

Für die Schulung der Kader in unserer Landwirtschaft bringt der folgende Beitrag Beispiele, wie man Selbstkostenerhöhungen durch gezwungenermaßen beschleunigte Fertigstellung irgendwelcher Arbeiten oder Projekte so gering wie irgend möglich halten kann. Dabei wird an frühere Veröffentlichungen über die Netzplantechnik angeknüpft [1] [2].

## Verlustlose Erntesicherung ist vordringlich!

Ungünstige Witterungsverhältnisse erfordern häufig vorfristige Projektabschlüsse. Die elektronische Datenverarbeitung erlaubt dabei, auch bisher wenig beachtete Kostenerhöhungen, wie sie bei nicht vorherzusehenden Produktionsbeschleunigungen auftreten, planmäßig zu erfassen und optimal zu gestalten.

Verlustlose Ernteeinbringung ist erstes Gebot, allerdings dürfen damit verbundene Maßnahmen nicht über das unbedingt Notwendige hinaus gehen und dadurch ökonomisch nicht mehr vertretbar werden.

Gedacht wird dabei z. B. an nicht voll ausgelastete Erntemaschinenkomplexe oder an das Abziehen von an anderer Stelle dringend benötigten Arbeitskräften für die schnellere Baubeendigung von Speicher- und Trockenanlagen. In den weitaus meisten Fällen fördert ein vorfristiger Abschluß der

Arbeiten die Sicherung der Ernährung und die Erhöhung des Nationaleinkommens. Im Verhältnis dazu sind die durch gedrängten Arbeitskräfte- und Arbeitsmitteleinsatz (Überstunden, Feiertagsarbeit, zu hoch angesetzter Maschinenpark) entstehenden Kostenerhöhungen im statistischen Vergleich zum endlichen Nutzeffekt im allgemeinen niedrig, seltener aber niedrigst, also optimal!

Wir dürfen dabei den Begriff für optimale Kosten mit „niedrigstmögliche Kosten“ umschreiben. Im Gegensatz dazu sollte man unter optimalen Gewinn den „bestmöglichen Gewinn“ verstehen, d. h. also der in den gegebenen Bedingungen höchste.

## Kostendenken ist wichtig!

Bild 1 zeigt stark vereinfacht in einem Kosten-Zeit-Diagramm eine Kurve, die sich durch drei Bereiche zieht. Im linken Abschnitt fällt sie von dem Zeitpunkt, der technologisch noch die Durchführung des Projektes oder Arbeitsauftrages gestattet, schräg ab bis zum Normalbereich. In diesem mittleren Abschnitt ist die erfahrungsgemäße Kostenhöhe niedrig, Arbeitskräfte und -mittel befinden sich in einem zur Zeit ausgewogenen Verhältnis. Es tritt einesteils kein unnötiger Kapazitätsbedarf, andererseits keine „Gammelei“ auf.

Im rechten Bereich erhöhen sich die Aufwandskosten z. B. durch geringere Auslastung teurer Arbeitsmittel oder unnötig lange Arbeitszeiten. Während die äußerste linke Strichgrenze unseres Schaubildes die realemögliche Arbeitsdurchführung von der Utopie trennt, gibt die entsprechende rechte Außen-grenze des Kurvenbereichs tatsächlich die „Gammelei“ an, das bedeutet ökonomische Nutzlosigkeit. Nur eine Fachkraft, die bestrebt ist, sich laufend nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten in der Wirklichkeit zu orientieren, wird die betriebsangepaßten Zeiten und Kosten richtig schätzen und im Plan vorgeben. — Wie in der elektronischen Datenverarbeitung nur reale Eingaben zu richtungweisenden Ergebnissen führen, so sind auch in unserem Betrachtungsausschnitt sichere Basen von ausschlaggebender Wichtigkeit.

Selbstverständlich gibt es in einem kostenoptimierenden Netzplan kosten- und zeitkonstante Aktivitäten. Sie sollen in den Beispielen unberücksichtigt bleiben. Auch der rechte Bereich des unnötig langen AK- und AM-Einsatzes wird bei den Netzberechnungen hier weggelassen.

