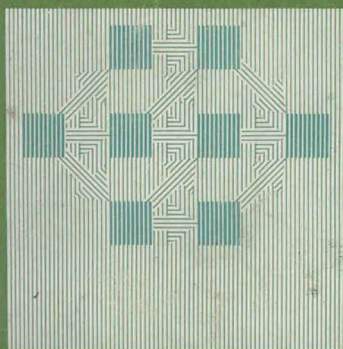


AEG-TELEFUNKEN

Planung und Organisation

# Gerhard Holzschuh

## Was ist Netzplantechnik?







Gerhard Holzschuh

# **Was ist Netzplantechnik?**

3. Auflage

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

**Holzschuh, Gerhard:**

Was ist Netzplantechnik? / Gerhard Holzschuh. -

3. Aufl. - Berlin, Frankfurt am Main :

AEG-TELEFUNKEN, 1979.

1. und 2. Aufl. im Elitera-Verl., Berlin.

ISBN 3-87087-117-2

DK 65.012.2

92 Seiten, 59 Bilder, 8 Tabellen, 8 Quellen.

Format 11,6 cm x 16,8 cm

© 1980

AEG-TELEFUNKEN AKTIENGESELLSCHAFT

Berlin und Frankfurt am Main

Alle Rechte, besonders das der Übersetzung, vorbehalten.

Die Normblätter werden auszugsweise wiedergegeben mit Genehmigung des Deutschen Normenausschusses. Maßgebend ist die jeweils neueste Ausgabe des Normblatts im Format DIN A4, die bei der Beuth-Vertrieb GmbH, 1 Berlin 30 und 5 Köln, erhältlich ist.

# Vorwort

Das vorliegende Taschenbuch soll eine Einführung in das Thema NETZPLANTECHNIK (NPT) geben. Es werden keine Vorkenntnisse spezieller Planungstechniken, sondern lediglich ein logisches Denkvermögen vorausgesetzt.

Als Ausgangspunkt wird das allgemein bekannte Balkendiagramm (Gantt-Diagramm) verwendet, das dann schrittweise in die Netzplantechnik überführt wird. In der Prinzipbeschreibung werden bewußt Bezüge zu besonderen Versionen vermieden. Es werden nur die in DIN 69 900 festgelegten allgemeinen Begriffe der Netzplanvarianten

Vorgang – Pfeil – Netz (VPN),  
Vorgang – Knoten – Netz (VKN) und  
Ereignis – Knoten – Netz (EKN)

herangezogen. Nur in der Übersicht (Bild 1) wurden spezielle Namen erwähnt.

Ebenso ist dieses Taschenbuch bezüglich der Datenverarbeitung neutral gehalten, da inzwischen eine Vielzahl von Netzplan-Programmsystemen besteht und jedes seine Besonderheiten aufweist. Hier sollen lediglich die Grundlagen für ein eventuell nachfolgendes Detailstudium geschaffen werden, Grundlagen, die andererseits für einen nur Nebenbei-Interessenten oder eine Schnellinformation ausreichen.

Die Netzplantechnik in erweiterter Form befaßt sich nicht nur mit der reinen Zeitplanung, sondern ebenso mit Kosten- und Kapazitätsproblemen. Die Bestrebung, hierfür annehmbare Lösungen sowohl für den Anwender als auch unter den Gesichtspunkten Auftraggeber/ Auftragnehmer zu finden, sind noch sehr im Fluß. Daher sollen hier nur die grundsätzlichen Zusammenhänge und Möglichkeiten dargestellt, jedoch keine Musterlösung vorweggenommen werden.

An dieser Stelle sei ein Dank gerichtet an alle Lehrgangsteilnehmer, die an der Verbesserung des Manuskripts mitgewirkt haben.

