

einem optimalen Arbeitsablauf, kontinuierlicher Arbeitskräfteauslastung im Fließverfahren und zum Erkennen der Zusammenhänge im Gesamtsystem. Die davon abgeleitete Informationsanlage erleichtert eine gute Leistung und Kontrolle des Fließprozesses durch rechtzeitiges Erkennen und Verhindern von Störungen und sofortigen Ausgleich instandsetzungsbedingt unkontinuierlichen Arbeitsanfalls.

Gesamtergebnis ist die Steigerung der Arbeitsproduktivität in der technologischen Vorbereitung und in der Produktion.

**Literatur**

[1] PAPESCH, J.: Die Planung von Arbeitskämpfen mit Hilfe der Netzwerktechnik. Kooperation 1 (1967) II. 2, S. 18 bis 25

[2] PAPESCH, J.: Netzwerkplanung bei der Getreideernte. Deutsche Agrartechnik 18 (1968) II. 4, S. 185 bis 187  
 [3] WOLF, J.: Rationelle Planung von komplexen Arbeiten in der Landwirtschaft. Deutsche Agrartechnik 18 (1968) II. 2, S. 67 bis 69  
 [4] —: Netzwerk zur Vorbereitung der Instandsetzung der Mähdrescher E 512, LIW Oschersleben (unveröffentlicht)  
 [5] SCHULZE, K.-H.: Anwendungsmöglichkeiten der Netzwerktechnik bei periodischen Kontrollen an der Flugzeugtechnik, Militärtechnik 7 (1967) II. 12, S. 558  
 [6] EICHLER, CH. / O. RUDOLPH: Grundlagen der Instandhaltung von Landmaschinen und Traktoren. VEB Verlag Technik, Berlin 1966  
 [7] TGL 80 - 22278 - Landtechnisches Instandhaltungswesen: Grundbegriffe

A 7341

Ing. J. WOLF

**Zur Netzplantechnik in der Landwirtschaft**

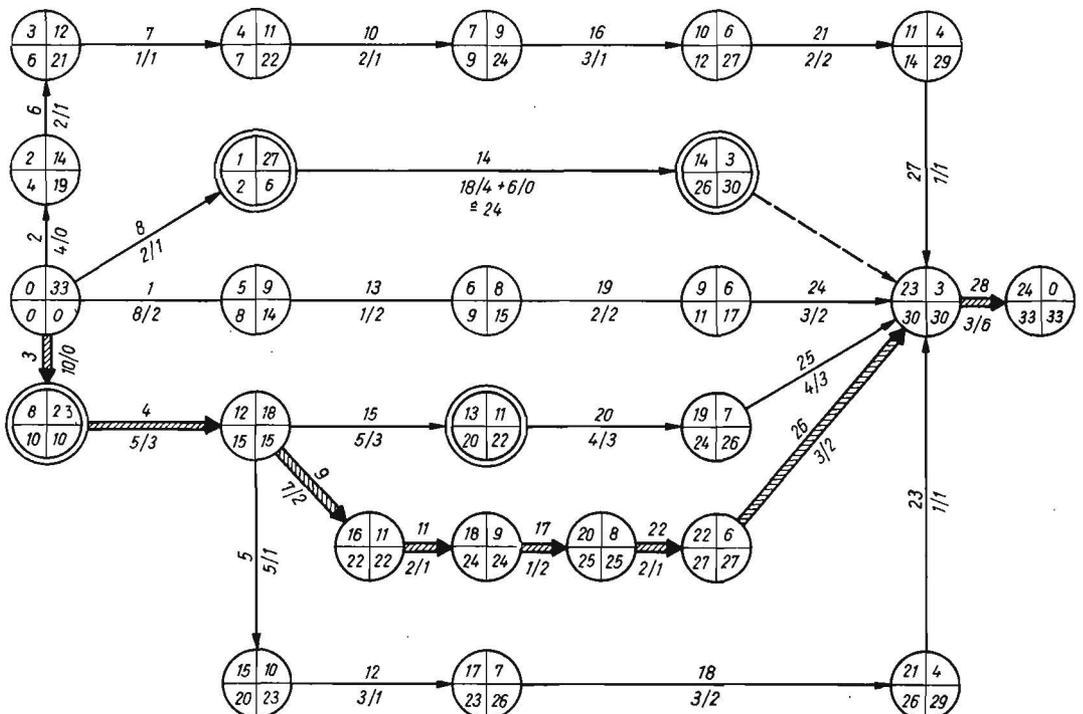
In ergänzender Fortsetzung zum Artikel „Rationelle Planung von komplexen Arbeiten in der Landwirtschaft“ (s. H. 2/1968, S. 67) werden neben Übungsbeispielen die Zeitermittlung nach PERT, Zwischen-Netzpläne und der kontinuierliche Arbeitskräfteinsatz je Tag behandelt.