## Heute gibt es kein Auslernen mehr!

Die zunehmende Komplexität der Kooperation und die wachsenden Möglichkeiten der Datenverarbeitung fordern kategorisch breiteste Schulung, Publizieren von gedanklichen Hilfen und Brücken von unmittelbarer Praxis zu wissenschaftlichen Erkenntnissen und Mitteln, um den optimalen ökonomischen Nutzeffekt, wie er sich im höheren Nationaleinkommen widerspiegelt, anzustreben und zu erreichen. Diese Zeilen sind deshalb nicht nur für Diplomlandwirte, sondern für jeden Genossenschaftsbauern geschrieben, der für Feldbaubrigaden usw. den günstigsten Einsatz sucht. Viel Nutzen und gute Anregungen können wir gewinnen, wenn wir uns die Zeit nehmen, unsere Fachzeitschrift aufmerksam zu studieren.

Bild 2a zeigt 3 aufeinanderfolgende Tätigkeiten, die wir in ihrer Pfeilform schon früher unter dem Namen Aktivitäten kennelernten. Obenauf stehen die Kosten- und unten die Zeitgrenzwerte. Bild 2b gibt die Kostenunterschied/Zeitunterschied-Relationen in rechtwinkligen Dreiecken wieder, deren schrägabfallende längste Seiten von besonderer Wichtigkeit sind.

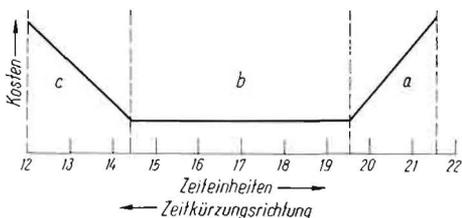


Bild 1. Einteilung der Kosten-Zeit-Kurve in drei Bereiche: a Bereich gedehnten AK- und AM-Einsatzes, b Normalbereich, in üblicher Abstimmung eingesetzt, c Bereich gedrängten Einsatzes von AK und AM

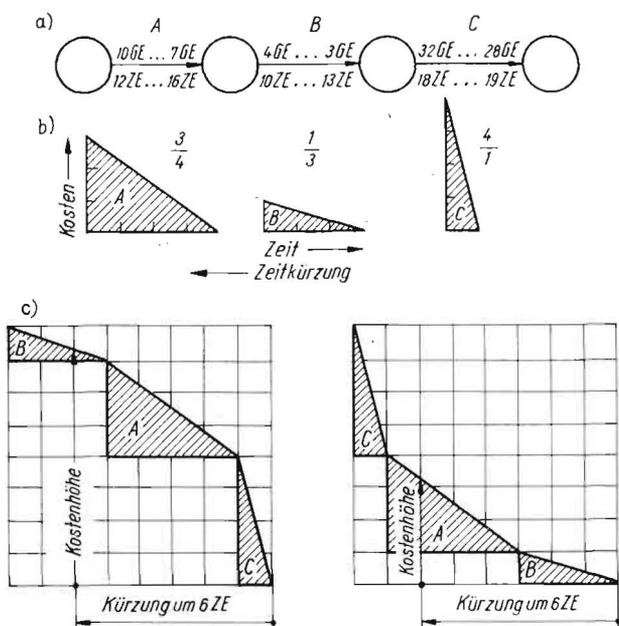


Bild 2. Kostenhöhen bei unterschiedlichen Varianten der Zeitkürzung, weitere Erläuterungen im Text

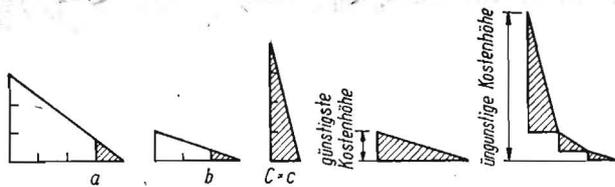


Bild 3. Kostenhöhe bei gleichzeitiger Zeitverkürzung bei allen drei Aktivitäten

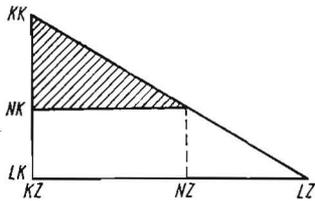


Bild 4  
Ableitung der Neukosten NK nach erfolgter Zeitkürzung auf die neue Zeit NZ; KZ Kurzzeit, LZ Langzeit, KK Kurzzeitkosten, LK Langzeitkosten

In Bild 2c sind diese Hypotenusen (mit den „dranhängenden“ Dreiecksflächen) als „Kurven“ unterschiedlich zusammengesetzt. Die linke Hypotenusen-„Leine“ endet rechts mit der steilsten (C), die rechte dagegen mit der flachsten (B) Schräglinie.