Der Verfasser

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Vom Balkendiagramm zum Netzplan</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Strukturanalyse</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>Zeitanalyse</b>	<b>18</b>
4.1	Ermitteln der Vorgangsdauern	18
4.2	Ermitteln der Zeitpunkte	19
4.2.1	Vorsärtsrechnung	20
4.2.2	Rückwärtsrechnung	22
4.3	Kritischer Weg	23
4.4	Pufferzeiten	24
4.5	Plantermine	26
4.6	Umwandlung von Relativdaten in Kalender- termine	27
<b>5</b>	<b>Ausbaumöglichkeiten des Vorgang-Knoten- Netzes</b>	<b>29</b>
5.1	Anordnungsbeziehungen	30
5.2	Abstandsbeziehungen	31
<b>6</b>	<b>Meilensteinplan</b>	<b>35</b>
<b>7</b>	<b>Projektstrukturplan</b>	<b>37</b>
<b>8</b>	<b>Kapazitätsplanung</b>	<b>41</b>
<b>9</b>	<b>Kostenplanung</b>	<b>43</b>
<b>10</b>	<b>Von der Planung zur Durchführung</b>	<b>46</b>
<b>11</b>	<b>Elektronische Datenverarbeitung</b>	<b>53</b>
<b>12</b>	<b>Praktische Hinweise</b>	<b>58</b>
12.1	Wahl der Methode	58

12.2	Wie kommt man zu einem Netzplan?	59
12.3	Detaillierungsgrad	60
12.4	Hilfsmittel	61
12.5	Teilnetztechnik	62
12.6	Numerierung der Knoten	64
12.7	Aktualisierung des Netzplans	66
12.8	Analysen	68
<b>13</b>	<b>Anhang</b>	71
13.1	Strukturübungen (VPN)	71
13.2	Ereignis-Knoten-Netz (EKN)	77
13.3	Spezialfall der EKN-Methode (PERT)	80
13.4	Projektkalender (EDV-Beispiel)	83
13.5	Auszug aus Normblatt DIN 69 900	84
<b>14</b>	<b>Schrifttum</b>	87
	<b>Sachverzeichnis</b>	88



# 1 Einleitung

Planung ist nichts Neues, jeder Ablauf wird in irgendeiner Form vorher geplant. Das kann für einen trivialen Ablauf in einer unterbewußten Überlegung der Zusammenhänge für die nachfolgende Handlungsweise bestehen.

Für einen komplexen Ablauf – im Folgenden allgemein als Projekt bezeichnet – mit vielen parallelen und zusätzlich miteinander vermaschten Arbeitsgängen – kurz Vorgänge genannt – ist daher eine exaktere und sowohl graphisch als auch datentechnisch eindeutigeren Planungs- und Steuerungsmethode erforderlich.

Die Planungs- und Steuerungsaufgaben sind durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

steigende Komplexität,  
wachsener Umfang,  
kürzere Laufzeit.

Bei der Suche nach einem neuen Verfahren waren auch Kriterien zu berücksichtigen wie

vertretbarer zusätzlicher Aufwand,  
Flexibilität bei Änderungen,  
schnelle Aussage über den Soll-Ist-Vergleich,  
übersichtliche Darstellung des Ablaufs,  
eindeutige Kommunikation,  
Möglichkeit zur automatischen Datenverarbeitung,  
schnelle Konsequenzanalyse bei auftretenden Schwierigkeiten oder Situationsveränderungen (Vorschau).

Alle diese Forderungen gemeinsam konnten durch die herkömmlichen Planungsverfahren nicht erfüllt werden, und so mußte ein neuer Formalismus gefunden werden, der eine detaillierte Darstellung und Analyse der gegenseitigen Verknüpfungen von Einzelschritten als *Ablaufstruktur* ermöglicht. Hier kamen die Erkenntnisse der Netzwerkanalyse, wie sie aus der Elektrotechnik bekannt sind, und die Graphen-

theorie zu Hilfe. Für das Verständnis dieser Einführungsschrift ist jedoch eine Kenntnis darüber nicht erforderlich.

Dies bedeutet nicht, daß nun das bestens bewährte Balkendiagramm überflüssig geworden ist. Nach wie vor wird ein Projektablauf in Form eines Balkendiagramms dargestellt, jedoch häufiger als sekundäre Information einer Netzplananalyse.

