

SYMPOSIUM Ermatingen, Schweiz 1978

der 5. Sektion de la 5e Section of the 5th Section

Referate

Exposés

Congress Papers

Die Modellkalkulation landwirtschaftlicher Arbeiten mit Planzeiten und teilaggregierten Daten

Dr.H.Auernhammer, Institut für Landtechnik, Weißenstephan
Bundesrepublik Deutschland

Zur Produktivitätssteigerung der in der Landwirtschaft tätigen Bevölkerung kommt dem rationellen Einsatz ihrer zur Verfügung stehenden Arbeitskraft größte Bedeutung zu. Bisher wurden zur Planung vor allem Faustzahlen und Katalogwerte verwendet. Sie sind jedoch für die jedem Betrieb eigenen und spezifischen Verhältnisse nicht mehr ausreichend und darüberhinaus für die modernen betriebswirtschaftlichen Kalkulationsmethoden zu ungenau. Deshalb müssen verbesserte Methoden zur Ermittlung und Kalkulation des Arbeitszeitbedarfes erarbeitet und über die Beratung der Praxis zur Verfügung gestellt werden.

Das Modell als Grundlage der Arbeitszeitkalkulation

Seit langer Zeit wird der Zeitbedarf für landwirtschaftliche Arbeiten über Modellkalkulationen ermittelt. Fast ohne Ausnahme bauen diese Modelle auf Planzeiten vom Typ des "Standards" auf. Der einzelne Zeitwert für einen Arbeitsabschnitt ist darin ein repräsentativer Mittelwert. Alle für einen Arbeitsablauf notwendigen "Standards" werden additiv zum Gesamtzeitbedarf verknüpft. Abweichungen der Bedingungen können in diesen Modellen nur durch die Verwendung neuer, wiederum repräsentativer Planzeiten berücksichtigt werden oder das Ergebnis wird nach Schätzungen geändert. Somit besitzen diese Modelle einen statischen Charakter.

Die Berücksichtigung wechselnder Einflüsse, wie unterschiedliche Tierzahlen, unterschiedliche Futtermengen, unterschiedliche Feldentfernungen und Schlaglängen usw. sind bei dieser Form der Modellkalkulation nur möglich, wenn das gesamte Modell oder zu-

mindestens Teile davon neu erstellt werden. Eine Untersuchung einzelner oder mehrerer Einflußgrößen ist damit sehr zeitaufwendig und erfordert einen hohen manuellen Aufwand für immer wiederkehrende Modellbildungen.

Diese Nachteile können vermieden werden, wenn anstelle der Standards auf Planzeitfunktionen zurückgegriffen wird und das Modell damit einen dynamischen Charakter erhält. In ihnen sind die möglichen Einflußgrößen schon enthalten. Schwierig gestaltet sich dabei nicht so sehr die Erstellung und Verknüpfung, als vielmehr die Verarbeitung eines fertigen Modells, denn größere Modelle können mit einem vertretbaren Aufwand nur durch den Einsatz der EDV bearbeitet werden.

Grundsätzlich bestehen zwei Möglichkeiten zur Modellverarbeitung (Abb.1):

1. Die programmierte Einbettung der benötigten Planzeiten in ein Modellprogramm oder
2. die Speicherung der Modelle in einer Modelldatei und deren Verarbeitung durch ein eigenes Verarbeitungsprogramm.

Beide Formen besitzen Vor- und Nachteile im Hinblick auf die Anwendung (Tab.1). Läßt man dabei aber die Fragen der Mehrstellen- und der Mehrmannarbeit außer acht, dann zeichnen sich für die Form der Modellspeicherung in einer Modelldatei und der Verarbeitung über ein kleines Verarbeitungsprogramm die größeren Vorteile ab. Hinzu kommt, daß nur bei dieser Form auch von anderen Seiten auf die Modelle zurückgegriffen werden kann und damit nicht nur reine Arbeitszeitbedarfszahlen, sondern auch damit zusammenhängende und davon abhängende Informationen verarbeitet werden können.

