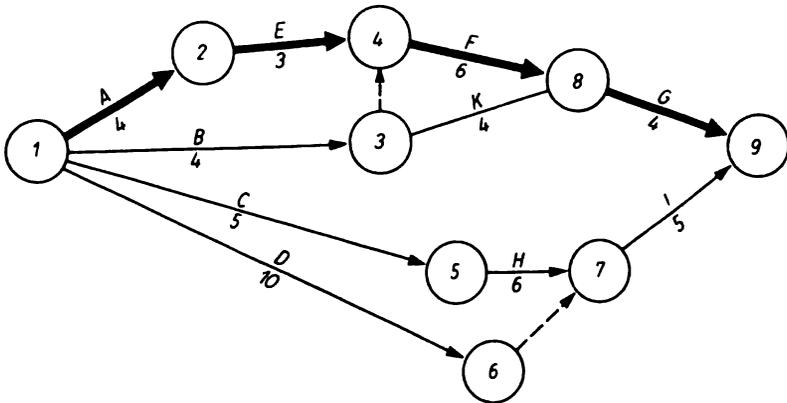
Grafische Darstellung

An einem kleinen Beispiel soll die Darstellung eines Netzplanes erläutert werden.



Der Netzplan enthält 9 Ereignisse, 10 Vorgänge, 2 Scheinvorgänge. 1 ist das Anfangs- oder Startereignis, 9 ist das End- oder Zielereignis; die Buchstaben A bis K stehen hier im Beispiel für bestimmte Teilprozesse und bilden die Vorgänge mit einer konkreten Zeiteinheit. Vorgänge ohne Zeiteinheit sind Scheinvorgänge, im Beispiel von 3 nach 4 und von 6 nach 7. Werden jetzt in diesem Netzplan die Vorgänge mit Zeiten belegt, so ergibt sich folgendes Bild:

Es sei:	Vorgang	A	Dauer	4 Tage
	"	B	"	4 "
	"	C	"	5 "
	"	D	"	10 "
	"	E	"	3 "
	"	F	"	6 "
	"	G	"	4 "
	"	H	"	6 "
	"	I	"	5 "
	"	K	"	4 "



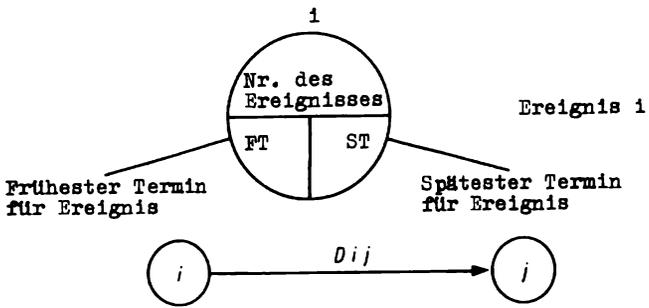
Es ist zu untersuchen, welche Wege es vom Startereignis zum Zielereignis gibt. Aus der dargestellten Zeichnung ist ersichtlich, daß es 5 verschiedene Wege vom Ereignis 1 nach 9 gibt.

1.	1 - 2, 2 - 4, 4 - 8, 8 - 9	=	Gesamtdauer	17 Tage
2.	1 - 3, 3 - 4, 4 - 8, 8 - 9	=	"	14 "
3.	1 - 5, 5 - 7, 7 - 9	=	"	16 "
4.	1 - 6, 6 - 7, 7 - 9	=	"	15 "
5.	1 - 3, 3 - 8, 8 - 9	=	"	12 Tage

Der längste Weg hat die Dauer von 17 Tagen, er wird als kritischer Weg bezeichnet und in der grafischen Darstellung als Doppellinie gekennzeichnet. Die Dauer der auf dem kritischen Weg liegenden Vorgänge bestimmt die Gesamtdauer des Bauvorhabens. Auf diese muß zum Beispiel ein Bauleiter oder Technologe beim Bauablauf besonderes Augenmerk legen, da eine Verlängerung dieser Teilprozesse zu einer Verschiebung des Endtermins führt.

Nachdem die Liste der Vorgänge und daran anschließend der Netzplan aufgestellt worden ist, kann mit der Zeitplanung begonnen werden.

Es wird hier wieder das dargestellte Beispiel verwendet.



Die Indizes i und j besagen, daß es sich um das Anfangs- oder Endereignis des Vorganges D handelt.

D_{ij} ist die Zeit des Vorganges vom Ereignis i zum Ereignis j .

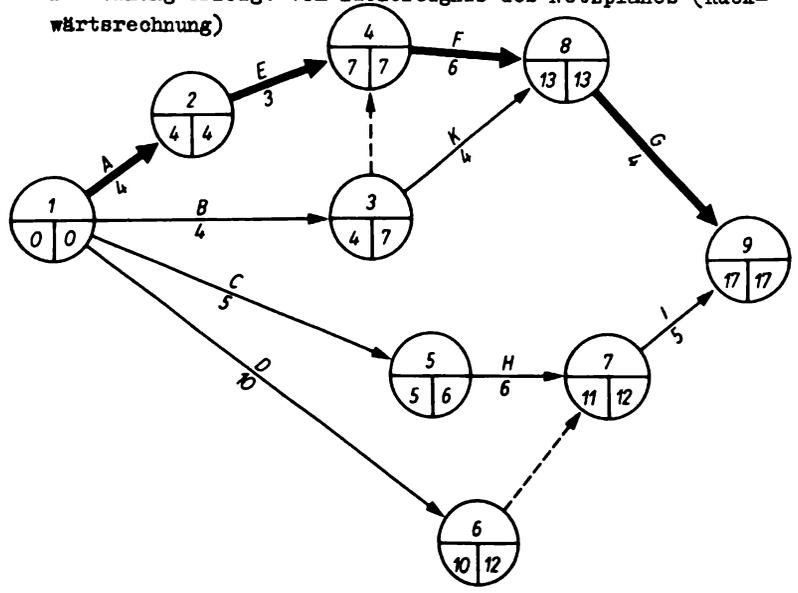
Die Berechnung der Ereignistermine ergibt sich auf der Grundlage folgender Beziehungen:

$$FT_j = \max (FT_i + D_{ij})$$

$$ST_i = \min (ST_j - D_{ij})$$

FT - Berechnung erfolgt vom Startereignis des Netzplanes (Vorwärtsrechnung)

ST - Berechnung erfolgt vom Zielereignis des Netzplanes (Rückwärtsrechnung)



$$\begin{aligned}
FT_1 &= 0 \\
FT_2 &= 0 + 4 = 4 \\
FT_3 &= 0 + 4 = 4 \\
FT_4 &= \max (4 + 0; 4 + 3) = 7 \\
FT_5 &= 0 + 5 = 5 \\
FT_6 &= 0 + 10 = 10 \\
FT_7 &= \max (10 + 0; 5 + 6) = 11 \\
FT_8 &= \max (7 + 6; 4 + 4) = 13 \\
FT_9 &= \max (11 + 5; 13 + 4) = 17
\end{aligned}$$

Zur Errechnung der spätesten Termine wird der früheste Wert des Zielereignisses auch für den spätesten Termin eingesetzt, daß heißt im Beispiel

$$FT_9 = ST_9 = 17$$

$$\begin{aligned}
ST_9 &= 17 \\
ST_8 &= 17 - 4 = 13 \\
ST_7 &= 17 - 5 = 12 \\
ST_6 &= 12 - 0 = 12 \\
ST_5 &= 12 - 6 = 6 \\
ST_4 &= 13 - 6 = 7 \\
ST_3 &= \min (7 - 0; 13 - 4) = 7 \\
ST_2 &= 7 - 3 = 4 \\
ST_1 &= \min (12 - 10; 6 - 5; 7 - 4; 4 - 4) = 0
\end{aligned}$$

+) Das Beispiel wurde entnommen aus einer "Anleitung zur Anwendung der Netzplantechnik im VE Wohnungsbaukombinat Berlin". Es ist in seiner Vollständigkeit nicht unmittelbar für Unterrichtszwecke geeignet, vermittelt aber interessante Anregungen.

20 30 18-2
-,30