Die Anwendung der Netzplantechnik erstreckt sich inzwischen auf ein großes Spektrum der verschiedensten Fachrichtungen. Handelt es sich dabei z. B. um ein komplexes Entwicklungsprojekt, so ist man zunächst versucht, die Netzplantechnik als nicht anwendbar abzulehnen, da *schöpferische* Tätigkeit nicht geplant werden könne. Andererseits muß dann gefragt werden, wie in solchen Fällen trotzdem Terminzusagen möglich sind.

Es wird kaum ein Projekt geben, das nicht durch Termine eingegrenzt ist. Somit besteht die Aufgabe, den Projektablauf innerhalb dieser Zeitschranken zu organisieren. Man unterscheidet grundsätzlich zwischen den Phasen *Planung* und *Durchführung*. In der *Planungsphase* werden an Hand detaillierter Informationen die Sollwerte ermittelt bzw. festgelegt, die in der *Durchführungsphase* zum Ist-Vergleich bzw. zur Steuerung des Ablaufs herangezogen werden.

Besonderer Wert muß also bei einem neuen Verfahren auf dessen Eignung als Regelkreis gelegt werden. Die geplanten Werte müssen zyklisch mit den tatsächlichen Werten verglichen und daraus unter Umständen korrektive Maßnahmen abgeleitet werden.

Für eine optimale Projektsteuerung in terminlicher Hinsicht ist es erforderlich, jederzeit die Wichtigkeit (Priorität) der einzelnen Vorgänge zu kennen. Bei einem größeren Projekt laufen viele Wege parallel, aber in der Regel wird der Endtermin nur durch eine bestimmte Kette von Vorgängen beeinflußt.

Hinsichtlich der Kapazitäts- und Kostenbetrachtungen sind die Zusammenhänge komplexer. Daher wird auf Kapitel 8 und 9 verwiesen.

Ohne zu tief in die Historie der Netzplantechnik einzudringen, sollen einige Fakten genannt werden:

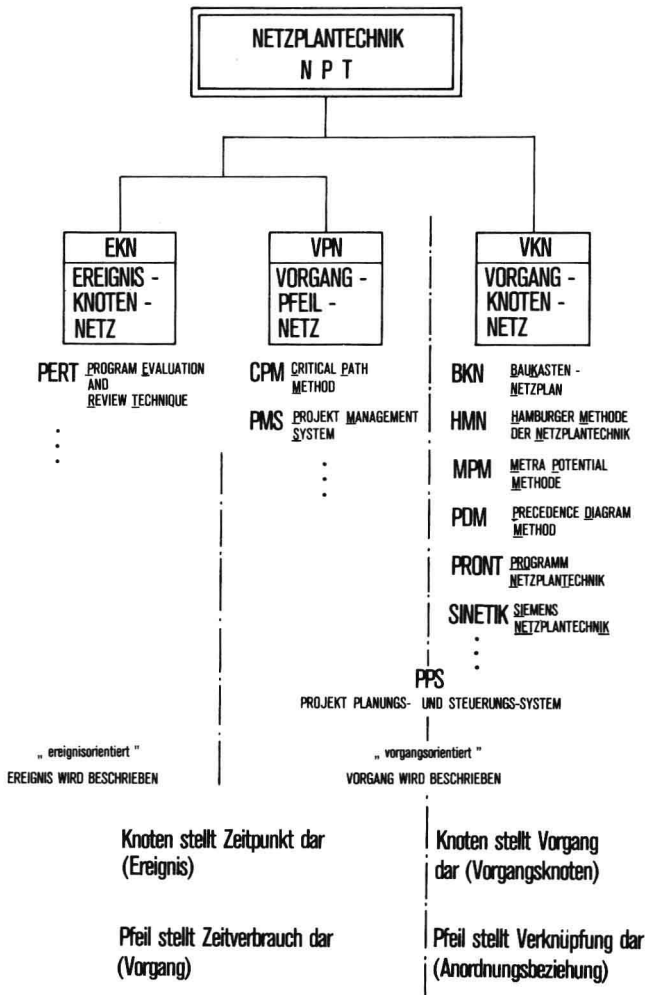


Bild 1 Methoden und Begriffe der Netzplantechnik, wie sie in der Bundesrepublik Deutschland gebräuchlich sind