Bei beiden Diagrammen (Schaubildern) bedeutet die Vertikale „Kosten“ und die Horizontale „Zeit“. In unserem Bild wurde in beiden Fällen waagrecht von rechts nach links um 6 Zeiteinheiten gekürzt. Die auf dem jeweiligen linken Endpunkt senkrecht bis zur Kurve hochstrebende Pfeillinie bedeutet die Kostenhöhe. Es läßt sich leicht feststellen, daß wir bei Zeitkürzungen nach dem rechten Bild viel besser wegkommen; diese Kostenhöhe ist wesentlich niedriger als links. Und doch hätten wir links auch nur 6 Zeiteinheiten abgekürzt.

Nach Bild 2a ist festzustellen:

Ununterbrochene Maximalgesamtheit: (16 + 13 + 19) ZE = 48 ZE, dazugehörige Gesamtkosten: (7 + 3 + 28) GE = 38 GE.  
Ununterbrochene Minimalgesamtheit: (12 + 10 + 18) ZE = 40 ZE, dazugehörige Gesamtkosten: (10 + 4 + 32) GE = 46 GE.  
(GE = Geldeinheiten; ZE = Zeiteinheiten)

Damit sind die Minimal- und Maximalwerte als Summen der Aktivitäten-Grenzwerte eindeutig festgelegt.

Nimmt man gleiche Kosten—Zeit—Verhältnisse an, können auch Zwischenwerte (NK bzw. NZ) — wie später erläutert — errechnet werden. Hier erhebt sich zunächst die Frage, wie sich optimale, d. h. geringstmögliche Kosten bei notwendigen

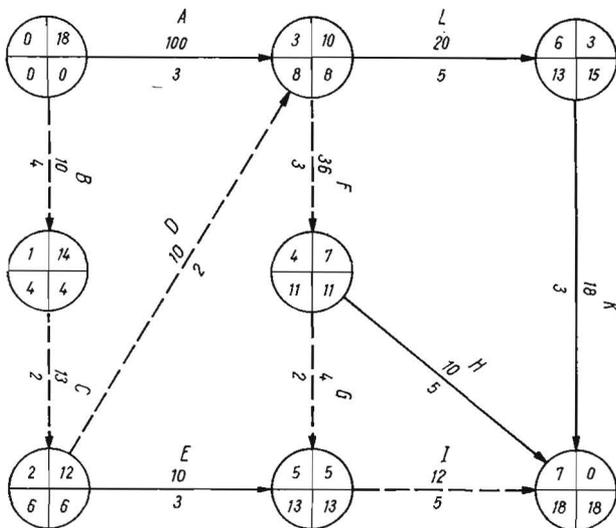


Bild 5. Die nichtkritischen Aktivitäten dieses Netzwerkes sollen so auf die Zeit der parallelen kritischen Aktivitäten ausgedehnt werden, daß sich ein Kostenoptimum ergibt

Zeitkürzungen, die mit erhöhtem Kostenaufwand verbunden sind, erreichen lassen? Bild 2c gibt die Antwort: „Kürze zuerst die Aktivitäten, deren Kosten—Zeit—Relation den geringeren Bruchwert hat!“

Auch wenn wir nach Bild 3 bei jeder Aktivität eine Zeiteinheit kürzen, ist kein günstigeres Ergebnis erreichbar.

Die in Bild 4 ineinander gezeichneten beiden Dreiecke dienen dazu, die Formel zur Berechnung der Neukosten (NK) zu entwickeln. So wie sich die rechtwinklig zueinanderstrebenden Seiten des kleinen schraffierten Dreiecks zueinander verhalten, so verhalten sich auch die entsprechenden Seiten des großen Dreiecks, d. h. der Bruchwert ist in beiden Fällen der gleiche:

$$\frac{KK - NK}{NZ - KZ} = \frac{KK - LK}{LZ - KZ}; \text{ daraus leitet sich die Berechnung ab:}$$

$$NK = KK - \frac{KK - LK}{LZ - KZ} \cdot (NZ - KZ).$$

Beispiel: Die Kürzung um insgesamt 6 ZE erfordert nach dem rechten Diagramm in Bild 2c die Ermittlung der Neukosten für die Aktivität A, von der noch 3 ZE von rechts nach links zu kürzen sind:

$$NK_A = 10 - \frac{10 - 7}{16 - 12} \cdot (13 - 12) = 9, 25 \text{ GE}$$

### Netzplanbeispiel optimaler Kostenermittlung

Hinweisend auf die Abhandlungen ähnlicher Thematik in früheren Aufsätzen [1] [2] wird hier auf die Inhaltsangabe der Aktivitäten verzichtet.