**Zeitermittlung nach PERT**

Auch in der planlichen Festlegung der Aktivitätszeichen zwingt die Netzplanung zu exakter Analyse der Arbeitsprozesse. Die praktischen Erfahrungswerte des Fachexperten, des Betriebes und die gesellschaftlichen Normen koppelt man nach PERT (Programm Evaluation and Review Technique) zweckmäßig nach folgender bewährter Näherungsformel, die auf der Wahrscheinlichkeitsrechnung basiert:

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Bild 1. Netzplan als Schulungsbeispiel, über dem Aktivitätspfeil steht die Aktivitätsnummer, darunter Tage/Ak, die Bedeutung der Zahlen im Ereigniskreis wurde in H. 2, S. 67 erläutert



Dabei bedeuten:

- t<sub>e</sub>* zu erwartende Zeit, die nach der Errechnung praxisgemäß auf volle Tage auf- bzw. abzurunden ist und an den entsprechenden Netzpfeilen steht,
- a* optische Zeit (d. i. der kleinste Zeitaufwand unter günstigsten Bedingungen),
- m* realistische, wahrscheinlichste Zeit (normales Geschehen),
- b* pessimistische Zeit (Ablauf unter widrigen Umständen, die noch im Bereich des Normalablaufs liegen)

Von erzieherischem Wert ist die ständige, gedankliche Kombination dieser Definitionen mit den täglichen, praktischen Erfahrungen. Wer wirtschaftlich denkt, wird auch wirtschaftlich handeln. Grundzüge sozialistischer Rationalisierung sind berechnendes Vergleichen und Überlegen, das Fragen nach der Rentabilität.

**Was sind Zwischen-Netzpläne?**

Komplexaktivitäten werden im Hauptnetz durch benachbarte, doppeltumzogene Ereigniskreise begrenzt. Ihre detaillierte Darstellung erfolgt in gesonderten Netzdiagrammen.

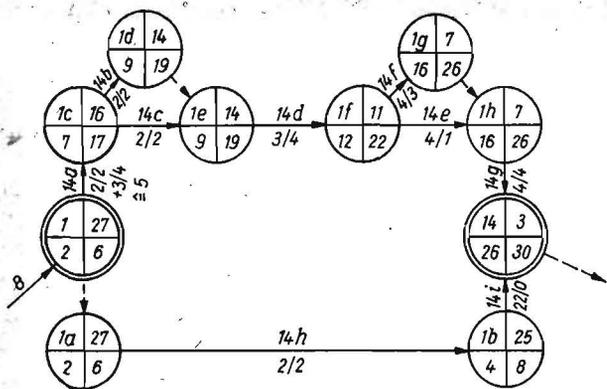
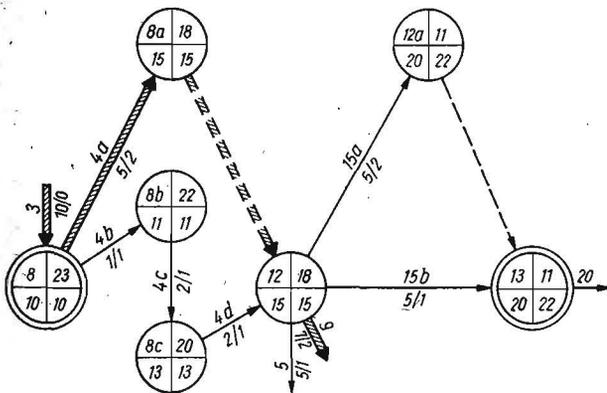


Bild 2. Zwischenetzplan zur Aktivität 14 (Stallrenovierung)

Bild 3. Zwischenetzplan an den Aktivitäten 4 und 15 (Maschinen-Instandsetzung)



Tafel 3. Aktivitäten-Aufstellung zum Zwischenetz Maschinen-Instandsetzung

a	b	c/d	e	f
4a	Instandsetzung der Traktoren x, y	5/2	3	5, 9, 15a, 15b
4b	Aufsattelpflug einsatzbereit machen	1/1	3	4e
4c	Kopplungseinrichtung instand setzen	2/1	4b	4d
4d	Herbizid-Spritzgerät in Ordnung bringen	2/1	4c	5, 9, 15a, 15b
15a	Anbau-Rübenköpfer montieren, Abstelldach konstruieren, unterstellen	5/2	4a, 4d	20
15b	Einzelkornsmaschine auf Zwangsantrieb umbauen	5/1	4a/4d	20