Im Jahre 1957 wurde in Zusammenarbeit der Firmen Remington Rand und Du Pont das Netzplanverfahren CPM (*Critical Path Method* – Methode des kritischen Weges) und 1958 von der US-Navy in Zusammenarbeit mit den Firmen Lockheed Missile Systems und Booz-Allen & Hamilton anlässlich des Polaris-Projektes das Verfahren PERT (*Program Evaluation and Review Technic* – Programmbeurteilung und -überprüfung) entwickelt. Etwa zur selben Zeit wurde in Frankreich von der METRA-Gruppe die MPM (Metra-Potential-Methode) entwickelt.

Nachfolgend häuften sich neue Versionen und Schlagworte, die jedoch nur Modifikationen des Grundgedankens sind. Vielfach hat sich der Ausdruck PERT eingebürgert, wenn von Netzplantechnik (NPT) allgemein die Rede ist. Tatsächlich ist PERT jedoch nur ein Spezialfall der NPT.

Bild 1 zeigt eine Zusammenstellung einiger in Deutschland angewandeter Methoden mit dem entsprechenden Überbegriff Netzplantechnik (NPT).

## 2 Vom Balkendiagramm zum Netzplan

Bei der bisher gebräuchlichen Darstellung von Zeitabläufen in Form eines Balkendiagramms (Gantt-Diagramm) bezieht man sich auf ein Zeitraster, d. h., die Länge eines Balkens stellt die Zeitdauer dar. Die Lage auf dem Zeitraster zeigt die zeitliche Relation zu anderen Balken und die terminliche Lage. Bei der Anordnung der Balken im Zeitdiagramm müssen also nicht nur die Dauern der Vorgänge bekannt sein, sondern es müssen ebenso die logischen Zusammenhänge (Abhängigkeiten) der Vorgänge untereinander berücksichtigt werden.

Bild 2 zeigt einen Ablauf in der üblichen Form. Die gegenseitigen Abhängigkeiten der Vorgänge sind dabei nicht direkt erkennbar. Sie waren aber Voraussetzung bei der Erstellung des Diagramms.

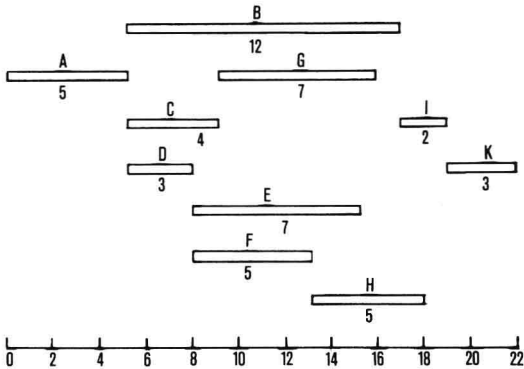


Bild 2 Balkendiagramm (GANTT-Diagramm)

Werden nun bei dieser Darstellung Änderungen (Zeit oder Reihenfolge von Vorgängen) notwendig, so muß mit viel Sachkenntnis und Mühe das rekonstruiert werden, was bei der ursprünglichen Erstellung des Balkendiagramms erarbeitet wurde: die Ablauflogik. Hierbei ist zu beachten, daß eine Verschiebung, Dauer- oder Abhängigkeitsänderung unter Umständen eine Lawine von Änderungen entlang der Zeitachse auslöst. Das bedeutet in den meisten Fällen ein Neuzeichnen des Diagramms.

Man kann nun versuchen, in das Balkendiagramm gemäß Bild 3 zusätzliche Informationen über Abhängigkeiten aufzunehmen, und stellt fest, daß eine viel bessere Übersicht bei einer Korrekturanalyse entstanden ist. Ein Neuzeichnen wird dadurch jedoch nicht verhindert.