Die Formen eines Modells

Damit gewinnen die Fragen zur Form der Modelle an Bedeutung. Im Hinblick auf die Arbeitszeitkalkulation besitzt ein Modell wenigstens 4 klar voneinander trennbare Beschreibungsteile (Abb.2)nämlich:

1. Die Benennung mit Angabe der Erstellung, des Verfassers und der Zeitmeßpunkte,
2. die verbale Inhaltsbeschreibung durch Angabe des Arbeitsablaufes,
3. eine Einflußgrößenliste mit Dimension und Voreinstellwert und
4. die eigentliche Planzeit in Form eines repräsentativen Mittelwertes oder einer Funktion zuzüglich der statistischen Angaben über die Güte dieses Wertes.

$t = a + b x$ mit $a =$ Achsenabschnitt
= Zeitwert für Beschleunigung
und Abbremsen
und $b \cdot x =$ die erforderliche Weglänge
multipliziert mit dem Zeit-
bedarf für einen Meter

die Frage nach dem Gesamtzeitbedarf.

Gleichzeitig werden aber für eine ökonomische Beurteilung des Arbeitsablaufes die Einsatzstunden des Schleppers und die dafür erforderliche Betriebsmittelzufuhr in Form von Treibstoff benötigt. Die Information über den Umfang beider Faktoren sind aber nur in direkter Verbindung mit dem Zeitbedarfswert zu erhalten, weil er über die zeitliche Länge (sprich Einsatzzeit) und über die erforderliche Energiezufuhr (Verbrauch in g/min oder in kW eines Elektrogerätes) Aufschluß geben kann.

Handelt es sich dagegen um eine rein manuelle Tätigkeit in einer Planzeit, dann ist als Zusatzinformation für die Pausengestaltung die Arbeitsschwere, d.h. der Ermüdungsanstieg für eine praxisnahe Modellkalkulation erforderlich.

Derart in ein Datenmodell eingespeicherte Informationen verleihen diesem Modellteil einen echten Dokumentcharakter und gestatten direkt in Verbindung mit der Zeitkalkulation die Erstellung einer Ergebnismatrix der Form von Tabelle 2. Sie ergibt eine umfassende Informationsmöglichkeit über die zum Arbeitsprozeß benötigten Mengen an

- Zeit für die gesamte Arbeitsdurchführung
für die Erholung
(für Unterbrechung durch Störungen)
- Zeit für den Maschinen- und Geräteeinsatz,
- Menge der Energiezufuhr in Form von
elektrischer Energie oder
Dieselölverbrauch

sowohl für die Gesamtarbeit als auch für die einzelnen, am Ablauf beteiligten Elemente. Sie ermöglichen selbstverständlich eine Verknüpfung mit Preisen und führen dadurch zum Mengen- und Preisgerüst einer Modellkalkulation.

Die Planzeit "gehen ohne Belastung" stellt erfahrungsgemäß in der Landwirtschaft einen wesentlichen Bestandteil aller Modelle dar. Sie tritt z.B. auf im

gehen zur Stalltüre,
gehen zum Gerät,
gehen zum Schlepper usw.

Somit wird diese Planzeit in den verschiedensten Formen für Elementmodelle benötigt. Um jedoch immer auf diese eine Planzeit zurückgreifen zu können und damit eine Änderung dieser Planzeit in alle Modelle eingehen zu lassen, bedarf es im Elementmodell zwar elementspezifischer Angaben in den Beschreibungsteilen 1-3, Teil 4 muß jedoch immer aus der Planzeit übernommen werden. Ein Elementmodell ist somit immer nur ein Teilmodell mit einem Hinweis auf die benötigte Zeitformel (Abb.5). Ebenso verhält es sich bei den übergeordneten Modellen. Allerdings wird dort auf einen schon bestehenden Verknüpfungsteil eines Modells auf der gleichen Ebene zurückgegriffen und insgesamt sind somit drei Modellformen in einem Gesamtmodell möglich:

- Das Datenmodell (=Planzeit)
- das Verknüpfungsmodell und
- das Überschreibungsmodell mit den Verknüpfungs- oder Zeiteil eines schon bestehenden und nur einmal gespeicherten Modells oder einer Planzeit.

Zum Inhalt des Datenmodells

Wie schon aufgezeigt wurde, führen alle Kalkulationen in einem Gesamtmodell auf das Datenmodell (=Planzeit) zurück. Das bedeutet, daß über den Zeitbedarf hinausgehende Informationen ohne Schwierigkeiten verarbeitet werden können, wenn sie als zusätzliche Informationen im Datenmodell gespeichert werden. Wiederum soll ein Beispiel die Zusammenhänge durchsichtiger gestalten:

Wird in einem Modell die Planzeit "Mit dem Schlepper im Hofbereich fahren" benötigt (Abb.6), dann beantwortet die Zeitfunktion

Hierarchie der Modelle und Teilmodelle

Letztlich kann eine Modellkalkulation aber nur fehlerfrei ablaufen, wenn die dazu erforderlichen Modellteile unverkennbar gekennzeichnet und unverwechselbar gespeichert sind. Daß beides unter dem Gesichtspunkt minimalen Speicherplatzbedarfes zu erfolgen hat, sei hier nur am Rande erwähnt.

Nach Abb.4 sind für ein Gesamtmodell

- 1 Modellteil für die Verknüpfung der Vorgangsmodele,
- mehrere Untermodelle je Vorgangsmodele,
- mehrere Untermodelle je Teilvorgangsmodele und
- eine begrenzte Anzahl an Planzeiten für die Elementmodelle

erforderlich. Demnach bietet sich eine Einordnung in numerischer Folge auf der Basis 10 der Zahlengerade geradezu an. Sie wird auf Abbildung 7 dargestellt. Danach könnten im Zahlenbereich 1-9 neun Gesamtmodelle eingeordnet werden, welche z.B. alle Bereiche der Innenwirtschaft abdecken könnten. Werden die Gesamtmodelle eine Ebene tiefer eingereiht, dann könnten schon 99 Gesamtmodelle oder 10 Gesamtmodelle je Kapitel eingeordnet werden. Für jedes dieser Gesamtmodelle stünden auf der darunterliegenden Ebene 10 Untermodelle zur Verfügung und jedes dieser Untermodelle könnte wieder auf 10 weitere Untermodelle aufbauen. Als Basis stünde schließlich ein fast unerschöpflicher Bereich auf der Ebene 10^5 zur Verfügung. Alle Planzeiten könnten aber auch in einer eigenen Planzeitdatei gespeichert werden. Insgesamt würde in diesem System allein durch die Systemnummer jedes Modell hinsichtlich der Zugehörigkeit

- erste Ziffer = Kapitel (=Produktionsbereich)
- Zahl der Ziffern = Modellebene (=Aggregationsintensität) gekennzeichnet sein.

Somit könnte durch einen im Verarbeitungsprogramm frei wählbaren Einstieg auf ein oder mehrere Modelle sichergestellt werden, daß

- verschieden stark aggregierte Modelle einzeln oder
- additiv verknüpfte Teilmodelle

zu kalkulieren wären. Einer universellen Anwendbarkeit der gespeicherten Modelle wären damit nur noch geringe Grenzen gesetzt.

Zusammenfassung

Die bisherigen statischen Formen der Modellkalkulation reichen für eine exakte Analyse nicht mehr aus. Mehr Möglichkeiten bieten dynamische Modelle mit der Darstellung des Zeitbedarfes in Form von Funktionen.

Derartige Modelle können in einem Modellprogramm gespeichert und verarbeitet werden. Effizienter ist jedoch die Trennung von Modellen u. Verarbeitungsprogramm. In diesen Fällen nimmt eine Modelldatei die Modelle auf. Sie können nach einem hierarchischen Nummernsystem eingeordnet werden und sind damit jederzeit wieder auffindbar.

Bei den Modellen ist zwischen Daten-, Verknüpfungs-, und Überschreibungsmodellen zu unterscheiden. Ein Gesamtmodell besteht aus teilaggregierten Modellen für Arbeitsvorgänge, Arbeitsteilvorgänge und Elementmodellen. Letztere beziehen ihre Zeitwerte aus den Planzeiten.

Falls in den Planzeiten auch Informationen über die zeitabhängigen Beziehungen zwischen der Arbeitsschwere und der Zufuhr elektrischer oder mineralischer Energie mitgespeichert werden, erlaubt diese Form der Modellkalkulation die Erstellung eines umfassenden Mengengerüsts für die landwirtschaftliche Produktion.

Tabelle 1: Bewertungskriterien der Modellkalkulationsformen

Parameter		Modellprogramm	Modelldatei + Verarbeitungspr.
Modellgestaltung	Erstellung und Änderung	schwierig	einfach
	Fortschreibung und Erweiterung	schwierig	einfach
	Modellformen für Mehrpersonen- und Mehrstellenarbeit	günstig	schwierig
	Erstellung von Gesamtarbeitsmodellen	schwierig	einfach
	Speichermöglichkeit von Zusatzinformationen	gering	sehr günstig
	Modelle von anderer Seite ansprechbar	nein	ja
Software	Speicherbedarf Kernspeicher externer Speicher	groß klein	klein groß
	Übertragungsfähigkeit (Kompatibilität)	gut	schwierig
	Rechenzeitbedarf	niedrig	höher

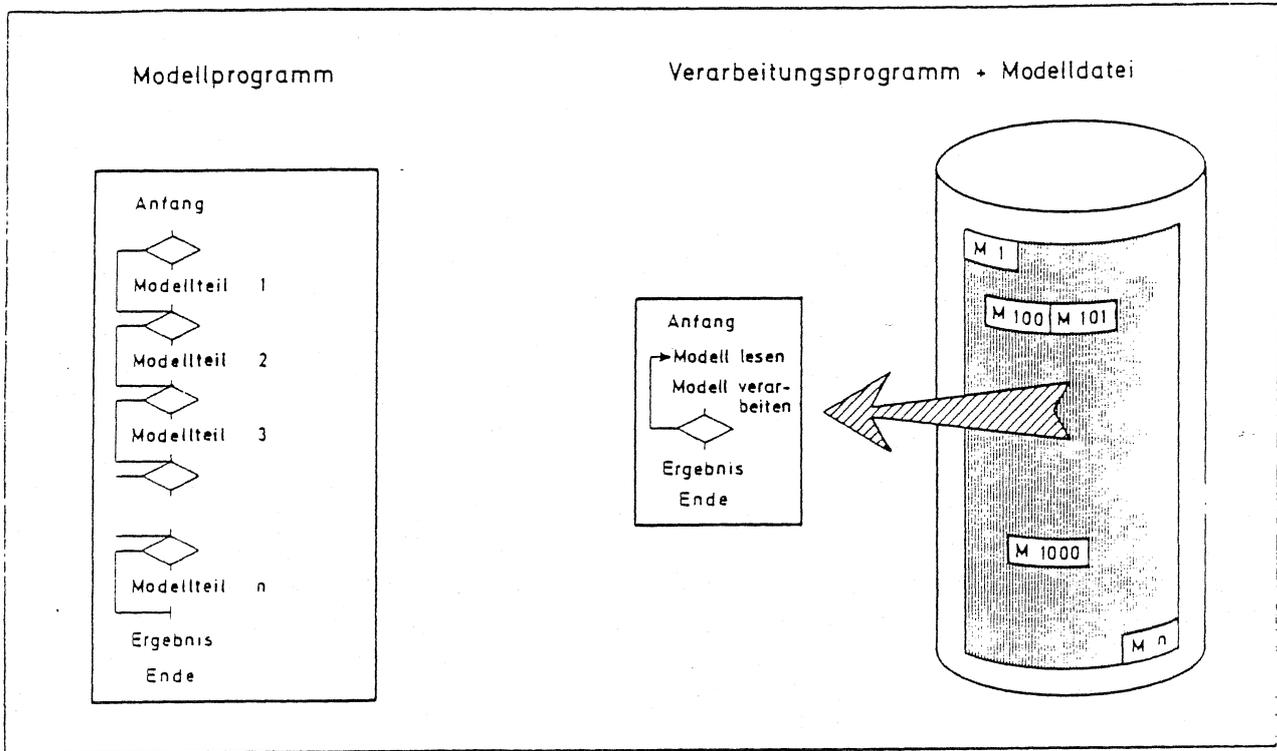


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Modellverarbeitungsmöglichkeiten

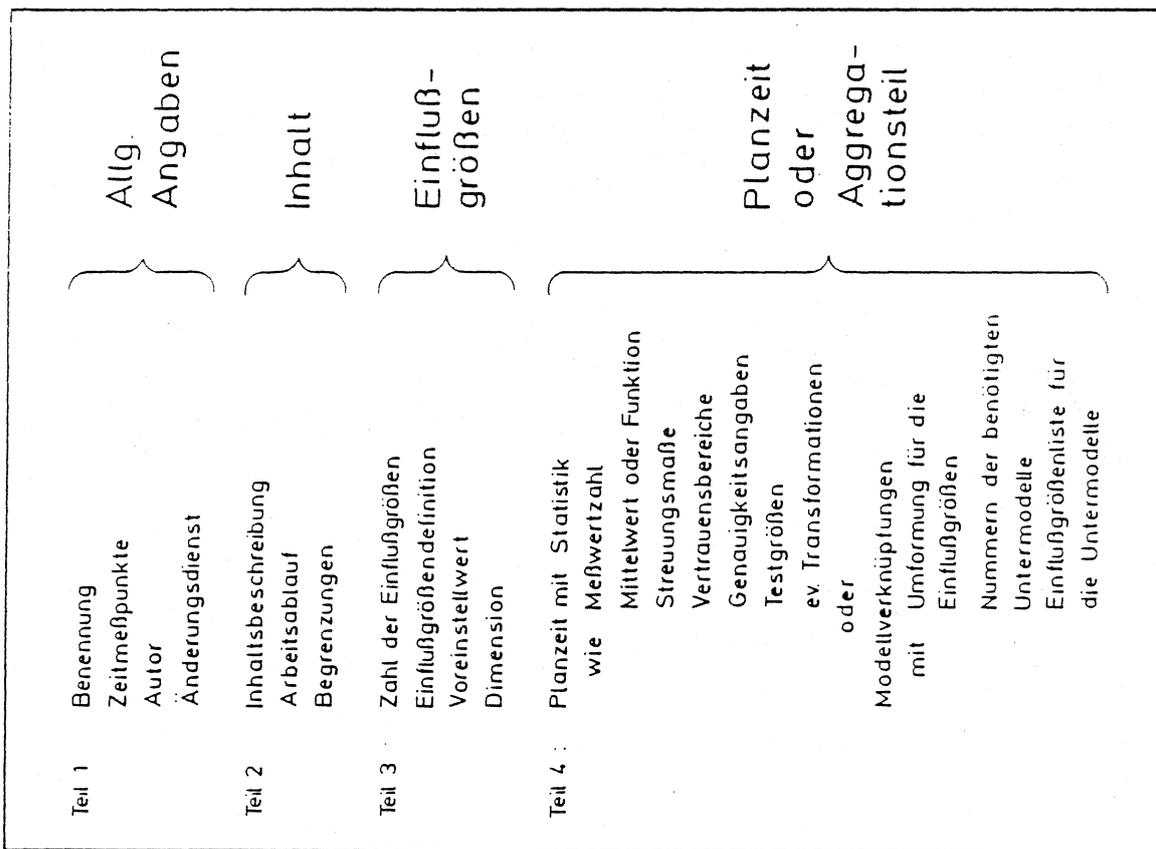


Abbildung 2: Obligatorische Bestandteile eines Modells

Arbeitsabschnitt	Innenwirtschaft	Außenwirtschaft
Gesamtarbeit	Mast eines Bullen ...	Erzeugung von 1ha Getreide ...
Arbeitsvorgang	Füttern Entmisten Sonderarbeiten ...	Saatbettbereitung Saat Pflege Ernte Pflügen ...
Arbeitsteilvorgang	Trog fegen Grundfutter zuteilen Kraffutter zuteilen Futtertisch säubern ...	An Schlepper Gerät anbauen Fahrt zum Feld Gerät am Feld rüsten Feld oder Frucht bearbeiten Gerät be-oder entleeren ...
Arbeits-oder Prozeßelement	Zur Stalltüre gehen Stalltüre öffnen Schalter betätigen ...	Zur Schleppergarage gehen Garagentor öffnen Zum Schlepper gehen ...

Abbildung 3: Beispiele für Arbeitsabschnitte aus der Innen- und Außenwirtschaft

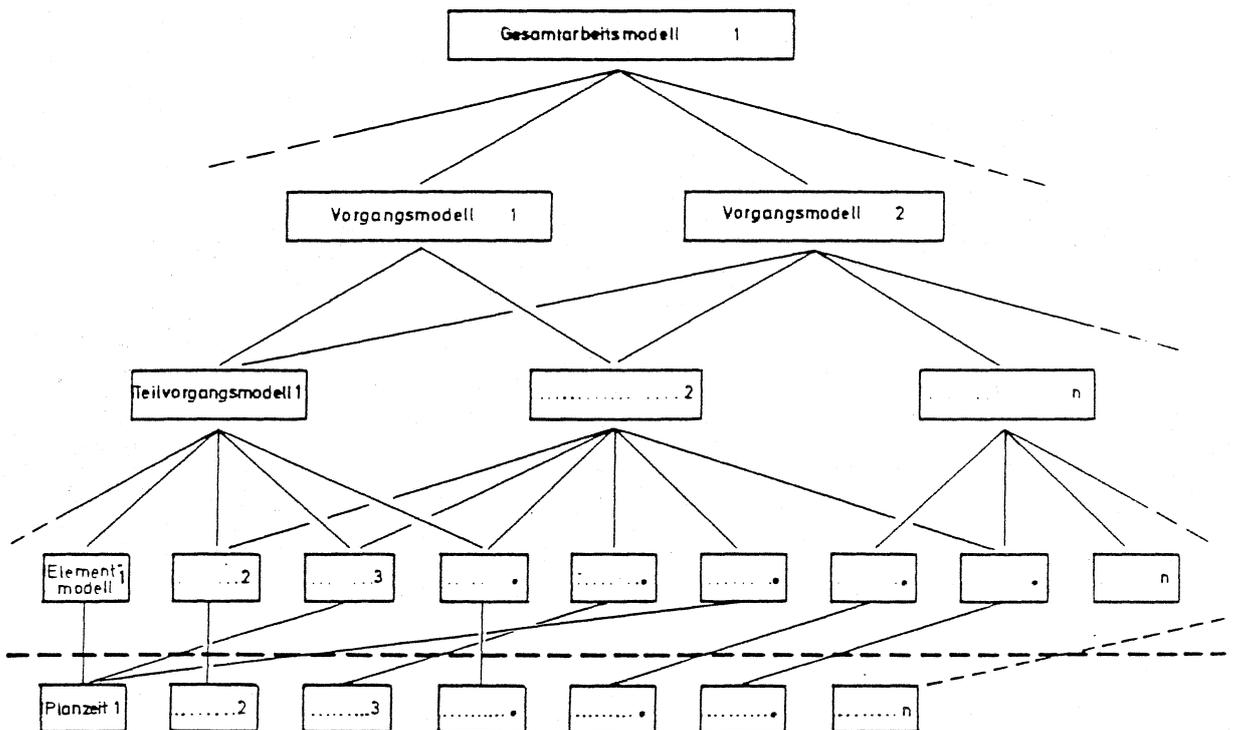


Abbildung 4: Gliederungshierarchie von den Planzeiten über Elementmodelle, Teilvorgangmodelle und Vorgangmodelle zum Gesamtarbeitsmodell