Die Abkürzungen bedeuten:

Akt.	Aktivität
Vbg.	Verbindung der Ereignisse
WF	Wertfolge bezüglich $\frac{\text{Grenzkostendifferenz}}{\text{Grenzzeitdifferenz}} = \frac{KK - LK}{LZ - KZ}$
ZE	Zeiteinheiten
KE	Kosteneinheiten

Akt.	Vbg.	KZ	LZ	KK	LK	$\frac{KK - LK}{LZ - KZ}$	WF
A	0 ... 3	3	8	100	80	4,000	10
B	0 ... 1	4	12	10	7	0,375	3
C	1 ... 2	2	5	13	4	3,000	9
D	2 ... 3	2	4	10	7	1,500	7
E	2 ... 5	3	14	10	2	0,727	5
F	3 ... 4	3	8	36	1	7,000	11
G	4 ... 5	2	7	4	1	0,600	4
H	4 ... 7	5	12	10	8	0,286	2
I	5 ... 7	5	13	12	11	0,125	1
K	6 ... 7	3	7	18	10	2,000	8
L	3 ... 6	5	10	20	15	1,000	6
						243	146

Anknüpfend an diese Aktivitätenliste sollen die nichtkritischen Aktivitäten des Netzes in Bild 5, nämlich A, E, L, H und K, kostensenkend innerhalb ihrer technologischen Grenzen möglichst bis zur entsprechenden Dauer des parallelen kritischen Wegteils zeitlich ausgedehnt werden.

Man stellt mit Hilfe der beiden Zeigefinger gemeinsame Ausgangs- und Treffpunkte von Zeit-„parallel“ laufenden nichtkritischen mit kritischen Tätigkeitsfolgen fest, um die Zeitdehnungen in den gegebenen Grenzen zu halten. Im Beispiel-Netzdiagramm:

Kritisch	Gesamtdauer	parallel zur nichtkritischen Akt.	Gesamtdauer	zwischen den Ereignissen
B, C, D	8	A	3	0,3
D, F, G	7	E	3	2,5
F, G, I	10	L, K	8	3,7
G, I	7	H	5	4,7

A kann bis zur Langzeitgrenze von 8 ZE ausgedehnt werden; Kosten = 80 GE.

E läßt sich jedoch nicht bis zu der mit optimalen Kosten verbundenen oberen Zeitgrenze von 14 ZE ausdehnen, weil die kritische Parallelzeit nur 7 Einheiten beträgt. Damit ist die Streckung nur um 4 ZE durchzuführen. Die Neukosten betragen dann 7,09 GE.

Bei L und K ergäben sich aus der obigen Aufstellung zusammen maximal 17 ZE. Auch das ist nicht ausnutzbar. Nach der Wertfolge (WF) ist die zeitliche Streckung von K kostengünstiger als die von L. Dehnt man aber K bis zu seinem höchsten Zeitgrenzwert von 7 Tagen, bleiben nur 3 Tage für L bis zur entsprechenden Dauer des zeitparallelen kritischen Wegteils übrig. Technologisch ist das nicht zu realisieren; die Minstdauer von L ist 5 ZE. Folglich streckt man kostengünstig K nur auf 5 ZE und erhält die Neukosten  $NK_K = 14$  GE.

H wird um 2 ZE bis zur entsprechenden kritischen Zeitgrenze gestreckt, die Kosten betragen dann

$$NK_H = 10 - \frac{10 - 8}{12 - 5} \cdot (7 - 5) = 9,43 \text{ GE.}$$

Die niedrigsten Mehrkosten für beschleunigte Projektfertigung bzw. Arbeiterledigung, das Optimum bei den gegebenen Bedingungen ist als Summe der folgenden Liste zu entnehmen:

A	⊆	80,00 GE
B	⊆	10,00 GE
C	⊆	13,00 GE
D	⊆	10,00 GE

E	⊆	7,09 GE
F	⊆	36,00 GE
G	⊆	4,00 GE
H	⊆	9,43 GE
I	⊆	12,00 GE
K	⊆	14,00 GE
L	⊆	20,00 GE

Gesamt: 215,52 GE.