Die zu verknüpfenden Anfangs- bzw. Endpunkte der Vorgänge müssen eindeutig ansprechbar sein. Daher wird ein neues Element, das *Ereignis* (*Knoten*), eingeführt. Außerdem wird der Vorgang durch einen *Pfeil* (*gerichtete Kante*) beschrieben.



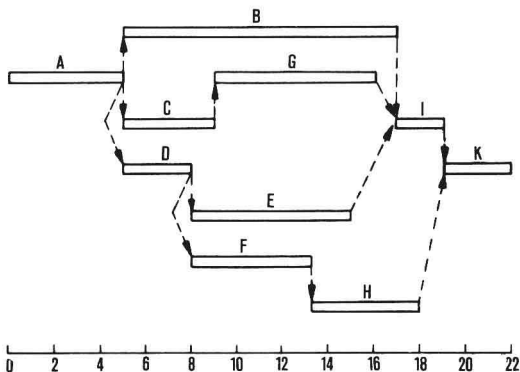


Bild 3 Balkendiagramm mit logischer Verknüpfung (Anordnungsbeziehung)

Man spricht von einem *Vorgangspfeil*, der durch zwei Ereignisse (Knoten) eingeschlossen wird, wobei man *i* als Vorgänger- und *j* als Nachfolger-Knoten bezeichnet. Die Knoten erhalten zur numerischen Identifikation der dadurch eingeschlossenen Vorgänge *Knotennummern*.

Mit diesen Elementen läßt sich Bild 2 als *Vorgang-Pfeil-Netz* (VPN) umstellen. Die logischen Verknüpfungen werden durch einen gestrichelten Pfeil (*Scheinvorgang, dummy*) realisiert, der keinen Zeitverbrauch (also die Dauer 0) hat.



Konkrete Anwendungsbeispiele finden sich in den Strukturübungen im Anhang (Kapitel 13).

Eine Zeitkorrektur bedeutet bei einer zeitmaßstäblichen Darstellung immer eine Änderung der Struktur.

Verzichtet man nun auf einen Zeitmaßstab und vermerkt die Dauer des Vorganges durch einen Zahlenwert, so muß bei einer Zeitkorrektur lediglich der Wert geändert werden. Außerdem läßt sich die Struktur gemäß Bild 5 vereinfachen.

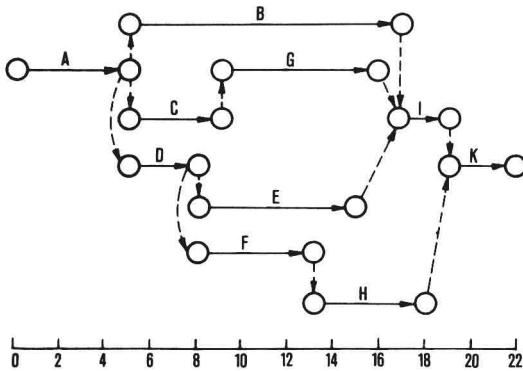


Bild 4 Vorgang-Pfeil-Netz (VPN) mit Zeitmaßstab

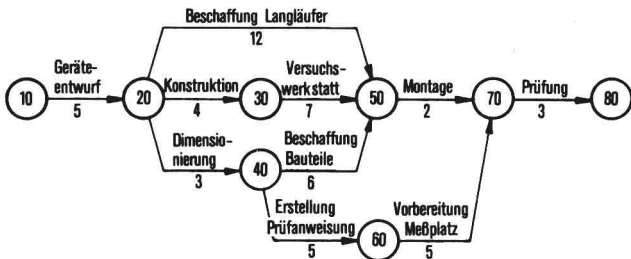


Bild 5 Vorgang-Pfeil-Netz (VPN) ohne Zeitmaßstab

Gemäß Bild 4 hat jeder Vorgang einen definierten Anfangs- und Endpunkt. Vorausgesetzt, daß auf einen Zeitmaßstab verzichtet wird, kann ein Vorgangsbalken in einen Knoten (Vorgangsknoten) umgewandelt werden. Wird vereinbart, daß die linke Kante mit dem Anfang und die rechte Kante mit dem Ende des Vorgangs identisch ist, so kann die Aufeinanderfolge der Vorgänge A und B wie folgt dargestellt werden:



Bild 6 Das Ende von Vorgang A ist Voraussetzung für den Beginn von Vorgang B.

