

Barbara Spieß und Hermann Auernhammer, Freising

# Anpassung des Arbeitsvoranschlages an Klimazonen

**Zur Optimierung der Auslastung von Maschinen und Arbeitskraft ist in der Außenwirtschaft eine Planung auf Wochenbasis nötig. Dazu wurde das Arbeitszeitkalkulationsprogramm APLAN unter besonderer Berücksichtigung des Wetterrisikos entwickelt. Es berücksichtigt die Klimaregioneinteilung des KTBL für die verfügbaren Zeiten von März bis November. Die Eingabe erfolgt in definierten Masken mit vorgegebenen Ausführungszeitpunkten der benötigten Arbeitsverfahren. Diese wurden für Bayern aus Schlagkarteiaufzeichnungen und aus den Wetterdaten des Bayerischen Agrarmeteorologischen Meßnetzes abgeleitet.**

Landwirtschaftliche Betriebe sind einem wachsenden Kostendruck ausgesetzt. Neben dem Betriebsmanagement werden die Produktionskosten immer mehr zur entscheidenden Größe. Um diese zu senken, muß eine optimale Maschinenauslastung und Betriebsorganisation angestrebt werden. Deren Planung im betrieblichen und insbesondere im überbetrieblichen Maschineneinsatz wird um so besser, je kürzer die Planungseinheiten sind. Sinnvollerweise sollten sie an übliche Planungssysteme anzupassen sein, welche überwiegend auf die Woche aufbauen. Für eine schnelle und sichere Planung empfiehlt sich die Nutzung vorgegebener Daten und eines benutzerfreundlichen EDV-Programms.

Das zentrale Problem bei der Maschineneinsatzplanung ist die Bestimmung der Längen und der Zeitpunkte des Maschineneinsatzes. Sie werden neben den Witterungs- und Bodenverhältnissen durch die Wahl des Produktionsverfahrens beeinflusst. Dabei nimmt die Mechanisierung (kW-Angebot der Zugmaschine, Arbeitsbreite) eine zentrale Stellung ein. Jedoch werden bei erhöhtem Wetterrisiko, wenn möglich, schlagkräftigere Maschinen gewählt. Alternativ dazu können weniger risikoreiche Produktionsverfahren gewählt werden. In jedem Fall gilt jedoch die hohe Abhängigkeit vom Wetter

in der Landwirtschaft. Nicht nur Pflanzenwachstum und Ertrag landwirtschaftlicher Kulturen unterliegen dem Wettereinfluß. Bodenbearbeitung, Pflege- und Pflanzenschutzmaßnahmen sind nur möglich, wenn der Boden aufgrund günstiger Witterung befahrbar ist. Somit ist bei der Planung von Verfahren die verfügbare Zeit die entscheidende Größe.

## Klimaregionen nach KTBL

Zur Abschätzung des Wetterrisikos hat das KTBL 1990 Klimaregionen mit der zur Verfügung stehenden Zeit ermittelt [1]. Das Modell beruht auf der Simulation der Bodenfeuchte mit Wetterdaten [3]. Es geht davon aus, daß der Feuchtegehalt der Bearbeitungszone des Ackerbodens die Durchführung von Feldarbeiten bestimmt. Danach gibt es drei Anspruchsstufen an die Bodenfeuchte und eine Unterscheidung in drei Bodenklassen.

Diese Klimaregioneinteilung liefert die verfügbare Feldarbeitszeit von März bis November. Sie sollte im Vorhaben durch die Ausführungszeitpunkte der Arbeitsverfahren für einzelne Produktionsverfahren ergänzt werden. Die These war, daß die Ausführungszeitpunkte der Arbeitsverfahren für einzelne Produktionsverfahren mit der Witterung und somit mit den Klimaregionen korrelieren. So wurde davon ausgegangen, daß die WW-Aussaat in einer warmen Klimaregion später als in einer kalten Klimaregion ausgeführt wird, da noch höhere Temperatursummen zu erwarten sind und ein späteres Vegetationsende eintreten wird. Diese vordefinierten Produktionsverfahren je Klimaregion sollten die Arbeitszeitkalkulation beschleunigen.