Bei dem Netzdiagramm mit kürzesten Aktivitätszeiten und höchsten Kosten sind bei 18 ZE des kritischen Weges 243 GE erforderlich. Durch die überlegte Ausdehnung der nichtkritischen Aktivitäten nach der gezeigten Methode ist eine Einsparung von

$$(243,00 - 215,52) \text{ GE} = 27,48 \text{ nachzuweisen, das sind}$$

$$100 \% \cdot \frac{27,48}{243} = 11,31 \%!$$

Sie sollten als Übung einmal versuchen:

1. die niedrigstmöglichen Kosten mit Hilfe der Aktivitätenliste und des Netzdiagramms selbst zu finden,
2. die Kostenoptimierung für das gleiche Netzdiagramm durchzuführen, wenn innerhalb der Kooperationsgemeinschaft 30 ZE als bindender Termin gegeben wird.

#### Literatur

- [1] WOLF, J.: Zur Netzplantechnik in der Landwirtschaft. Deutsche Agrartechnik 19 (1968) H. 10, S. 475
- [2] WOLF, J.: Netzplantechnik in der Landwirtschaft. Deutsche Agrartechnik 19 (1968) H. 11, S. 522

Obering. R. BLUMENTHAL, KDT\*  
Ing. G. ZAUNMÜLLER, KDT\*

## Zum Leistungsvermögen des Traktors ZT 300

Der Traktor ZT 300 wird im Traktorenwerk Schönebeck gefertigt. Entsprechend seiner größeren Motorleistung und bei richtiger Anwendung seiner besonderen technischen Einrichtungen, wie z. B. Regelhydraulik und Antischlupfeinrichtung, steigt die Zugfähigkeit und die Produktivität des ZT 300 gegenüber den bisher in der Landwirtschaft eingesetzten Standardtraktoren erheblich. Bei zweckmäßigem Einsatz — insbesondere mit geeigneten Geräten — kann die allgemeine Verwendung der kostenaufwendigeren Allrad- und Kettentraktoren reduziert werden.

Der Einsatz des Traktors ZT 300 ist hauptsächlich für folgende Arbeiten vorgesehen:

Bodenbearbeitung	(Pflügen, Schälen)
Saatbettvorbereitung	(Grubbern, Feingrubbern und Schleppen in großer Arbeitsbreite)
Bestellung	(Drillen und Kartoffellegen unter schweren Bedingungen)
Ernte	(Zug und Antrieb von Volleratemaschinen für Kartoffeln und Rüben, Häckseln von Futter)
Transport	(für Feldwirtschaft und Nahziele)
Sondereinsatz	(für Forstwirtschaft und Industrie)

Für den Traktor ZT 300 wurde als Bauform der hinterachsgetriebene Standardtraktor gewählt. Obwohl die Ausnutzung der Traktormasse zum Erzeugen von Zugkraft bei Ketten- und Allradtraktoren im Hinblick auf die Aggregatierung

(Arbeitsmaschineneinheit Traktor—Gerät) weniger problematisch und besonders bei extremen Einsatzbedingungen auch günstiger ist, ergeben sich einsatzökonomische Vorteile bei Verwendung eines Standardtraktors. Hierzu werden nachfolgend einige Ausführungen gemacht.

### Zugfähigkeit und Arbeitsgeschwindigkeit

Zur Abstützung der Zugkräfte werden bei den genannten unterschiedlichen Fahrwerken im allgemeinen die in Tafel 1 genannten Masseanteile zur Nutzung angestrebt.

Die gegenüber dem stationären Zustand veränderte Achslastverteilung im Betriebszustand resultiert aus der Tatsache, daß durch die Zugkraftkomponente und durch Masseanteile angebaute oder aufgesattelter Geräte — ihre Wirkung basiert auf den Steuerfunktionen der Hydraulikanlage (Anti-

Tafel 1. Achslastverteilung bei den verschiedenen Traktorbauarten

Traktorenart	Anteile d. ges. Masse (statisch)		Anteile d. ges. Masse im Betriebszustand		
	Vorderachse	Hinterachse	Vorderachse	Hinterachse	für die Zugkraft
Hinterradgetr. Standardtraktor	30...35 %	65...70 %	15...20 %	80...85 %	80...85 %
Allradtraktor (gleich große Räder)	55...65 %	35...45 %	50 %	50 %	100 %
Kettentraktor	Vorderer Teil des Kettenlaufwerks höher belastet		etwa gleiche Belastung des gesamten Kettenlaufwerks		

<sup>1</sup> In der DDR müssen lt. StVZO bei Transport auf öffentlichen Straßen mindestens 25 % der Gesamtmasse (Traktor und Anbaugerätemasse) als Belastung der Vorderachse zur Gewährleistung der Lenksicherheit im statischen Zustand verbleiben

\* VEB Traktorenwerk Schönebeck