Damit werden Hauptnetzdiagramme übersichtlich und Änderungen erfordern nur geringfügigere zeichnerische Korrekturen. Nach der Aktivitätenliste (Tafel 1) wurde das Hauptnetz (Bild 1) gezeichnet. Tafel 2 und Bild 2 erfassen die Aktivität 14 (Stallrenovierung), die im Hauptnetz zwischen den Doppelkreisen mit den linken oberen Sektorenummern 1 und 14 liegt. Die Hauptaktivitäten 4 und 15 (Instandsetzen einiger Landmaschinen) wurden in Tafel 3 und Bild 3 analysiert. Start- und Endereigniskreise der Nebennetzdiagramme müssen selbstverständlich inhaltlich mit den entsprechenden Ereignissymbolen des Hauptnetzes übereinstimmen. Das gilt ebenso bei Änderungen zur Verbesserung der Kapazitätsauslastung.

Auch im Zwischen- oder Nebennetz können kritische Tätigkeitsfolgen auftreten. Die Komplexaktivität 4 liegt in der kritischen Aktivitätenkette des Hauptnetzdiagramms. Somit darf die Durchführung von 4a bis 4d insgesamt höchstens 5 Tage beanspruchen, wenn das Endereignis des gesamten Projektes nicht in Frage gestellt werden soll.

Tafel 1. Hauptaktivitäten-Aufstellung

a	b	c/d	e	f
1	Planung	8/2	—	13
2	Lieferfrist für Infrarot-Heizlampen	4/0	—	6
3	Lieferfrist Maschinenersatzteile	10/0	—	4
4	Maschinen-Instandsetzung	5/3	3	9, 15
5	Streuen und Einbringen von Superphosphatdünger	5/1	4	12
6	Brutanlage überprüfen, Heizlampen auswechseln, Notstromanlage	2/1	2	7
7	Elektrozäune einsatzbereit machen	1/1	6	10
8	Stall gründlich säubern, desinfizieren und auf Erneuerung vorbereiten	2/1	—	14
9	Frühjahrsfurche mit Krumenpacker Felder C, G	7/2	4	11
10	Wasserstellen kontrollieren	2/1	7	16
11	Wiese M jauchen	2/1	9	17
12	Kalkstickstoff im Feld H einbringen	3/1	5	12
13	Messebesuch, Information über neue Erntemaschinen	1/2	1	19
14	Ausbesserung Stallboden, Erneuerungen, Weißen mit Kalk usw. (s. Tafel 2!)	18/4	8	28
15	Erntemaschinenteile aus Winterverpackung lösen, montieren, Schutzdach aufstellen	5/3	4	20
16	Beregnungsanlage in Ordnung bringen	3/1	10	21
17	Klee säen	1/2	11	22
18	Sommerweizen einarbeiten, Feld F	3/2	12	23
19	Zusatzgeräte-Kauf	2/2	13	24
20	Automatische Bordwand bauen	4/3	15	25
21	Klauen verschneiden	2/2	16	27
22	Runkelrüben säen, Feld N	2/1	17	28
23	Mais säen, Felder R, L, N	1/1	18	28
24	Instand setzen der Weidemelkanlage	3/2	19	28
25	Maschinenhalle überholen (Kalken, Fenster reinigen, Anstrich)	4/3	20	28
26	Zuckerrüben säen, Felder I, J, K	3/2	22	28
27	Obstbaum spritzen usw.	2/1	21	28
28	Abschlussarbeiten Frühjahr	3/6	23 ... 27	—

Tafel 2. Aktivitäten-Aufstellung zum Zwischenetz Stallrenovierung

a	b	c/d	e	f
14a	Ausbessern von Mauerwerk, Putz, Boden, Entlüftung usw.	2/2, 3/4	8	14b, 14c
14b	Spritzen mit Kalkmilch	2/2	14a	14d
14c	Kippenster instand setzen, entrostet, streichen, Glas reinigen, Lampen säubern	2/2	15a	14d
14d	Abflüsse in Ordnung bringen	3/4	14b, 14c	14e, 14f
14e	Türen streichen, Seuchewarntafeln anbringen	4/1	14d	14g
14f	Regenableitungen reinigen, Blitzableitungen verankern, Fassade mit Zementschlemp streichen	4/3	14d	14g
14g	Dachausbesserungen	4/4	14e, 14f	—
14h	Waschraumboden ausbessern	2/2	—	14i
14i	Mindestabbindezeit Waschraumfußboden	22/0	14h	—

### Wie kann über die Netzplanung der tägliche Ak-Einsatz gleichgroß gehalten werden?

Der im Beispiel technologisch als zweckmäßig festgelegte Netzplan und der Endtermin der Projektdurchführung sind wegen Kooperationsverpflichtungen unbedingt einzuhalten. Eine zahlenmäßig beschränkte Anzahl von Arbeitskräften soll kontinuierlich eingesetzt werden.

Am rechten und unteren Rande unseres Zeitablaufplans (Bild 4) befinden sich Kontrollsummen über eingesetzte Arbeitskräfte; die Additionsprobe in beiden Richtungen muß

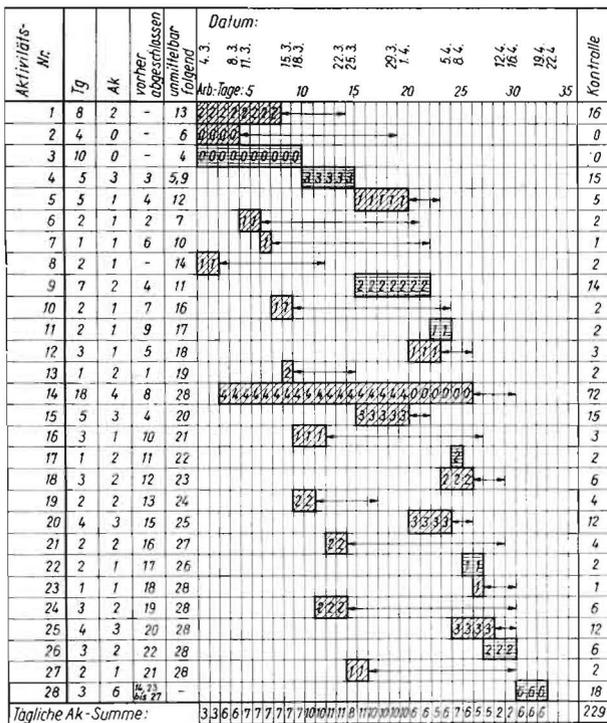


Bild 4. Zeitablauf- und Arbeitskräfteeinsatzplan (unterschiedliche Ak-Anzahl je Tag)

übereinstimmen. Teilt man die Gesamtsumme (hier 229) durch die Tagesanzahl (hier 33), dann ergibt sich der Durchschnitt täglich einzusetzender Ak; somit  $229 \text{ Ak} : 33 \text{ Tg} =$  annähernd 7 Ak/Tg.

Dieser tägliche Einsatz wurde mit dem berechtigten Zeitablauf- und Ak-Einsatzplan (Bild 5) angestrebt.

Reale Planaufschlüsselung „bis zum letzten Mann“ hat in Verbindung mit materiellem Anreiz die Wirkung eines ökonomischen Hebels, gesteckte Ziele reizen zur Übererfüllung. Die Toleranzzeiten und die Beweglichkeit der Netzplanung kommen dieser Tendenz entgegen.

Wie geht man bei der Kräfteverteilung planmäßig vor?

Mit Hilfe eines Lineals läßt sich in Bild 4, von links beginnend, jeder zahlenmäßige, senkrechte Spalteninhalt bis zur täglichen Abschlußsumme leicht verfolgen. Wo die Durchschnittssumme überschritten wird, verschiebt man Aktivitätszeiten und Ak-Anzahlen innerhalb der Schlupfzeitstreifen dorthin, wo die ursprünglich niedrigeren Spaltensummen das gestatten. Die Seitenrandsumme muß jeweils konstant bleiben. Manchmal wird das gänzliche Aussetzen einer mit Ak besetzten Aktivität notwendig und auch eine Erhöhung der Ak-Anzahl kann an einigen Tagen gerechtfertigt sein, wenn trotzdem die rechtsseitige Kontrollsumme mit der ursprünglichen übereinstimmt. Voraussetzung ist immer, daß Tätigkeitsunterbrechungen und Ak-Änderungen technologisch nicht unvorteilhaft sind. Unter vielen Varianten sind optimale durch praktische Erwägungen zu suchen. Ohne nachteilige Auswirkungen konnte (Vergleichen Sie zwischen Bild 4 und 5!) die Aktivität 27 (Obstbaum spritzen) um 1 Tag verlängert werden.

Bild 5 ergibt bis auf die Arbeitstage 32 und 33 mit nur 6 Ak durchweg den täglichen Einsatz von 7 Ak.

### Zweck der Arbeitskräfteaufteilung nach dem Netzplan

Der provisorische Charakter des Probierens — wieviel Ak gebraucht werden — muß in der industrialisierten Land-

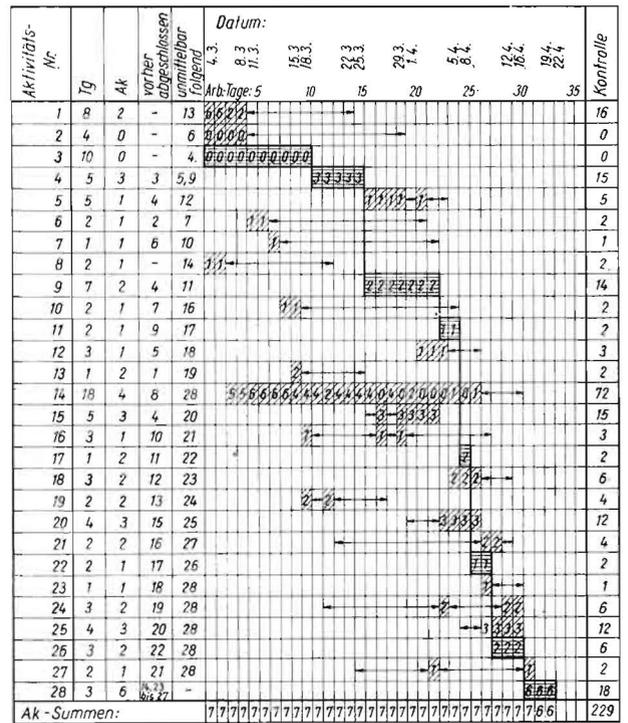


Bild 5. Korrigierter Zeitablauf- und Arbeitskräfteeinsatzplan, so daß sich gleiche Anzahlen von Ak je Tag ergeben

wirtschaft der Vergangenheit angehören. Die Versuchs-„Methode“: „Fangt nur an, wir werden dann schon sehen“, begünstigt Nachlässigkeiten und Selbstlauf, sie erlaubt aber kaum eine wirtschaftliche Planung. Mit der Netzplantechnik wird eine mathematische und somit wissenschaftliche Grundlage angestrebt. Hinzu kommt die Möglichkeit elektronischer Speicherung und Auswertung, den die Technik heute bietet; große Investitionen auf diesem Gebiet werden aber erst wirtschaftlich, wenn sie in breiter Form von der Praxis genutzt werden. Unsere Schulungsbeispiele sind leicht schriftlich zu berechnen, bei komplizierten Netzwerken soll man jedoch aus ökonomischen Gründen moderne Rechenapparate und -anlagen anwenden.

Um der Lernfreudigkeit besonders unseres Nachwuchses zu entsprechen, seien hier einige Probleme zur Lösung anheimgestellt:

### Aufgaben

- Kontrollieren Sie die Übereinstimmung der gedruckten Pläne: Stimmen z. B. die Angaben des Netzplanes (Bild 1) mit denen des Zeitablauf- und Ak-Einsatzplanes (Bild 4) überein? Können Sie die Einordnung der Zwischenetze (Bild 2 und 3) in das Hauptnetz (Bild 1) gedanklich ohne Schwierigkeiten vornehmen?
- Zeichnen Sie nach dem Zwischenetz (Bild 2) einen Zeitablaufplan und versuchen Sie dann, entsprechend der veränderten Ak-Aufteilung für die Komplexaktivität 14 in Bild 5, ein neues Zwischenetz und den dazugehörigen Zeitablaufplan zu zeichnen! Beachten Sie dabei die in Tafel 2 ausgewiesenen Abhängigkeiten!
- Zeichnen Sie anhand des Hauptnetzplanes (Bild 1) eine Aktivitätenliste und vergleichen Sie danach Ihre Angaben mit denen der gedruckten Tafel I!
- Zeichnen Sie einen Netzplan nach den Angaben in der Aktivitätenliste (Tafel I), überrechnen Sie das Netzdiagramm und stellen Sie nach Einzeichnung des kritischen Weges Übereinstimmung mit den Zahlenangaben der gedruckten Ereigniskreise fest (das Netzbild ist variabel!)
- Versuchen Sie den Zeitablaufplan nach Bild 4 so zu berichtigen, daß jeden Tag gleichviel Ak eingesetzt werden!
- Setzen Sie selbst anhand Ihrer praktischen Betriebsaufgaben einen Netzplan zusammen:
  - Aktivitätenliste aufstellen, technologische Folge, zeitparallele Tätigkeiten und Fristen beachten!
  - Netzdiagramm davon ableiten und nach Schmierkizze sauber zeichnen (Aktivitäten sollen sich möglichst nicht schneiden)! Wenn das nicht gelingt, b) vor a) probieren! A 750