für Klimaregionen zu entwickeln, mußte im ersten Schritt diese Einteilung verifiziert werden. Dazu wurde auf die Daten der Wetterstationen des bayerischen Agrarmeteorologischen Meßnetzes zurückgegriffen. Dieses Netz wurde 1989 im Rahmen des Programmes „Umweltgerechter Pflanzenbau“ aufgebaut. Bis 1996 standen 118 Wetterstationen in den verschiedenen Regionen. In den Daten sind enthalten: Lufttemperatur (in 2 und 0,20 m Höhe), Bodentemperatur (in 0,05 m und 0,20 m und in 0,50 m Tiefe), relative Luftfeuchte (in 2 m Höhe), Regen-summe, Blattfeuchte, Globalstrahlung und Windgeschwindigkeit (in 2,50 m).

Mit diesen Klimadaten konnte die Bodenfeuchte nach DYER/BAIER simuliert werden. Mit der simulierten Bodenfeuchte für die Jahre 1989 bis 1996 wurde für den Monat September eine Klimakarte erstellt. Die Grenzen der Klimaregionen sind nur schwer nachzuvollziehen, da die Abgrenzung bei AUGTER unter Berücksichtigung der Höhenabstufung erfolgte. Jedoch konnten die Kerngebiete der Klimaregionen mit den Wetterdaten des Bayerischen Agrarmeteorologischen Meßnetzes eindeutig bestimmt werden.

Laut AUGTER liegt die Bodenfeuchteobergrenze der Anspruchsstufe 2 bei mittlerem Boden bei 20 mm [1]. Von März bis November wurden für jede Station einer Klimaregion die Tage, an denen die Bodenfeuchte unter 20 mm lag, aufsummiert und für jede Klimaregion gemittelt. Die Differenz der verfügbaren Feldarbeitstage zwischen den Klimaregionen bei der Nachbildung und beim KTBL ist etwa gleich groß. Dies bedeutet, daß

## Verifikation der Klimaregionen

Um aufbauend auf die Klimaregioneinteilung für Bayern (nach KTBL) Produktionsverfahren

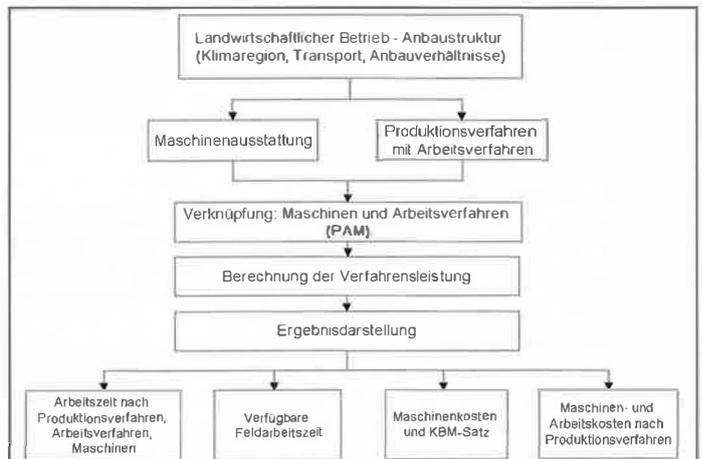


Bild 1: Ablaufschema Beraterprogramm APLAN

Fig. 1: Process chart for the advisor programme APLAN

Dipl.-Ing. agr. Barbara Spieß ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Landtechnik der Universität München; Prof. Dr. Hermann Auernhammer ist Extraordinarius für Technik in Pflanzenbau und Landschaftspflege am Institut für Landtechnik, Am Staudengarten 2, 85350 Freising.

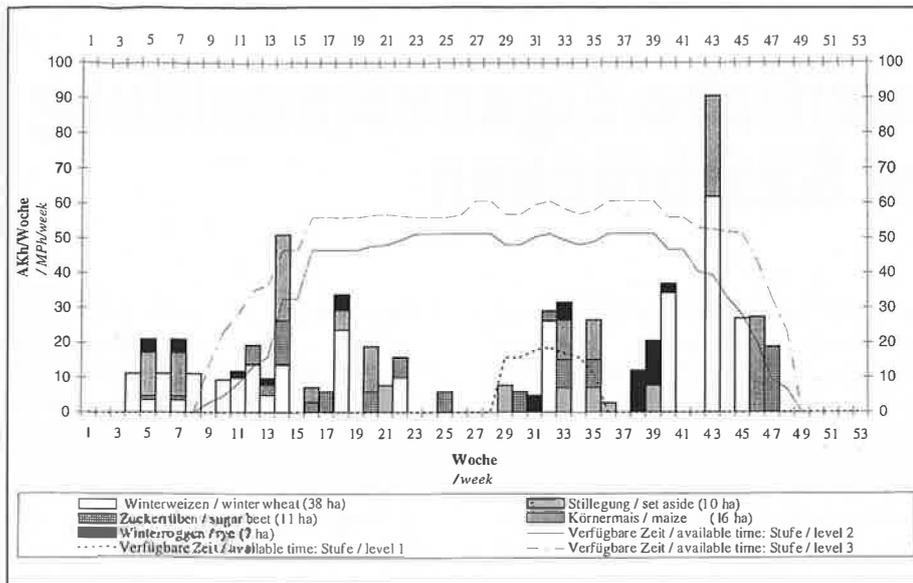


Bild 2: Arbeitszeitbedarf je Produktionsverfahren und verfügbare Feldarbeitszeit eines landwirtschaftlichen Betriebes bei München (82 ha) ermittelt mit APLAN

Fig. 2: Working time requirement of production processes and available field working time of a farm near Munich (82 ha) determined with APLAN

mit den Wetterdaten des Bayerischen Agrarmeteorologischen Meßnetzes die Unterschiede zwischen den Regionen erfaßt werden können.

Der mittlere Vegetationsbeginn und die Klimaregionen Bayerns korrelieren negativ miteinander. Dies bedeutet, daß in einer wärmeren Klimaregion der Vegetationsbeginn früher einsetzt. Hingegen korrelieren das Vegetationsende und die Klimaregionen Bayerns positiv miteinander. Somit ist in einer wärmeren Klimaregion mit einem späteren Vegetationsende zu rechnen.

### Beispiel Aussaat für das Standardverfahren Winterweizen

Aufbauend auf diese Feststellung wurde im nächsten Schritt zur Entwicklung standardisierter Produktionsverfahren für die Klimaregionen Schlagkartedaten ausgewertet. Es standen die Schlagkartedaten der Bayerischen Schlagkartei seit 1980 für die Klimaregion 2, 4, 5, 6, 7, 8 zur Verfügung. Erste Ergebnisse sollen am Beispiel der WW-Aussaat aufgezeigt werden:

Ab Anfang Oktober (40. Woche) wird die Winterweizenaussaat empfohlen. Bei früherer Saat ist mit einer stärkeren Krankheitsgefährdung (Halbbruch) zu rechnen, jedoch sind bei einer frühen Saat Mehrerträge erzielbar. Den Pflanzen müssen nach der Aussaat genügend (0 bis 60) Vegetationstage zur vegetativen Entwicklung zur Verfügung stehen. Anhand von Teiltemperatursummen müßte eine Anpassung der Saatzeit an den Standort möglich sein. Jedoch wird für den Winterweizen für den Herbst eine benötigte Teiltemperatursumme von 0 bis 400 °C angegeben [2].

Bei der Auswertung der Schlagkartedaten ist nur eine sehr geringe Korrelation zwischen den Aussaatzeitpunkten und den Klimaregionen festzustellen. Die Zuverlässigkeit der Angaben der Schlagkartei hinsichtlich des Ausführungszeitpunktes ist nicht zu kontrollieren. Desweiteren geben die Angaben keine Auskunft über den optimalen Aussaatzeitpunkt, sondern nur über den praxisüblichen Zeitpunkt. Die Angaben können anhand der Höhe der Ernteerträge nicht klassifiziert werden. Auch die Sortenunterschiede wurden bei dem verwendeten Datenmaterial nicht erfaßt. Im Mittel wird in der 43. Woche (2. Oktoberhälfte) gesät. In der Klimaregion 8 erfolgt die Saat tatsächlich eine halbe Woche später und in der Klimaregion 4 ein halbe Woche früher. Die Standardabweichung der Mittelwerte der Aussaatzeitpunkte schwankt um zwei Wochen. Auch die Anzahl der Vegetationstage bis Vegetationsende und die Teiltemperatursummen geben keine näheren Anhaltspunkte. Im Mittel wird 16 Tage vor Vegetationsende bei einer mittleren noch zu erwartenden Temperatursumme bis Vegetationsende von 100 °C gesät.

Die WW-Aussaat läßt sich demnach auf Wochenbasis nicht eindeutig nach Klimaregionen unterscheiden. Erste Untersuchungen zu anderen Produktionsverfahren zeigen, daß eine Differenzierung der Ausführungszeitpunkte auf Wochenbasis mit dem verwendeten Datenmaterial nach Klimaregionen schwierig wird. Jedoch sollen vordefinierte Produktionsverfahren mit den entsprechenden Arbeitsverfahren und Ausführungszeitpunkten dem Arbeitszeitkalkulationsprogramm hinterlegt werden und zur einfacheren

Festlegung der zu planenden Arbeitsverfahren dienen.

### Beraterprogramm APLAN

Für die Planung wurde im Auftrag des BStMELF ein einfach einsetzbares, dialoggesteuertes, betriebsspezifisch anzupassendes und mit geringem Aufwand zu nutzendes Planungsprogramm auf Wochenbasis entwickelt. APLAN (Außenwirtschaft Arbeitszeitplanung) wurde für die Verwendung auf einem Personal-Computer in MS-EXCEL 7.0 erstellt. Das Programm hat folgenden Aufbau (Bild 1).

Nach der Eingabe der Anbaustruktur (Klimaregion, Transportkenndaten und Anbauverhältnisse) muß eine Maschinenauswahl der betriebseigenen Maschinen erfolgen. Dazu ist dem Programm ein Teil der KTBL-Maschinendatenbank hinterlegt [4].

Nach der Maschinenauswahl werden die betriebseigenen Produktionsverfahren mit den entsprechenden Arbeitsverfahren und der Ausführungswoche festgelegt. Hier sollen die mit der Bayerischen Schlagkartei erstellten Produktionsverfahren eingesetzt werden.

Im nächsten Schritt werden die Arbeitsverfahren mit den Maschinen verknüpft. Arbeiten können auch überbetrieblich erledigt werden. Die Berechnung der Verfahrensleistung erfolgt für die durchschnittlich eingetragene Schlaggröße. Im Anschluß daran sind verschiedene grafische und tabellarische Ergebnisdarstellungen möglich.

Bild 2 zeigt als Beispiel den Jahresaufriß der benötigten Arbeitszeit eines Betriebes auf Wochenbasis. Der Arbeitszeitbedarf kann nach den Produktionsverfahren unterschieden werden. Zur Einordnung der Ist-Situation wird die laut KTBL zur Verfügung stehende Zeit gegenübergestellt. Andere Ergebnisdarstellungen sind möglich wie etwa Maschineneinsatzzeiten oder Arbeitszeitbedarf eines Produktionsverfahrens nach Arbeitsverfahren. Das Projekt Beraterprogramm wird bis zum Jahresende 1997 zum Abschluß kommen.

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT 98116 erhältlich.

### Schlüsselwörter

Klimaregion, Arbeitszeitkalkulation, Außenwirtschaft, Standardverfahren, APLAN

### Keywords

Climatic areas, calculation of working time, field work, standard methods, APLAN