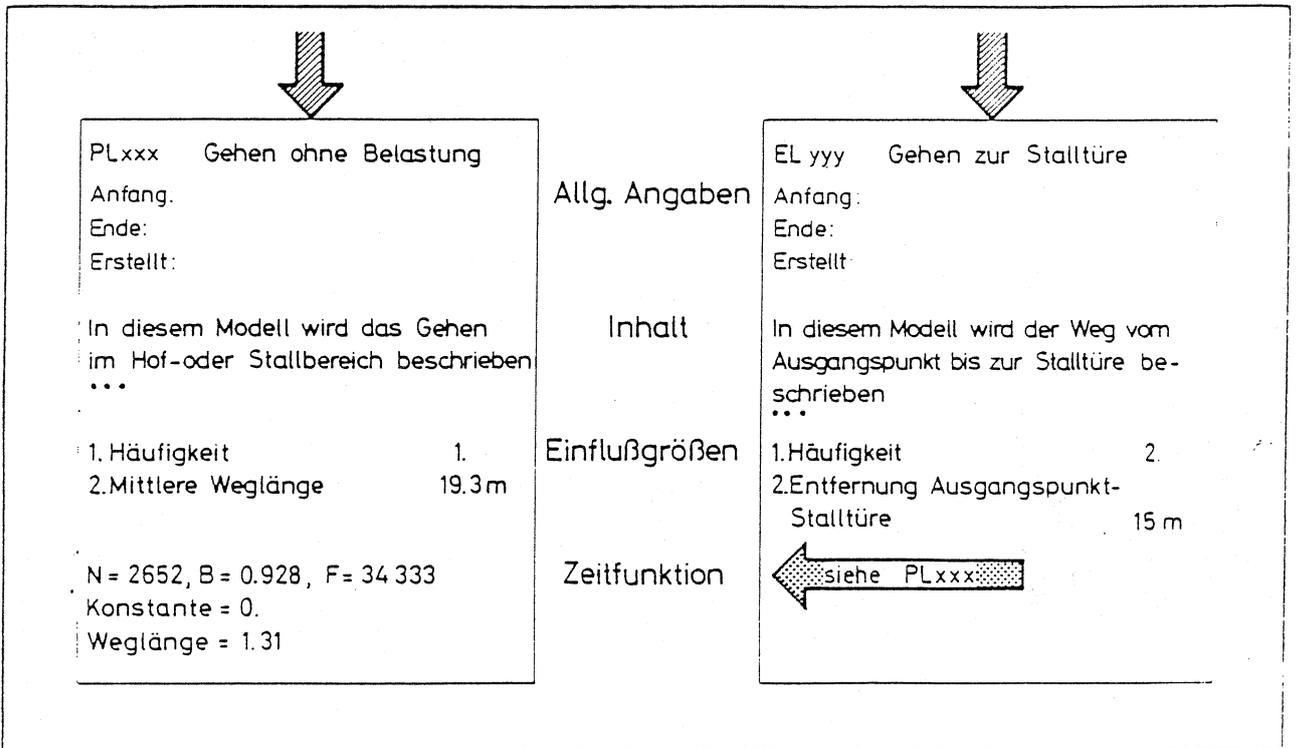


Abbildung 5: Zusammenhänge zwischen Planzeit und Modell

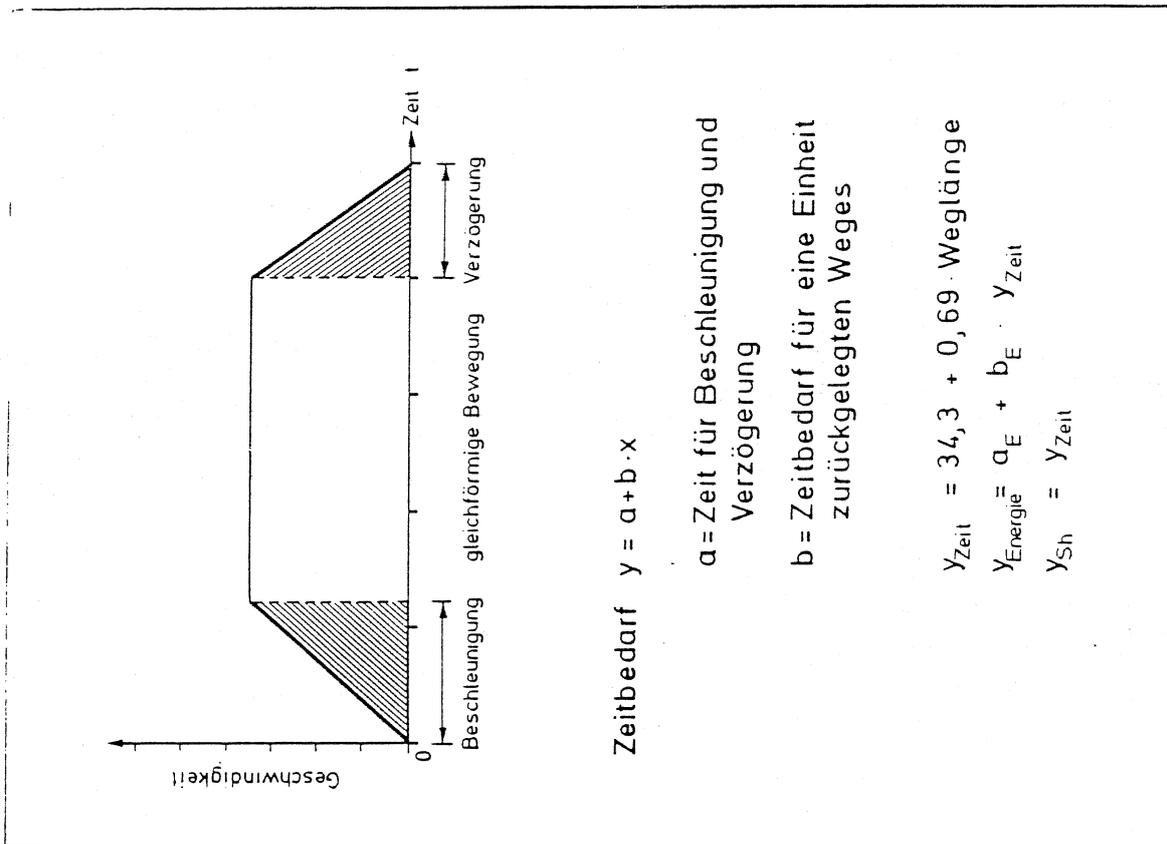


Abbildung 6: Zeitbedarf für das A'element "Schlepper im Hofbereich fahren"

Tabelle 2: Mengengerüst einer Modellkalkulation

Element \ Art	Arbeitszeit [1/100 min]			Maschinen u. Geräte [1/100 min]		Energiezufuhr [kW] [l]	
	Tätigkeit	Unterbrechung Störung	Erholung	Schlepper	Verarbeitungsm.	Elektroenergie	Mineralöl
1.	50	—	—	—	—	—	—
2.	220	13	—	220	—	—	2000
3.	30	—	—	—	3000	4,5	—
•							
•							
•							
n	—	—	500	—	—	—	—
Gesamtbedarf	7000(..%)	150(..%)	600(..%)	4000	3000	4,5	14

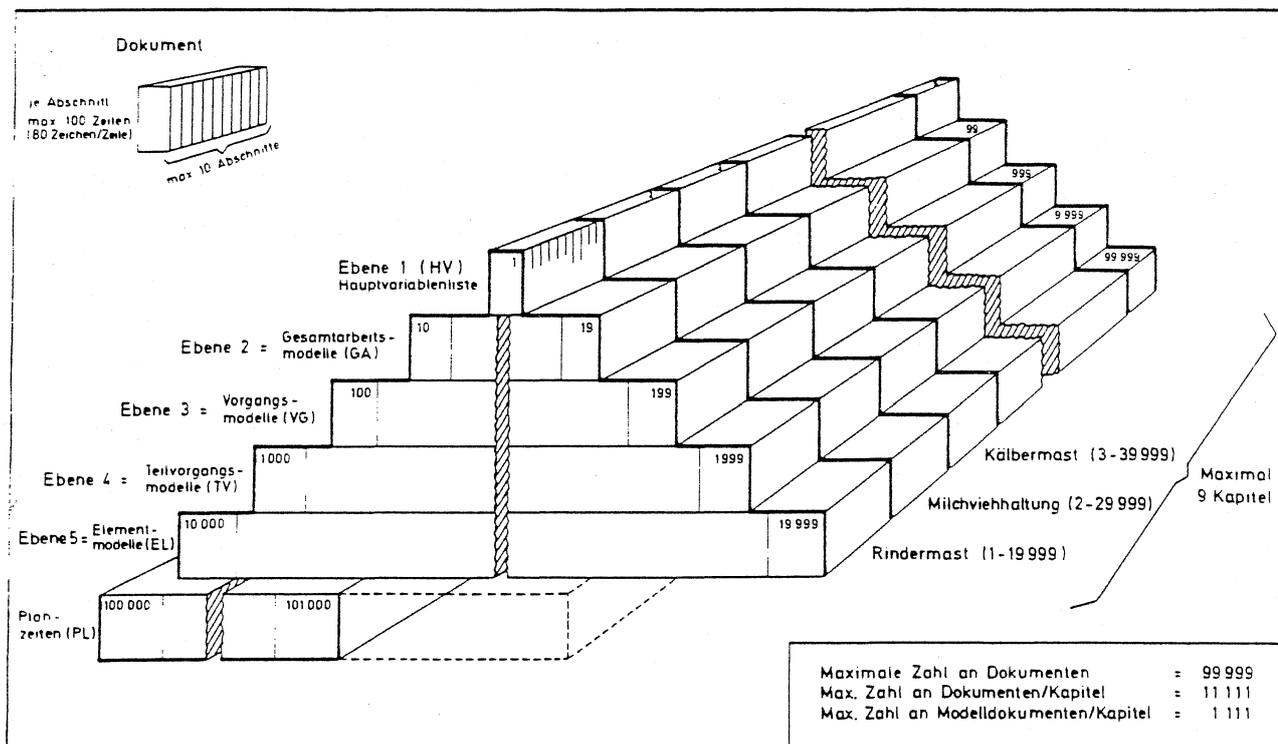


Abbildung 7: Struktur der Dokumentdatei für die Modellkalkulationen der Innenwirtschaft