Der Pfeil steht hierbei für die *Anordnungsbeziehung* (logische Verknüpfung).

Bild 2 kann nun analog zu Bild 5 als *Vorgang-Knoten-Netz* (VKN) umgestellt werden:

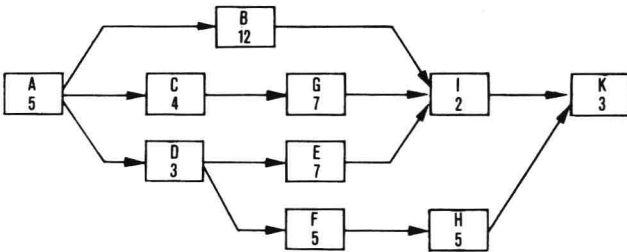


Bild 7 Vorgang-Knoten-Netz (VKN)

Die konsequente Trennung zwischen logischer Struktur und Zeit ist der wesentlichste Bestandteil der Netzplantechnik. Erst hierdurch erhält man die Möglichkeit, bei der Planung schrittweise so vorzugehen, daß zunächst nur das Ablaufproblem und erst anschließend das Zeitproblem berücksichtigt werden muß. Man spricht daher von zwei Phasen bei der Erstellung eines Netzplans:

#### *Strukturanalyse*

Ermitteln der gegenseitigen Abhängigkeiten und Reihenfolgebeziehungen (Ablaufplan, Graphik).

#### *Zeitanalyse*

Ermitteln der Dauer der Vorgänge und Berechnen der Zeitpunkte bzw. Termine (Zeitplan, Datenzuordnung).



### 3 Strukturanalyse

Zunächst kann sich die Aufmerksamkeit voll auf das Erstellen der Netzplanstruktur konzentrieren. Die für ein bestimmtes Projekt erforderlichen Vorgänge werden auf ihre gegenseitigen Abhängigkeiten untersucht und dementsprechend in der Struktur angeordnet. Das ist auf Grund der oben angeführten Zweiteilung im Gegensatz zum Balkendiagramm möglich, ohne die Zeitdauer der Vorgänge zu kennen. Damit die Reihenfolgebeziehung eindeutig erfaßt werden kann, werden für jeden Vorgang folgende Fragestellungen empfohlen.

Welche Vorgänge sind Voraussetzung für den in Betracht gezogenen?

Welche Vorgänge können sich unmittelbar an den in Betracht gezogenen anschließen?

Welche Vorgänge können parallel ablaufen?

Hierdurch kann man vermeiden, daß wichtige Abhängigkeiten vergessen oder andere fälschlicherweise berücksichtigt werden. Das Zusammenfügen sämtlicher Vorgänge unter Berücksichtigung der obengenannten Regeln ergibt die logische Struktur – auch *Ablaufplan* genannt – des zu planenden Projekts. Für die Praxis können hier keine allgemeingültigen Regeln für das Vorgehen bei der Erstellung eines Netzplans aufgestellt werden.

Die am häufigsten angewendete Methode besteht darin, daß die ermittelten Vorgänge mit ihren Abhängigkeiten unmittelbar während einer Fachdiskussion in einer Netzplanskizze festgehalten werden, oder es können z. B. sämtliche Vorgänge zunächst in einer Liste ohne Rücksicht auf die Reihenfolge notiert werden. Anschließend wird vermerkt, welche *Vorgänger bzw. Nachfolger* zu einem bestimmten Vorgang gehören. Aus dieser Liste kann anschließend – rein schematisch – der Netzplan entwickelt werden. Grundsätzlich bieten sich je nach Voraussetzung zwei Strategien an: