



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

# Planung und Optimierung der Bestandsführung in der Milchviehhaltung unter Quotenbedingungen

HEINZ BAUR und REINER DOLUSCHITZ

## Zusammenfassung

Mit Einführung der EU-Garantiemengenregelung besteht für die milchproduzierenden Betriebe insbesondere aus wirtschaftlichen Gründen die Notwendigkeit, die einzelbetrieblich vorgegebene Referenzmenge möglichst exakt zu erfüllen. Da der Landwirt bei der Durchführung der dafür notwendigen Managementaufgaben vor allem bei großen Milchviehbeständen und entsprechend umfangreicher Datenfülle häufig überfordert ist, ist im Rahmen dieser Arbeit ein EDV-System für diese Aufgabe entwickelt worden.

Zur Abbildung der Milchproduktion in einem formalen Modell wird das Gesamtsystem in drei Teilmodelle gegliedert. Im "Produktionsmodell" werden die tierphysiologischen Produktionsprozesse, die für eine korrekte Nachbildung des Produktionsablaufs relevant sind, allgemeingültig abgebildet. Das "Betriebszweigmodell" dient der Abbildung der Milchviehherde auf Einzelbetriebsebene. Das "Planungsmodell" umfaßt zwei Aufgabenbereiche. Der erste Bereich dient der Steuerung der Bestandsführung durch die verschiedenen Anpassungsmaßnahmen und stellt somit das eigentliche Planungsmodul dar. Der zweite Teilbereich hat die Aufgabe, die naturalen Ertrags- und Aufwandsmengen unter Verwendung der betriebspezifischen Preis- und Kostenverhältnisse zu einer monetären Zielgröße zusammenzufassen, um dadurch eine ökonomische Bewertung unterschiedlicher Handlungsstrategien zu ermöglichen.

Unter Quotenbedingungen ist für den Praxisbetrieb die Qualität der Ergebnisse des Planungsmodells maßgeblich von der Güte der Vorschätzung des Produktionsumfangs abhängig. Die Überprüfung des im Produktionsmodell integrierten Moduls zur Milchmengenanschätzung zeigt, daß die Vorschätzung sowohl für längere Planungszeiträume als auch für kurzfristige Prognosen sehr gute Ergebnisse liefert.

Die Ergebnisse verschiedener Planungsrechnungen dokumentieren, daß das Modell unterschiedliche betriebliche Produktionskapazitäten sowie Erlös- und Kostenstrukturen bei der Durchführung verschiedener Anpassungsalternativen sachgerecht abbildet und dadurch einen zielgerichteten Einsatz der Anpassungsmaßnahmen bei der Planung der Milchviehhaltung gewährleistet. Die Berechnung der Zielgröße (Deckungsbeitrag) erfolgt dabei unter der kontinuierlichen Überprüfung des Belieferungsumfangs der betrieblichen Referenzmenge und der konsequenten Einbindung aller implementierten Produktionsbereiche. Dadurch werden die Wirkungen der einzelnen Maßnahmen stets für das Gesamtsystem Milchviehhaltung abgebildet und somit die Aussagekraft gegenüber partiellen Betrachtungsweisen verbessert.

Eine Überprüfung der Einsatzmöglichkeit der Modelle in Praxisbetrieben läßt erkennen, daß in etwa der Hälfte der bundesdeutschen milchviehhaltenden Betriebe mit etwa 2/3 des gesamten Milchviehbestandes die notwendige Datengrundlage und damit die grundsätzlichen Voraussetzungen zum Einsatz des Modells gegeben sind.

**Schlüsselwörter:** Bestandsführung; Milchviehhaltung; Milchgarantiemenge; Prognose; Simulation; Planung; Optimierung; Optimierungsmodelle; AComplex

## 1 Einleitung

Die Garantiemengenregelung für Milch wurde 1984 durch die Europäische Gemeinschaft mit dem Ziel eingeführt, die Überproduktion an Milch einzuschränken. Zur Umsetzung der EU-Verordnungen in nationales Recht wurden in der Bundesrepublik Deutschland einzelbetriebliche Garantiemengen an milchviehhaltende Betriebe ausgegeben. Durch die Einführung der Garantiemengenverordnung entstand für die Betriebe aus wirtschaftlicher Sicht der Zwang, die vorgegebene Quotenmenge möglichst exakt einzuhalten, da sowohl eine Überlieferung als auch eine Unterlieferung der Garantiemenge mit Einkommensverlusten verbunden ist (RUTHS und ZEDDIES, 1988).

Unter Einkommensaspekten bedeutet dies für die Milcherzeugung, daß der wirtschaftliche Erfolg im wesentlichen durch die kostenmimimale Erzeugung der Garantiemenge bestimmt wird und die Höhe der durchschnittlichen Einzeltier- und Herdenmilchleistung demgegenüber an Bedeutung verloren hat. Hieraus ergibt sich für die verschiedenen Teilbereiche des Produktionsprozesses, wie z.B. Fütterung und Selektion, ebenfalls eine Neubestimmung der Produktionsziele und -strategien. So stellen beispielsweise seit Einführung der Garantiemengenregelung die Kosten pro erzeugter Einheit Milch das bestimmende Kriterium zur Beurteilung von Einzeltieren bei Selektionsentscheidungen dar (ZEDDIES, 1984).

Neben der Garantiemengenregelung für Milch nehmen in jüngster Zeit vermehrt Umweltschutzforderungen bzw. -auflagen auf die Ausgestaltung der Milchviehhaltung Einfluß. Derzeit wird vor allem die Ausbringung von Gülle pro ha Fläche beschränkt. Die Intensität und der Umfang der Milchproduktion werden dadurch aber nur bei sehr restriktiven Verordnungen beeinflußt (SÜSS, 1992). Die laufende Entwicklung zeigt allerdings, daß in Zukunft mit einer Verschärfung der Auflagen in diesem Bereich zu rechnen ist. Zu deren Einhaltung wird die exakte Bestimmung der Ausscheidungsprodukte und deren Inhaltsstoffe in der Milchviehhaltung an Bedeutung gewinnen.

Zum Zweck der Milchmengenregulierung kann in den Produktionsprozeß unter anderem durch die Veränderung der Futterration oder durch die Verzögerung bzw. Vorverlegung von Selektions- bzw. Bestandsergänzungsentscheidungen steuernd eingegriffen werden. Daneben ist kurzfristig die Möglichkeit gegeben, die "Übermilch"<sup>1)</sup> in der Kälberaufzucht zu verwenden oder durch Leasen oder Verleasen von/an andere(n) Betriebe(n) die Garantiemenge der Produktionsmenge anzupassen. Milchviehbetrieben, die langfristig eine Existenzsicherung im Haupterwerb anstreben, bietet sich darüber hinaus die Möglichkeit, die Milchproduktion durch Pacht oder Kauf von Quotenmengen auszuweiten.

Eine sachgerechte Lösung derartiger Entscheidungsprobleme erfordert neben der Intensivierung entsprechender

1) Als "Übermilch" wird die über die Garantiemenge hinaus erzeugte Milchmenge bezeichnet.

Managementaufgaben auch eine Ausdehnung der Informationsverarbeitung. Die Kontrolle der Milchmenge für das laufende Wirtschaftsjahr, z.B. zur Überwachung der vorge-schätzten Mengen, setzt die laufende Ermittlung der Daten über den tatsächlichen Milchleistungsverlauf während der Laktation voraus. Diese Daten können außerdem bei der Realisierung neuer Prognosen berücksichtigt werden, um die Güte der Vorhersage zu verbessern. Die Problematik, geeignete Informationen zu sammeln und auszuwerten, trifft insbesondere auf große Milchviehbestände mit Laufstallhaltung zu, da in derartigen Anlagen die Überwachung von Einzeltieren gegenüber Anbindeställen vglw. schwierig ist.

Zur Bewältigung dieser neuen Managementaufgaben benötigt der Landwirt daher sachgerechte Unterstützung. Bei kurzfristig und regelmäßig zu treffenden Entscheidungen kann diese Aufgabe von der Spezialberatung in ihrer jetzigen Form nicht mehr in vollem Umfang wahrgenommen werden. Moderne EDV-Systeme bieten die Möglichkeit einer sinnvollen Unterstützung des Betriebsleiters bei der Durchführung seiner Managementaufgaben, da sie die Voraussetzungen erfüllen, komplexe und nur unter Verwendung von umfangreichem Datenmaterial durchführbare Kalkulationen schnell und regelmäßig durchzuführen.

## 2 Information und deren Verfügbarkeit im Produktionsprozeß

Information stellt eine wesentliche Grundlage aller Planungs- und Entscheidungsprozesse im Rahmen der Unternehmensführung dar. Das Informationsmanagement kann dabei als ein Prozeß verstanden werden, der alle Funktionsbereiche von der Informationsbedarfsermittlung bis hin zur Informationsverarbeitung umspannt (MÜLLER, 1991). Während des Entscheidungsprozesses besteht die wesentliche Aufgabe darin, entscheidungsrelevante Daten über Systemzusammenhänge und Handlungsalternativen sowie Umwelteinflüsse zu erfassen und diese in geeigneter Form für die abschließende Entscheidung aufzubereiten. Die Güte des Planungs- und Entscheidungsprozesses hängt dabei unmittelbar von der Qualität der verwendeten Information ab. Die an die Information im Rahmen eines Entscheidungsprozesses gestellten Anforderungen sind vor allem von der Art der Entscheidungssituation und dem Informationsstand des Entscheidungsträgers abhängig. In Entscheidungssituationen werden an die Qualität von Informationen deshalb besondere Anforderungen gestellt, die sich durch folgende Eigenschaften charakterisieren lassen (MÜLLER, 1991):

- Entscheidungsrelevanz,
- Rechtzeitigkeit,
- Aktualität,
- Genauigkeit und Sicherheit,
- Wirksamkeit,
- Wirtschaftlichkeit.

Eine sachgerechte Lösung von Entscheidungs- und Planungsaufgaben erfordert es demzufolge, daß dem Entscheidungsträger in Entscheidungssituationen Informationen in ausreichendem Umfang und in der nötigen inhaltlichen Qualität zur Verfügung gestellt werden. Die Entwicklung eines EDV-Systems zur Unterstützung des Quotenmanagements macht es deshalb notwendig, Informationen aus Teilbereichen der Milchviehhaltung hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Qualität der Entscheidungen des Quotenmanagements zu analysieren und die Verfügbarkeit entsprechender Informationen zu prüfen.

In der Milchviehhaltung sind neben den allgemeinen betrieblichen Verhältnissen vor allem Informationen über das Einzeltier bei der Bewältigung von Managementaufgaben von Interesse (DOLUSCHITZ und FUNK, 1992). Da die Verfügbarkeit entsprechender Daten im Verlauf der technischen Entwicklung vorwiegend in Verbindung mit der Laufstallhaltung von großen Milchviehbeständen stark eingeschränkt wurde, wird in jüngster Zeit durch den Einsatz moderner Informationstechnologie versucht, vermehrt einzeltierbezogene Daten automatisch zu erfassen und zu verarbeiten. Aus diesem Grund wird bei der Bewertung der einzeltierbezogenen Informationen neben dem derzeit unter Praxisbedingungen üblichen Informationsstand auch der Datenbestand von bisher in der Praxis kaum verbreiteten, aber bereits technisch realisierbaren Anlagen zur automatischen Datenerfassung und -verarbeitung dargestellt und diskutiert.

### 2.1 Vorschätzung der Milch-, Fett- und Eiweißleistung

Mit Einführung der Rohmelkanlage standen dem Betriebsleiter als Maß zur Abschätzung der Milchleistung nur noch physiologische Parameter, wie z.B. die Eutergröße oder gegebenenfalls die monatlichen Daten der Milchleistungsprüfung (MLP-Daten), zur einzeltierbezogenen Milchmengenmessung zur Verfügung. Im Zuge der fortschreitenden technischen Entwicklung und der Einführung moderner Elektronik<sup>2)</sup> in der Milchviehhaltung ist es derzeit durch den Einsatz automatischer Milchmengenmeßgeräte wieder möglich, die individuelle Milchmenge einer Kuh bei jedem Melkvorgang zu erfassen, zu verarbeiten und zu speichern (vgl. SCHÖN, 1993). Als Ergebnis einer kontinuierlichen Erfassung läßt sich die tägliche Milchmenge z.B. in Form einer grafischen Laktationskurve abbilden.

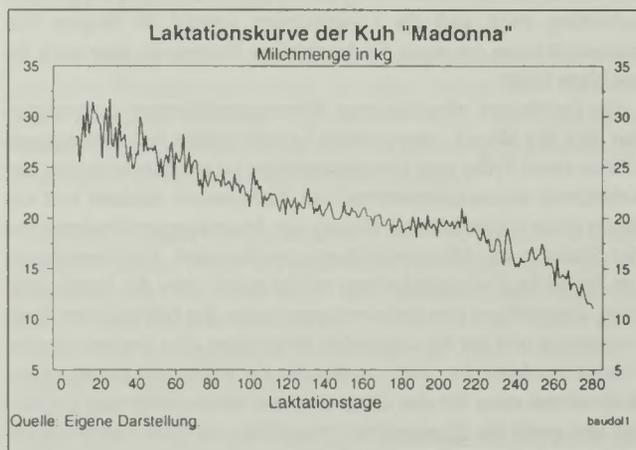


Abbildung 1

Für die Aufgaben im Bereich des Quotenmanagements eignen sich die Informationen über die tatsächliche Milchleistung in erster Linie zur Überwachung der Quotenerfüllung. Zu diesem Zweck ist es erforderlich, die Milchmenge während des Milchwirtschaftsjahres kontinuierlich vorzuschätzen und die Prognosen später anhand tatsächlich erzeugter Milchmengen zu kontrollieren, um Prognosefehler korrigieren zu können. Nur die Kenntnis der

2) Elektronik als Sammelbegriff für elektronische Bausteine und Schaltungen zum Zweck der Informationsverarbeitung.

im Milchwirtschaftsjahr zu erwartenden Milchmenge erlaubt es, regulierend in den Produktionsablauf einzugreifen. Darüber hinaus erlauben es tierindividuelle Milchleistungsdaten, die Erlösstruktur von Milchkühen korrekt zu bestimmen und somit die Wettbewerbskraft der Einzeltiere bezüglich des knappsten Produktionsfaktors exakt wiederzugeben. Die Vorschätzung und Überwachung der tierindividuellen Milchleistung besitzt deshalb einen eindeutigen Bezug zum Problemfeld Quotenmanagement.

Bezüglich der geforderten Eigenschaften "Rechtzeitig" und "Aktualität" hängt der Erfüllungsgrad stark von der Datengrundlage ab. Stehen dem Betrieb ausschließlich MLP-Daten zur Verfügung, kann der Betriebsleiter nur in einem monatlichen Rhythmus auf aktuelle Daten bei der Vorschätzung der Milchmenge zurückgreifen. Verfügt er allerdings über eine automatische Datenerfassung der Milchmenge, kann er täglich über die aktuellsten Daten verfügen und dadurch eine deutliche Verbesserung der Daten und daraus abgeleiteter Aussagen hinsichtlich Genauigkeit und Richtigkeit erreichen.

Der Einsatz automatisierter Verfahren zur Bestimmung von Fett- und Eiweißgehalten im Praxisbetrieb ist aufgrund hoher Kosten für die nahe Zukunft nicht zu erwarten (SCHÖN, 1993). Als Datengrundlage zur Kontrolle der Fett- und Eiweißleistung stehen daher unter Praxisbedingungen weiterhin lediglich die MLP-Daten zur Verfügung.

Für das Quotenmanagement ist die Fettleistung von besonderer Bedeutung, weil der Fettgehalt aufgrund des im Zusammenhang mit der sogenannten Fettquote eingeführten Referenzfettgehalts den Grad der Quotenerfüllung direkt mitbestimmt. Der Eiweißgehalt hat demgegenüber keinen direkten Bezug zur Quotenmenge, sondern wirkt sich bei einem qualitätsorientierten Auszahlungspreis zusammen mit dem Fettgehalt auf den Verkaufserlös der Milch dahingehend aus, daß hohe Fett- und Eiweißgehalte zu Zuschlägen beim Milchpreis führen. Informationen über den Fett- und Eiweißgehalt sind somit entscheidungsrelevant und in einem Modell zur Anpassung der Herdenführung zu berücksichtigen.

## 2.2 Berechnung der Futterration

Um eine genaue Bestimmung der aufgenommenen Futtermengen zu gewährleisten, wurden vor allem für Kraftfutter in Verbindung mit den Kraftfutterabrufautomaten Verfahren entwickelt, die eine automatische Erfassung der tatsächlich verzehrten Futtermengen ermöglichen. Zur Erfassung der tierindividuellen Grundfutteraufnahme sind ebenfalls technische Verfahren realisiert worden, die eine automatische Überwachung der aufgenommenen Grundfuttermenge ermöglichen. Diese haben jedoch im Gegensatz zu den Verfahren der Kraftfutteraufnahme wegen der hohen Kosten keine Verbreitung in der Praxis gefunden. Einen Überblick über die täglich verzehrten Grund- und Kraftfuttermengen ist in Abbildung 2 dargestellt.

Für das Quotenmanagement ist die Kenntnis der Futteraufnahme zur korrekten Bestimmung der tierindividuellen Kostenstruktur von Interesse, da Unterschiede hinsichtlich der Futterkosten für einzeltierbezogene Wirtschaftlichkeitsberechnungen von großer Bedeutung sind und diese wiederum für Entscheidungen in Teilbereichen, wie z.B. bei der Selektion, ein Entscheidungskriterium darstellen. Informationen über die Futteraufnahme unterstützen daher die sachgerechte Lösung von Managementaufgaben des Quotenmanagements und sind aus diesem Grund entschei-

dungsrelevant. Bezüglich der Kriterien "Aktualität" und "Rechtzeitigkeit" sowie "Genauigkeit und Sicherheit" hängt die Güte der verfügbaren Information in erster Linie von der Art und Weise der Datenerfassung ab.

Soll im Rahmen von Umweltauflagen auch der Stickstoffanfall überwacht werden, sind neben den Daten über die aufgenommene Futtermenge auch die Daten der entsprechenden Futterinhaltsstoffe zur Bestimmung der aufgenommenen Stickstoffmenge nötig.

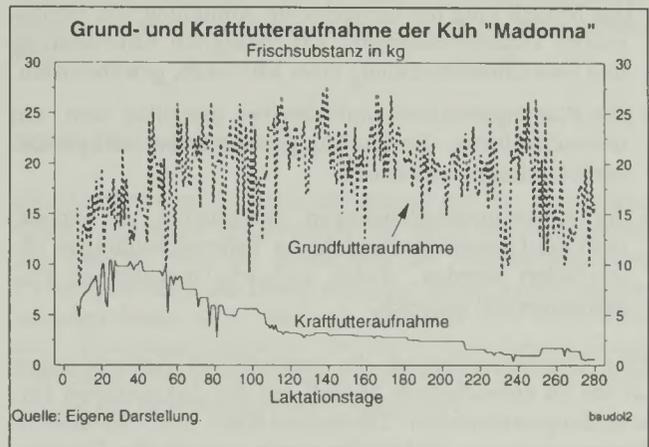


Abbildung 2

## 2.3 Vorschätzung des Lebendgewichts

Die Bestimmung des Lebendgewichts einer Kuh erfolgt überwiegend mit Hilfe von Schätzfunktionen anhand verschiedener Körpermaße. Die Anzahl der zur Berechnung verwendeten physiologischen Parameter und deren Einfluß auf das Körpergewicht sind bereits in einer großen Zahl von Untersuchungen diskutiert worden (vgl. u.a. ABLEITER, 1989; STAMER et al., 1993 und die dort aufgeführte Literatur).

Wenn keine direkten Daten über die Futteraufnahme der Tiere vorliegen, können die Lebendgewichtsdaten für die Bestimmung des Nährstoffbedarfs und zur Berechnung der Futteraufnahme von Einzeltieren Verwendung finden. Der Bezug der Gewichtsdaten zum Problemfeld Quotenmanagement ist dementsprechend von der Verfügbarkeit von Daten über die Futteraufnahme von Einzeltieren abhängig. Da die automatische Futteraufnahme insbesondere bei Grundfutter in der Praxis aufgrund hohen Kapitalbedarfs und hoher Investitionskosten auch in Zukunft nur selten vorzufinden sein wird, sind die Daten über die Gewichtsentwicklung entscheidungsrelevant.

## 3 Modellentwicklung

### 3.1 Modellkonzeption

Bei der Entwicklung eines Planungsmodells zur Gewinnung von sachgerechten Handlungsempfehlungen muß sich das Grundkonzept des Planungsprozesses am nötigen Grad der sachlichen und zeitlichen Differenzierung des Entscheidungsproblems und dem Detaillierungsgrad der Systemzusammenhänge orientieren. Im Rahmen der Modellkonzeption ist es daher notwendig, die zentralen Anforderungen an

ein Modell zur Anpassung der Herdenführung an die Quotenmenge festzulegen. Im wesentlichen sind folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Das Modell muß alle tierphysiologischen Parameter, die einen deutlichen Einfluß auf die Produktionsmenge ausüben, einschließen.
- Das Modell muß, um die Realitätsnähe zum Einzelbetrieb zu gewährleisten, die betriebspezifischen Produktionskapazitäten und die betriebscharakteristische Erlös- und Kostenstruktur der Milchviehhaltung berücksichtigen.
- Das Modell muß die sachgerechte Abbildung von nichtlinearen Zusammenhängen, z.B. bezüglich Milchleistung und Gewichtsentwicklung einer Milchkuh, gewährleisten.
- Der Planungshorizont muß flexibel gestaltbar sein, um unterschiedliche Entscheidungssituationen sachgerecht berücksichtigen zu können.
- Um Korrekturentscheidungen durchführen zu können, muß die Gesamtentscheidung in Teilentscheidungen untergliedert werden, wobei sich ein monatliches Planungsintervall anbietet.

Eine Gegenüberstellung der dargestellten Anforderungen an das zu entwickelnde Modell mit den bekanntesten entscheidungsorientierten Lösungsansätzen wie Simulation, Expertensysteme, analytische sowie numerische Optimierungsverfahren zeigt die Vorteilhaftigkeit von numerischen Suchverfahren, da diese in Verbindung mit Simulationsmodellen eingesetzt werden können (BAUR, 1996). Der Einsatz dieser Kombination bietet sich an, da Simulationsmodelle in bezug auf die Modellstruktur nur geringen Einschränkungen unterliegen und deshalb die geforderte Flexibilität hinsichtlich der Abbildung der Systemzusammenhänge, des Planungszeitraums sowie der Betriebsstruktur erfüllen. Zusätzlich ermöglicht die Koppelung des Simulationsmodells mit einem numerischen Suchalgorithmus eine systematische Suche nach dem globalen Optimum und verringert dadurch die bei der Simulation auftretende Unsicherheit bezüglich der Ergebnisinterpretation. Die Kombination beider Ansätze bietet folglich die Möglichkeit, produktionstechnische und ökonomische Konsequenzen verschiedener Entscheidungsalternativen korrekt nachzubilden und dabei die Ableitung einer effizienten Handlungsstrategie sicherzustellen. Bei der Verwendung eines numerischen Suchverfahrens ist nun die Frage zu klären, welche Suchstrategie eine effektive Lösung gewährleistet. Nach BERG und KUHLMANN (1993) stehen dazu im wesentlichen folgende Verfahren zur Verfügung:

- Koordinatenstrategie;
- Strategie der rotierenden Koordinaten;
- Simplex-Strategie<sup>3)</sup>.

Hinsichtlich der Verwendung der verschiedenen Methoden zur Lösung von Entscheidungsaufgaben kommen die Autoren dabei zu dem Ergebnis, daß sich die Simplex-Strategie und das darauf aufbauende Complex-Verfahren von BOX (1969) zum Auffinden des globalen Optimums, auch beim Vorhandensein globaler Nebenoptima, am besten eignen und deshalb besonders zur Optimierung komplexer biologischer Modelle, deren Topologie der Lösungsoberfläche (Zielfunktion) nicht bekannt ist, angewendet werden kann. Die Überlegenheit der AComplex-Methode, eine Weiter-

entwicklung des Complexansatzes durch MANETSCH (1989), gegenüber anderen Suchmethoden bei der Lösung komplexer Simulationsmodelle wird auch von FUCHS und MURSCHEL-RAASCH (1992) hervorgehoben, da sich mit dieser Methode bereits durch wenige Funktionsaufrufe eine Verbesserung des Zielvektors erreichen läßt (eine ausführliche Beschreibung der unterschiedlichen Verfahren findet sich bei BERG und KUHLMANN (1993) sowie bei FUCHS und MURSCHEL-RAASCH (1992)).

### 3.2 Modelldarstellung

Die Entwicklung eines Simulationsmodells zur Abbildung der Milchproduktion muß unter der Zielsetzung durchgeführt werden, die systeminternen Prozeßabläufe quantitativ zu beschreiben, um die produktionstechnischen und ökonomischen Konsequenzen verschiedener Entscheidungsalternativen sachgerecht darzustellen. Die Systemzusammenhänge sowie die Energie- bzw. Stoffumsätze für das Produktionsverfahren Milchviehhaltung sind bereits in einer Vielzahl von praktischen Untersuchungen und wissenschaftlichen Forschungsarbeiten ermittelt und dargestellt worden, so daß die Ergebnisse dieser Arbeiten zur Entwicklung eines Simulationsmodells herangezogen werden können. Aufgrund der dargestellten Modellanforderungen, die neben einer tierindividuellen Abbildung der wichtigsten Produktionsprozesse und der Berücksichtigung betriebspezifischer Produktionskapazitäten auch flexible Planungsmöglichkeiten bezüglich Zeithorizont und Anpassungsalternativen erfordern, bietet sich beim Aufbau des Modells die in Abbildung 3 dargestellte Grundstruktur an.

Die wesentlichen Elemente des Gesamtmodells stellen ein Produktionsmodell, ein Betriebszweigmodell und ein Planungsmodell dar. Das Produktionsmodell bildet die Systemzusammenhänge und die Prozeßabläufe des Produktionssystems Milchkuh ab.

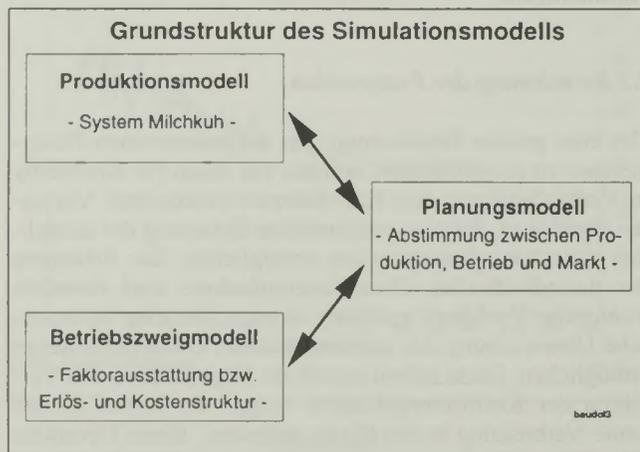


Abbildung 3

#### 3.2.1 Produktionsmodell

Im Mittelpunkt der Betrachtung des Produktionsmodells steht das Einzeltier, welches eine Produktionseinheit darstellt, anhand derer die wichtigsten Produktionsabläufe bei der Produktion von Milch beschrieben werden. Bei der Entwicklung dieses Teilmodells wurde unterstellt, daß die ab-

3) Darf nicht mit dem gleichnamigen Simplex-Algorithmus von DANTZIG (1963) zur Linearen Programmierung verwechselt werden.

gebildeten Produktionszusammenhänge für alle Rassen und Haltungsformen als allgemein gültig unterstellt werden können. Eine Anpassung der Parameter in Abhängigkeit von z.B. der Aufstallungsart oder der Rasse ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht berücksichtigt, da entsprechende Untersuchungsergebnisse nicht oder nur sehr lückenhaft vorliegen, und ursächliche Zusammenhänge nur schwer zu isolieren sind. Sollten jedoch für die verschiedenen Rassen und Haltungsformen entsprechend differenzierte Ergebnisse zu einem späteren Zeitpunkt zur Verfügung stehen, können diese aufgrund des modularen Aufbaus jederzeit problemlos integriert werden.

### 3.2.2 Betriebszweigmodell

Um der Zielsetzung eines Planungsmodells für Einzelbetriebe gerecht zu werden, muß das Betriebszweigmodell so gestaltet werden, daß es den Umfang der Milchviehhaltung auf Einzelbetriebsebene bestimmen und in geeigneter Form darstellen kann. Aufgrund einer sehr heterogenen Ausgestaltung der Milchviehhaltung in der Praxis ist es zur Gewährleistung einer Übertragbarkeit des Modells auf verschiedene Betriebstypen deshalb notwendig, ein flexibles Modul zu gestalten, welches eine sachgerechte und gleichzeitig einfache Abbildung sehr unterschiedlicher Gegebenheiten ermöglicht. Dabei finden als begrenzende Produktionskapazitäten im vorliegenden Modell die vorhandene Referenzmenge und die verfügbaren Stallplätze Berücksichtigung. Eine Beschränkung der Futterkapazität und der Arbeitskapazität ist nicht vorhanden. Dieser Vorgehensweise liegt die Überlegung zugrunde, daß für einen über einen langen Zeitraum gewachsenen Milchviehbetrieb ein Gleichgewicht hinsichtlich der Ausstattung mit Futtermitteln und Arbeitszeit besteht, solange die Milchproduktion im Rahmen der bestehenden Stallplatzkapazitäten erfolgt. Die Quotenmenge wird im Modell entsprechend ihrer bestimmenden Faktoren Milchmenge und Referenzfettgehalt vorgegeben.

Zur Abbildung der Bestandsstruktur muß der Landwirt im Betriebszweigmodell für alle sich im Bestand befindenden Kühe die wichtigsten Produktionsmerkmale wie Abkalbedatum, Laktationsnummer, Milch-, Fett- und Eiweißleistung der letzten abgeschlossenen Laktation (305-Tageleistung) sowie das aktuelle Belegungsdatum - soweit bekannt - angeben. Die zur Bestandsergänzung zur Verfügung stehenden Färsen können im Modell unter Angabe des voraussichtlichen Abkalbedatums und der erwarteten Einsatzleistung vorgegeben werden. Liegen zum Planungszeitpunkt bereits Leistungsdaten über die laufende Laktation einer Kuh vor, können diese ebenfalls im Betriebszweigmodell erfaßt werden.

Neben einer optimalen Produktionstechnik sind für den wirtschaftlichen Erfolg der Milchviehhaltung die für den Betrieb geltenden Preis- und Kostenverhältnisse von entscheidender Bedeutung. Vom Benutzer sind zur Berechnung der Erlöse deshalb die durchschnittlichen Loco-Hof-Preise für auf dem Betrieb erzeugte Produkte wie Milch, Kälber und Altkühe anzugeben. Besteht die Möglichkeit, Quote zu verleasen, muß der in Frage kommende Preis ebenfalls berücksichtigt werden. Die Bestimmung der Kosten für eingesetzte Produktionsmittel erfolgt bei Zukauf der Faktoren durch die Angabe der Loco-Hof-Zukaufpreise. Für im Betrieb erzeugte Produktionsmittel werden dagegen die betriebspezifischen Herstellungskosten herangezogen.

### 3.2.3 Planungsmodell

Das Planungsmodell umfaßt zwei Aufgabenbereiche. Der erste Bereich dient der Abbildung der genannten Anpassungsmöglichkeiten der Bestandsführung an die Referenzmenge. Im Planungsmodell ist es daher notwendig, die vier Handlungsalternativen

- Bestandsanpassung,
- Anpassung der Referenzmenge,
- Veränderung der Fütterungsintensität und
- Verfütterung von "Übermilch"

sachgerecht abzubilden und geeignete Entscheidungsvariablen zur Vorgabe der Handlungsstrategien zu implementieren.

#### 3.2.3.1 Bestandsanpassung

Die Abstimmung der Bestandsstruktur auf die vorhandene Quote kann in der Milchviehhaltung durch die Veränderung der Tierzahl oder die Anpassung des durchschnittlichen Leistungsniveaus der Herde erfolgen. Beide Anpassungsreaktionen lassen sich dabei als Ergebnis von Selektions- bzw. Ersatzentscheidungen darstellen. Aus diesem Grund werden im Modell diese beiden Maßnahmen zur Implementierung der Bestandsanpassung abgebildet.

#### 3.2.3.2 Anpassung der Referenzmenge

Die von einem Betrieb für ein Milchwirtschaftsjahr maximal in Anspruch zu nehmende Referenzmenge ist die Summe aus der betrieblichen Referenzmenge und einer durch Kauf, Pacht oder Leasing zusätzlich zur Verfügung stehenden Liefermenge. Daneben kann die betriebliche Referenzmenge durch Verkauf, Verpachtung oder Verleasen auch verringert werden.

#### 3.2.3.3 Veränderung der Fütterungsintensität

Da die Intensität der Fütterung in der Milchviehhaltung in erster Linie vom Umfang des Kraftfuttereinsatzes abhängt, wird als Gestaltungsmöglichkeit zur Einschränkung der Fütterungsintensität die Reduzierung des Kraftfuttereinsatzes ermöglicht. Dabei ist die Kraftfutterreduzierung allerdings auf maximal 2 kg pro Tag begrenzt.

#### 3.2.3.4 Verfüttern von Übermilch

Der Umfang der maximal in der Kälberfütterung verwendbaren Milchmenge wird anhand der reproduzierten Kälberzahl, der Länge der Aufzuchtphase und der während der Aufzuchtperiode durchschnittlich aufgenommenen Milchmenge für einzelne Wirtschaftsjahre berechnet.

Der zweite Teilbereich des Planungsmodells hat die Aufgabe, die naturalen Erträge und Aufwandsmengen, die das Ergebnis des Produktionsmodells darstellen, unter Verwendung der im Betriebszweigmodell berücksichtigten Kosten und Erlösverhältnisse des Einzelbetriebs zu einer monetären Zielgröße zu verrechnen und dadurch die Bewertung unterschiedlicher Handlungsalternativen zu ermöglichen. Der Aufbau und die Funktionsweise der einzelnen Teilmole ist Gegenstand der nachfolgenden Betrachtungen.

Zur Durchführung von Rentabilitätsvergleichen wird in der Betriebswirtschaftslehre die Gegenüberstellung von Leistungen und Kosten als eine geeignete Vorgehensweise betrachtet. Als Rechenmethode eignen sich dazu insbesondere Teilkostenrechnungen, die es erlauben, den erbrachten Marktleistungen die zur Produktion nötigen Spezialkosten möglichst exakt zuzuordnen. Im vorliegenden Planungsmodell wurde deshalb als Rentabilitätsmaßstab die Deckungsbeitragsrechnung verwendet. Die wichtigsten im Modell berücksichtigten Kosten- und Erlösbestandteile und deren Berechnungsweise werden nachfolgend beschrieben. Ist zum Planungszeitpunkt ein Teil des aktuellen Milchwirtschaftsjahres bereits abgelaufen, werden die vor diesem Zeitpunkt angefallenen Kosten und Erlöse nicht berücksichtigt.

In die Berechnung der variablen Kosten der Milchviehhaltung gehen die Kosten für Futtermittel, Bestandsergänzung, Milchkühlung, Besamung und Tierarzt sowie sonstige variable Kosten ein. Darüber hinaus werden die im Produktionsmodell beschriebenen Kosten der unfreiwilligen Merzung berücksichtigt.

Zur Bestimmung der Erlöse finden im Modell der Milcherlös, der Kälbererlös und der anteilige Schlachterlös für Altkühe bezogen auf die einzelnen Planungsmonate Berücksichtigung.

Der monatliche Milcherlös ( $EM_i$ ) errechnet sich nach der Formel (1) aus der monatlich vorgeschätzten Milch ( $MM_i$ ), Fett- ( $MF_i$ ) und Eiweißmenge ( $ME_i$ ) und den für die entsprechenden Monate gültigen Preisen für eine Einheit Milch ( $MP_i$ ), Fett ( $FP_i$ ) und Eiweiß ( $EP_i$ ).

$$(1) EM_i = MM_i \cdot MP_i + MF_i \cdot FP_i + ME_i \cdot EP_i$$

Die exakte Berechnung des Milcherlöses für ein Wirtschaftsjahr setzt allerdings die Kenntnis über die Quotenerfüllung voraus, da bei Überlieferung der Quote unter derzeitigen Rahmenbedingungen der Erlösrückgang ungefähr dem Milchpreis entspricht (Superabgabe). Aus diesem Grund ist für den Zeitraum, welcher im ersten Wirtschaftsjahr vor dem Planungszeitpunkt liegt, der Umfang der bereits abgelieferten Milchmenge und der entsprechende Fettgehalt anzugeben, um den Stand der Quotenerfüllung exakt bestimmen zu können. Überschreitet die insgesamt in einem Wirtschaftsjahr produzierte Milchmenge die Referenzmenge, wird kein zusätzlicher Erlös für diese Menge berechnet.

Das vorliegende Planungsmodell hat die Maximierung des Gesamtdeckungsbeitrags für den vom Anwender vorherbestimmten Planungszeitraum zum Ziel. Der Gesamtdeckungsbeitrag (GDB) wird zur Bestimmung des Optimums anhand der Formel (2) als Summe der monatlichen, auf den Planungszeitpunkt diskontierten Differenzen aus dem Erlös ( $GE_i$ ) und den variablen Kosten ( $GVK_i$ ) der einzelnen Planungsmonate berechnet.

$$(2) GDB = -WH_0 + \sum_{i=1}^{PE} (GE_i - GVK_i) \cdot \frac{1}{q^i} + WH_{PE} \cdot \frac{1}{q^{PE}}$$

Um das Modell gegenüber Desinvestitionen stabil zu halten, werden zum Planungszeitpunkt ( $WH_0$ ) und am Ende des Planungszeitraums ( $WH_{PE}$ ) der Wert der Milchviehherde bestimmt. Zur Bestimmung des Wertes der Gesamtherde werden im Modell zunächst die "Betriebswerte" der Einzeltiere ( $W_k$ ) bestimmt und anschließend summiert. Die Berechnung des "Betriebswertes" erfolgt nach Formel (3).

$$(3) W_k = \frac{\text{ØP}/\text{KN} - (\text{LNR} - 1 + \text{LM}/(\text{GZ} + 10)) \cdot (\text{ØP}/\text{KN} - \text{SG}_k \cdot \text{PS}_{kg} / \text{ØND})}{\text{ØND}}$$

Ausgangspunkt der Berechnung sind die durchschnittlichen Kosten der auf dem Betrieb eingesetzten Färsen ( $\text{ØP}/\text{KN}$ ). Von diesen wird in Abhängigkeit vom Alter der Kuh ein Wertverlust unterstellt. Dieser errechnet sich aus der Differenz zwischen Färsenkosten ( $\text{ØP}/\text{KN}$ ) und Schlachterlös (Schlachtgewicht  $\text{SG}_k$ ) multipliziert mit dem Schlachtpreis ( $\text{PS}_{kg}$ ) dividiert durch die durchschnittliche Nutzungsdauer ( $\text{ØND}$ ) multipliziert mit der aktuellen Laktationsnummer, wobei für die aktuelle Laktationsnummer eine monatliche Differenzierung vorgenommen wird ( $\text{LNR} - 1 + \text{LM}/(\text{GZ} + 10)$ ). Dies ist notwendig, um insbesondere für Färsen, die gegen Ende des Planungszeitraums in den Bestand aufgenommen werden, eine Wertminderung zu erreichen.

#### 4 Planungsbeispiele

Für den Praxisbetrieb ist die Qualität der Ergebnisse von Planungsrechnungen wesentlich von der Güte der Vorschätzung der zukünftigen Entwicklung der Produktionsmenge abhängig. Dies gilt insbesondere, wenn die Referenzmenge auf dem Betrieb den knappsten Produktionsfaktor darstellt. Deshalb wäre sinnvollerweise der Durchführung von Planungsrechnungen zunächst eine Überprüfung der Prognosegenauigkeit der Milchmengenvorschätzung im Produktionsmodell voranzustellen. Unter Verweis auf BAUR (1996) wird aus Platzgründen an dieser Stelle hierauf verzichtet. Eine Zusammenfassung der dort beschriebenen Ergebnisse zeigt, daß sich mit dem Modell hinreichend genaue Prognoseergebnisse erzielen lassen.

Betrachtet man die für die Einzelmonate prognostizierten Milchmengen, so erreicht die durchschnittliche absolute Abweichung mit 5,71 % einen etwas günstigeren Wert als bei der Planung für den Gesamtzeitraum ohne laufende Anpassung der Leistungsdaten. Eine eindeutige Verbesserung der Qualität der Vorschätzgenauigkeit läßt sich anhand dieses Wertes jedoch nicht erzielen. Ein Vergleich der Zeiträume mit den größten positiven Abweichungen der Prognosewerte mit Produktionseinbrüchen aufgrund von produktionstechnischen und krankheitsbedingten Ursachen macht erkennbar, daß die größten Abweichungen während dieser Zeitperioden vorkommen. Die ausgeprägten Abweichungen der Prognosewerte gegenüber den tatsächlich erzeugten Produktionsmengen während derjenigen Zeiträume, die durch einen deutlichen Rückgang des tatsächlichen Produktionsumfangs aufgrund von produktionstechnischen oder krankheitsbedingten Ursachen geprägt sind, läßt den Schluß zu, daß die modellinterne Anpassung der Prognosewerte durch die aus den MLP-Berichten entnommenen aktuellen Leistungsdaten derart starke Produktionseinbrüche kurzfristig nicht vollständig nachvollziehen kann.

Die Fett- und Eiweißvorschätzung bei laufender Aktualisierung der MLP-Daten läßt grundsätzlich dieselben Tendenzen erkennen wie die Vorschätzung der Milchmenge. Dies ist darauf zurückzuführen, daß der Umfang der monatlichen Fett- und Eiweißmenge in starkem Maße von der produzierten Milchmenge abhängt, wie dies auch bei der Vorschätzung ohne Anpassung der Leistungsdaten der Fall war.

Nach der Überprüfung der Prognosegenauigkeit des Modells werden in einem weiteren Schritt Optimierungsrechnungen durchgeführt, um die Reaktion des Systems auf unterschiedliche Planungssituationen zu testen und auf diese

AGRARWIRTSCHAFT 45  
 Weise die sachgerechten und ökonomischen  
 können.  
 Tabelle 1 Ausgangspunkt  
 Bereich Ausgangspunkt  
 Quelle  
 Ausgangsbestand  
 (Milchleistung)  
 (Fett- und Eiweißleistung)  
 Futterkosten (FV)  
 Futterkosten (FV 2)  
 Futterkosten (FV 3)  
 Futterkosten (FV 4)  
 Milchleistung der Färsen  
 Fett- und Eiweißleistung  
 Färsengewicht  
 Schlachtpreis  
 Grundpreis Milch  
 Fettgehalt Milch  
 Eiweißgehalt Milch  
 Kälbererlös  
 Kosten für Milchmanagement  
 Preis für Leeren von Rind  
 Preis für Verkauf von Milch  
 Stallplätze  
 Fliesenpreis  
 Futterkosten (GF 1) (FV)  
 Futterkosten (GF 2) (FV)  
 Kosten für Arbeit  
 Bei 1,94 % Fett- und Eiweiß-  
 schen Laktations- und  
 weilt über Normalwert  
 Saisonaler Verlauf der  
 Multiplizierter Milchmenge  
 Jahresleistung  
 Multiplizierter Milchmenge  
 1 2 3  
 Zu diesem Zweck  
 dene, der Praxis  
 die Ergebnisse auf  
 Grundlage für alle  
 die in Tabelle 1  
 triebbeispiel. Für  
 der Möglichkeit

Weise die sachgerechte Abbildung der produktionstechnischen und ökonomischen Zusammenhänge überprüfen zu können.

Tabelle 1: Ausgangsdaten des Betriebsbeispiels

Betrieb, Ausgangssituation	(Maßeinheit)	Wert
Quote <sup>1</sup>	(1000 kg)	307,5
Anfangsbestand	(Stück)	45
ØMilchleistung <sup>2</sup>	(kg/Kuh)	6320
ØFett-/Eiweißleistung <sup>2</sup>	(kg/Kuh)	280/255
Futterqualität (GF 1)	(MJ NEL/RF pro kg TS)	6,3/25
Futterqualität (GF 2)	(MJ NEL/RF pro kg TS)	4,1/40
Futterqualität (KF)	(MJ NEL/RF pro kg TS)	7/9
Milchleistung der Färse	(kg)	6165
Fett- und Eiweißleistung der Färse	(kg)	251/210
Färsengewicht	(kg)	550
Schlachtpreis	(DM pro kg SG)	4,60
Grundpreis Milch	(DM pro kg)	0,61
Fettangleichung <sup>3</sup>	(DM pro % Fettdifferenz)	0,06
Eiweißangleichung <sup>4</sup>	(DM pro % Eiweißdifferenz)	0,075
Kälbererlös	(DM pro Kalb)	300,-
Kosten für Milchaustauscher	(DM pro dt)	230,-
Preis für Leasen von Referenzmenge	(DM pro kg)	0,12
Preis für Verleasen von Referenzmenge	(DM pro kg)	0,10
Stallplätze	(Stück)	45
Färsepreis	(DM pro Färse)	2300,-
Futterkosten (GF 1/ GF 2) <sup>5</sup>	(DM pro kg TS)	0,25/0,15
Futterkosten (KF)	(DM pro dt)	30
Kosten für Arbeit	(DM pro AKh)	12

<sup>1</sup> Bei 3,98 % Fett. - <sup>2</sup> Durchschnittliche 305-Tageleistung der letzten abgeschlossenen Laktation. - <sup>3</sup> Grundgehalt 3,7 % Fett. - <sup>4</sup> Grundgehalt 3,4 % Eiweiß. - <sup>5</sup> Ohne Nutzungskosten für Fläche

und den Milchpreis saisonale Schwankungen abzubilden. Den für alle nachfolgenden Planungen unterstellten Verlauf des Milchpreises und der Kraftfutterkosten zeigt Abb. 4.

Saisonal unterschiedliche Grundfutterkosten werden nicht unterstellt, da von ganzjähriger Stallhaltung ausgegangen wird und für alle Zeitpunkte gleiche Lagerkosten und Lagerverluste unterstellt werden. Dies entspricht nicht der Praxis, ist für derartige Beispielrechnungen aber zulässig, um die Reaktion des Modells auf unterschiedliche Preis- und Kostenverhältnisse isoliert aufzuzeigen.

4.1 Planung mittels Simulation

Für die Simulation wird unterstellt, daß die Herdengröße während des gesamten Planungszeitraums konstant bei 45 Tieren gehalten wird und außer den Verlusten durch "nicht geplante Abgänge" keine Kühe aus dem Bestand genommen werden. In der Futterration wird nur das Grundfutter 1 eingesetzt und keine Reduzierung des Kraftfuttereinsatzes vorgenommen.

Der Verlauf der Bestandsergänzung während des gesamten Planungszeitraums ist in Abbildung 5 dargestellt und entspricht mit 15,7 Tieren den durch "nicht geplante Abgänge" aus der Herde genommenen Kühen. Da die nicht geplanten Abgänge in Prozent von ganzen Tieren angegeben sind, erfolgt auch die Bestandsergänzung anteilig.

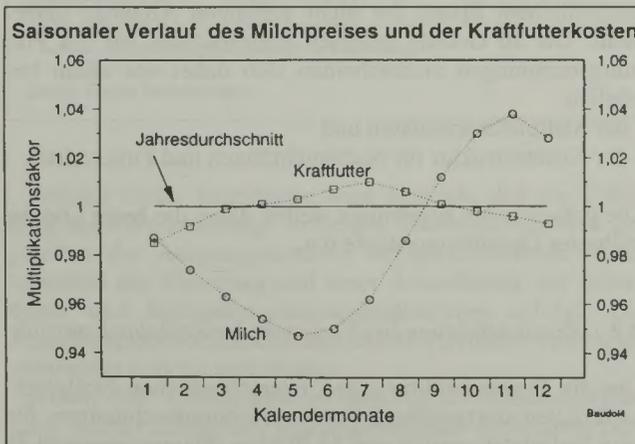


Abbildung 4

Zu diesem Zweck werden mit Hilfe des Modells verschiedene, der Praxis angepaßte Planungsprobleme gelöst und die Ergebnisse auf ihre Plausibilität hin untersucht. Als Grundlage für alle nachfolgenden Planungsbeispiele dienen die in Tabelle 1 dargestellten Ausgangsdaten eines Betriebsbeispiels. Für die Planung wird darüber hinaus von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, für die Futterkosten

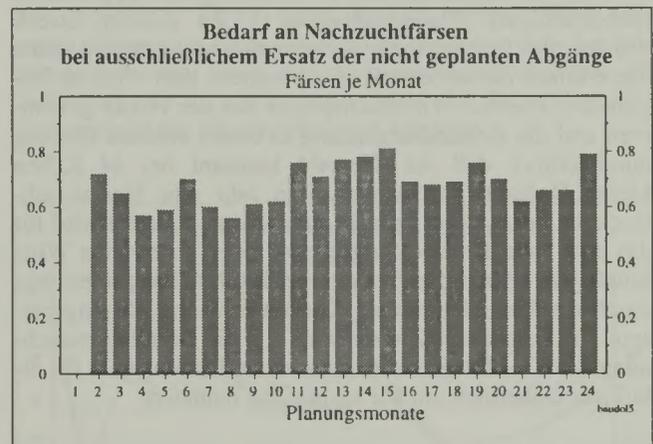


Abbildung 5

Diese Bestandsführung führt im ersten Jahr zu einer Unterlieferung der Quote um 2 092 kg und im zweiten Wirtschaftsjahr zu einer Überlieferung von 2 846 kg (vgl. Tabelle 2). Als Deckungsbeitrag ergibt sich für den gesamten Planungszeitraum ein Betrag von 188 336 DM.

Ausgehend von diesem Ergebnis kann der Betriebsleiter weitere Anpassungsmaßnahmen durchführen, um eine Verbesserung des Deckungsbeitrags zu erreichen. Dabei muß er bei der Auswahl der Entscheidungen darauf bedacht sein, die Unterlieferung im ersten Jahr und die Überlieferung im zweiten Jahr zu vermeiden. Da die Fütterung nicht mehr intensiviert werden kann und die Stallplatzkapazität von 45 Plätzen vollständig ausgenutzt ist, muß der Betriebsleiter im ersten Wirtschaftsjahr versuchen, leistungsschwache Tiere durch leistungsfähigere Färsen zu ersetzen. Für das zweite Wirtschaftsjahr ist dagegen eine Einschränkung der Produktionsmenge anzustreben. Dies kann z.B. durch eine Bestandsabstockung oder die Reduzierung der Futterinten-

sität erreicht werden. Um die Auswirkungen unterschiedlicher Vorgehensweisen darzustellen, werden nachfolgend aus einer Vielzahl von möglichen Varianten die Ergebnisse einer Bestandsabstockung bzw. einer Reduzierung der Fütterungsintensität als Anpassungsalternativen dargestellt.

**Tabelle 2: Ergebnis bei ausschließlichem Ersatz der nicht geplanten Abgänge**

Planungsjahr		1	2
Grundfutter 1 LM 1-5 (%)		100	100
Grundfutter 1 LM >5 (%)		100	100
Kraftfutter Red. LM 1-5 (g)		0	0
Kraftfutter Red. LM >5 (g)		0	0
Milchproduktion (kg)		305 408	310 346
Quotenbelieferung (kg)		-2 092	+2 846
ØTierzahl/Monat (St.)		45	
ØMilchproduktion/Kuh <sup>1</sup> (kg/Jahr)		6 842	
Deckungsbeitrag (DM)		188 336	

<sup>1</sup> Auf den Referenzfettgehalt korrigierte Milchmenge.

Quelle: Eigene Berechnungen

Im ersten Beispiel wird ausschließlich durch Selektionsmaßnahmen versucht, eine Verbesserung des Ergebnisses herbeizuführen (Planungsbeispiel 1). Zu diesem Zweck werden zum Planungsbeginn die zwei leistungsschwächsten Tiere durch Färsen ersetzt. Eine weitere Kuh wird zu Beginn des zweiten Wirtschaftsjahres aus der Herde genommen und die Bestandsergänzung in einem solchen Umfang durchgeführt, daß die Tierzahl konstant bei 44 Kühen bleibt. Dadurch wird im zweiten Jahr eine Bestandsabstockung um ein Tier erreicht. Im zweiten Beispiel wird für das erste Jahr dieselbe Strategie verfolgt. Im zweiten Wirtschaftsjahr erfolgt die Produktionseinschränkung allerdings durch die Reduzierung der Kraftfütteration (Planungsbeispiel 2). Zu diesem Zweck wird für die Simulationsrechnung der Kraftfüttereinsatz im zweiten Planungsjahr für alle Tiere einheitlich um 0,2 kg pro Tag reduziert.

**Tabelle 3: Ergebnis der Simulationsrechnungen**

Vorgang	Planungsbeispiel 1		Planungsbeispiel 2	
Stallplatzkapazität (St.)	45		45	
Planungsjahr	1	2	1	2
Kraftfutter Red. LM 1-5 (g)	0	0	0	-200
Kraftfutter Red. LM >5 (g)	0	0	0	-200
Verkauf Kühe (St.)	2	1	2	0
Bestandsergänzung (St.)	8,97	8,17	8,97	8,47
Milchproduktion (kg)	306 437	308 750	306 437	308 654
Quotenbelieferung (kg)	-1 063	+1 250	-1 063	+1 154
ØTierzahl/Monat (St.)	44,50		45	
ØMilchprod./Kuh <sup>1</sup> (kg/Jahr)	6 912		6 834	
Deckungsbeitrag (DM)	190 321		189 491	

<sup>1</sup> Auf den Referenzfettgehalt korrigierte Milchmenge.

Quelle: Eigene Berechnungen

Wie das Ergebnis beider Planungsbeispiele zeigt, kann die Quotenerfüllung durch diese einfachen Maßnahmen in den beiden Wirtschaftsjahren jeweils um rund 1 000 kg verbessert werden. Gegenüber der Ausgangssituation kann dadurch der Deckungsbeitrag im Beispiel mit der Selektion von 3 Kühen um 1 985 DM auf 190 321 DM gesteigert werden. Wird die zweite Strategie mit der Selektion von zwei Kühen und der Reduzierung der Fütterungsintensität im zweiten Jahr durchgeführt, erhöht sich der Deckungsbeitrag lediglich um 1 155 DM auf 189 491 DM. Bei einem durchschnittlichen Bestand von 44,5 Tieren liegt die durchschnittliche Milchleistung pro Tier und Jahr im ersten Beispiel bei 6 912 kg. Aufgrund des größeren Bestands im zweiten Wirtschaftsjahr bleibt die durchschnittliche Milchleistung im zweiten Beispiel bei 6 834 kg.

Da die Bestandsführung im ersten Wirtschaftsjahr für beide Planungssituationen einheitlich erfolgt, beruht die Deckungsbeitragsdifferenz der beiden Beispiele von 830 DM auf der unterschiedlichen Anpassungsstrategie im zweiten Jahr. Daraus wird ersichtlich, daß eine Anpassung der Produktionsmenge im zweiten Wirtschaftsjahr bei dem zugrunde gelegten Verhältnis zwischen Färsen- und Kraftfüttereinsatz wirtschaftlicher erfolgen kann als durch die Reduzierung des Kraftfüttereinsatzes.

Anhand dieser einfachen Beispiele wird deutlich, daß mit Hilfe der Simulation bereits nach wenigen Berechnungen eine sehr effiziente Bestandsführungsstrategie verfolgt werden kann. Dabei werden die Auswirkungen unterschiedlicher Anpassungsalternativen auf den Produktionsumfang und den Deckungsbeitrag übersichtlich dargestellt.

#### 4.2 Planung mit dem AComplex-Verfahren

Im Anschluß an die Simulationsbeispiele werden in der nächsten Phase der Modellanwendung zu Planungszwecken Beispiele für unterschiedliche Problemsituationen mit dem AComplex-Verfahren gelöst. Als Ausgangsstrategie wird dabei das Ergebnis der Simulationsrechnung mit ausschließlichem Ersatz der nicht geplanten Abgänge unterstellt. Die zu Grunde gelegten Betriebsdaten für die Planungsrechnungen unterscheiden sich dabei vor allem bezüglich

- der Stallplatzkapazitäten und
- der Kostenstruktur für Nachzuchtfärsen und Futtermittel.

Die präsentierten Ergebnisse stellen dabei die beste Lösung mehrerer Optimierungsläufe dar.

##### 4.2.1 Bestandsführung bei Variation der Stallplatzkapazität

Um die Bestandsführung bei unterschiedlichen Stallplatzkapazitäten darzustellen, werden Planungsrechnungen für eine Stallplatzkapazität von 45 Plätzen (Planungsbeispiel 3) und 47 Plätzen (Planungsbeispiel 4) durchgeführt. Die Bestandsergänzung wird für beide Planungsrechnungen auf maximal 3 Färsen pro Monat beschränkt. Alle übrigen Annahmen entsprechen der in Tabelle 1 dargestellten Ausgangssituation.

Zunächst ist festzustellen, daß durch die Optimierung bei beiden Varianten eine sehr gute Erfüllung der vorgegebenen Referenzmenge erfolgt. Mit der Verbesserung der Quotenerfüllung geht gleichzeitig eine Steigerung des Deckungsbeitrags einher, wobei der Betrag bei 47 Stallplät-

zen mit 193 092 DM eine Verbesserung gegenüber der Ausgangssituation von 4 756 DM und bei 45 Stallplätzen mit 192 411 DM von 4 075 DM erreicht. Hinsichtlich der Fütterung ergeben sich bei den unterstellten Qualitäts- und Kostenverhältnissen dagegen nur unbedeutende Unterschiede gegenüber der Ausgangssituation und zwischen den Beispielsrechnungen.

Die Optimierung ergibt bezüglich der Selektion für beide Planungssituationen einen Verkauf von insgesamt sechs Kühen. Die Verkaufsmaßnahme erfolgt in beiden Planungssituationen bereits im ersten Planungsmonat. Die Anzahl der insgesamt in den Bestand aufgenommenen Färsen liegt bei Planungsbeispiel 4 mit 20,39 Tieren um rund 0,5 Färsen über der Bestandsergänzung in Planungsbeispiel 3. Die Berechnung der durchschnittlich pro Tier erzeugten Milchmenge ergibt in Planungssituation 4 mit 7 016 kg einen um 24 kg höheren Wert als im Planungsbeispiel 3. Dabei wird in beiden Planungen gegenüber der Ausgangssituation eine deutliche Steigerung der Produktionsmenge pro Kuh erreicht.

Tabelle 4: Ergebnis bei unterschiedlichen Stallplatzkapazitäten

Vorgang	Planungsbeispiel 3		Planungsbeispiel 4	
Stallplatzkapazität (St.)	45		47	
Planungsjahr	1	2	1	2
Grundfutter 1 LM 1-5 (%)	99,96	99,97	99,89	99,90
Grundfutter 1 LM >5 (%)	99,88	99,87	99,77	99,76
Kraftfutter Red. LM 1-5 (g)	-4	-3	-6	-4
Kraftfutter Red. LM >5 (g)	-2	-2	-34	-5
Milchproduktion (kg)	307 406	307 490	307 761	307 439
Quotenbelieferung (kg)	-101	-13	218	-110
Verfüttert an Kälber (kg)	7	4	43	49
Bestandsergänzung (St.)	19,94		20,39	
Verkauf Kühe (St.)	6		6	
ØTierzahl/Monat (St.)	43,97		43,84	
ØMilchprod./Kuh <sup>1</sup> (kg/Jahr)	6 992		7 016	
Deckungsbeitrag (DM)	192 411		193 092	

<sup>1</sup> Auf den Referenzfettgehalt korrigierte Milchmenge.  
Quelle: Eigene Berechnungen.

Anhand dieser Ergebnisse wird deutlich, daß die Erfüllung der Referenzmenge in beiden Planungsbeispielen gegenüber der Ausgangssituation bei gleichbleibend hoher Intensität der Fütterung und einer Ausdehnung der Selektions- und Bestandsergänzungsmaßnahmen erfolgt. Die Anpassung der Referenzmenge durch Verfüttern von Milch unterbleibt nahezu vollständig.

Neben dem Unterschied im Umfang der Bestandsergänzung weisen die beiden Planungsbeispiele auch einen zeitlich differenzierten Verlauf der Bestandsergänzungsmaßnahmen auf (Abbildung 6). In Planungssituation 3 erfolgt die Bestandsergänzung in den ersten drei Planungsmonaten mit mehr als 7 Färsen überdurchschnittlich ausgeprägt. Auf diese Art und Weise erfolgt der Ersatz der sechs verkauften Kühe relativ kurzfristig. Anschließend beschränkt sich die Zahl der Nachzuchttiere bis zum Ende des ersten Wirtschaftsjahres nahezu auf den Ausgleich der Verluste. Zu Beginn des zweiten Wirtschaftsjahres unterbleibt die Bestandsergänzung fast vollständig, um in den letzten Pla-

nungsmonaten wieder auf rund eine Färse pro Monat anzuheben.



Abbildung 6

Nach dem Abgang von sechs Kühen im ersten Planungsmonat erfolgt die Aufstockung des Bestandes in Planungssituation 4 hauptsächlich in den Planungsmonaten 6 und 7. Zu Beginn des zweiten Jahres unterbleibt die Bestandsergänzung zunächst fast vollständig und erreicht gegen Ende des Planungszeitraumes ähnliche Werte wie in Planungsbeispiel 3, wobei allerdings der Planungsmonat 21 mit ungefähr 2 Tieren einen deutlich höheren Wert aufweist. Insgesamt kann festgehalten werden, daß die Bestandsergänzung durch den Optimierungsalgorithmus im Zeitablauf sehr variabel gestaltet wird und die größere Variationsbreite bei Planungsbeispiel 4 auftritt.

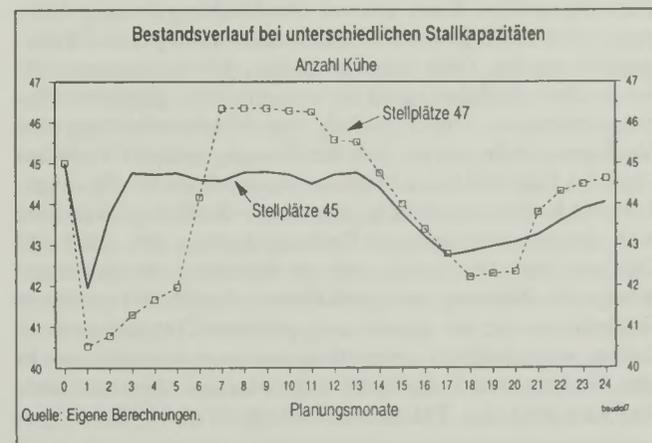


Abbildung 7

Der unterschiedliche Verlauf der Bestandsergänzung spiegelt sich auch in der Entwicklung des Tierbestands wider, insbesondere im ersten Wirtschaftsjahr (vgl. Abbildung 7). In beiden Planungssituationen sinkt die Tierzahl im ersten Planungsmonat zunächst aufgrund der Verkaufsmaßnahme von sechs Kühen stark ab, wobei der Bestandsrückgang in der Ausgangssituation mit 47 Stallplätzen ausgeprägter auftritt und länger andauert als bei Planungssituation 3. Im Verlauf des Planungszeitraumes steigt die Kuhzahl bei einer Kapazität von 47 Stallplätzen im ersten Wirtschaftsjahr auf maximal 46,3 Tiere und bei 45 Stallplätzen

auf maximal 44,74 Kühe an. Anschließend sinkt die Tierzahl in den Frühjahrs- und Sommermonaten des zweiten Wirtschaftsjahres wieder ab, und steigt bis zum Planungsende in beiden Planungsbeispielen wieder auf nahezu 45 Tiere an.

Ein Vergleich des Verlaufs der Herdengröße mit dem in Abbildung 7 dargestellten saisonalen Verlauf des Milchpreises macht deutlich, daß der Bestandsverlauf durch den Optimierungsalgorithmus den Milchpreisschwankungen angenähert wird, indem die Tierzahl in den Frühjahrs- und Sommermonaten abgesenkt wird und in den Herbst- und Wintermonaten wieder ansteigt.

Hinsichtlich der Bestandsergänzung lassen die Ergebnisse auf eine gute Wiedergabe der Auswirkungen unterschiedlicher Handlungsstrategien schließen. Die Bestandsergänzung erfolgt dabei unter dem deutlichen Einfluß des Milchpreises in der Art, daß die Bestandsgröße in Zeiträumen mit hohem Milchpreis zunimmt und bei sinkenden Milchpreisen abnimmt. Die Ersatzmaßnahmen für die zu Beginn des Planungszeitraumes verkauften Kühe bilden hier eine Ausnahme, da sie in einer Zeit erfolgen, in der der Milchpreis noch sinkt. Dieser Vorgehensweise liegt allerdings die Notwendigkeit zugrunde, daß nur durch den unmittelbaren Ersatz der verkauften Tiere durch Färsen eine vollständige Belieferung der Referenzmenge erreicht werden kann. Aber auch diese Maßnahmen werden wenn möglich teilweise auf den Herbst verschoben (Planungssituation 4).

Darüber hinaus bestätigt das Unterbleiben der Anpassungsalternative "Verfüttern von Milch an Kälber" ebenfalls die korrekte Abbildung der produktionstechnischen und ökonomischen Konsequenzen unterschiedlicher Handlungsstrategien, da diese Möglichkeit in der Regel einkommensneutral ist, und deshalb nur als kurzfristige Anpassungsmöglichkeit eingesetzt werden sollte (RUTHS und ZEDDIES, 1988).

Ein weiterer Nachweis für die korrekte Wiedergabe der Zusammenhänge kann anhand der Deckungsbeitragsdifferenz von 680 DM zwischen Planungsrechnung 3 und 4 dargestellt werden. Geht man davon aus, daß die maximal beanspruchte Stallplatzkapazität während des gesamten Planungszeitraums ausschließlich der Milchviehhaltung zur Verfügung steht, ergibt sich für Planungsbeispiel 4 ein um rund 1,6 Plätze höherer Stallplatzanspruch als für Planungsbeispiel 3. Pro zusätzlich genutztem Stallplatz errechnet sich dementsprechend ein Deckungsbeitrag von rund 220 DM pro Jahr. Dies zeigt, daß zur Erfüllung der Referenzmenge die Nutzung von zusätzlichen, bereits vorhandenen Stallplätzen nur bei einem sehr geringen Nutzungskostenniveau wirtschaftlich sinnvoll ist und von Investitionen in den Neubau von Stallplätzen grundsätzlich abgeraten werden kann (vgl. u.a. TRUNK und DOLUSCHITZ, 1993).

#### 4.2.2 Bestandsführung bei Variation der Kosten für Färsen und Kraftfutter

In den folgenden Planungsaufgaben wird für die Ausgangssituation mit 47 Stallplätzen (Planungssituation 4) das Kostenverhältnis zwischen Kraftfutter und Färsen verändert. Für das Planungsbeispiel 5 werden zu diesem Zweck Kosten für Kraftfutter von 35 DM/dt unterstellt. Diesen stehen Färsenkosten von 1900 DM gegenüber. In der Planungssituation 6 wird der Kraftfutterpreis dagegen auf 25 DM/dt gesenkt, und dafür werden die Kosten für eine

Färse auf 2 700 DM erhöht. Alle sonstigen Annahmen bleiben unverändert.

Das Ergebnis der Planung zeigt Tabelle 5. Liegen in der Ausgangssituation geringe Färsenkosten und hohe Kosten für Kraftfutter vor, wird der Kraftfuttereinsatz im Gegensatz zur Planungssituation 4 deutlich eingeschränkt. Insbesondere für die zweite Laktationsphase (Laktationsmonate >5) führt das Modell eine deutliche Rücknahme des Kraftfuttereinsatzes von ungefähr 900 g pro Tier und Tag im ersten Wirtschaftsjahr und 600 g pro Tier und Tag im zweiten Wirtschaftsjahr durch. Dementsprechend wird bei der Gestaltung der Grundfütterration fast ausschließlich Grundfüttermittel 1 eingesetzt. Bei Planungssituation 6 mit kostengünstigerem Kraftfutter und teuren Färsen ist tendenziell zu erkennen, daß das relativ preiswerte Kraftfüttermittel das energiereiche Grundfüttermittel 1 verdrängt. Es treten hinsichtlich der Fütterungsintensität jedoch nur unwesentliche Veränderungen gegenüber Planungssituation 4 auf, da bereits in Planungssituation 4 der Kraftfuttereinsatz nahezu vollständig ausgeschöpft wird.

Tabelle 5: Ergebnis der Berechnung bei unterschiedlicher Kostenstruktur für Färsen und Kraftfutter

Vorgang	Planungssituation 5		Planungssituation 6	
Stallplatzkapazität (St.)	47		47	
Färsenkosten (DM/St.)	1900		2700	
Kraftfutterkosten (DM/dt)	35		25	
Planungsjahr	1	2	1	2
Grundfutter 1 LM 1-5 (%)	99,98	99,94	99,67	99,91
Grundfutter 1 LM >5 (%)	99,96	99,94	99,50	99,47
Kraftfutter Red. LM 1-5 (g)	-199	-134	-1	-2
Kraftfutter Red. LM >5 (g)	-891	-587	-4	-6
Milchproduktion (kg)	307 455	307 497	307 546	307 575
Quotenbelieferung (kg)	-50	-10	13	-2
Verfüttert an Kälber (kg)	5	7	33	77
Bestandsergänzung (St.)	20,83		18,25	
Verkauf Kühe (St.)	6		4	
ØTierzahl/Monat (St.)	44,90		43,89	
ØMilchprod./Kuh <sup>1</sup> (kg/Jahr)	6 848		7 008	
Deckungsbeitrag (DM)	193 559		191 425	

<sup>1</sup> Auf den Referenzfettgehalt korrigierte Milchmenge.  
Quelle: Eigene Berechnungen.

Die Verfütterung von Milch an Kälber als Anpassungsreaktion wird auch in Planungssituation 6 (preiswertes Kraftfutter) trotz eines leichten Anstiegs auf 77 kg nur in sehr geringem Umfang wahrgenommen. Der Deckungsbeitrag liegt bei Planungssituation 5 mit 193 559 DM um 2 134 DM über dem Betrag von 191 425 DM bei Planungssituation 6. Die Quotenerfüllung zeigt in beiden Planungssituationen ein sehr gutes Ergebnis.

Der Verkauf von Kühen umfaßt in Planungssituation 5 insgesamt sechs Tiere, wobei vier Kühe bereits im ersten Planungsmonat und zwei weitere im zweiten Planungsmonat aus dem Bestand ausscheiden. In Planungssituation 6 beschränkt sich der Verkauf von Kühen auf vier Tiere im ersten Planungsmonat. Als Bestandsergänzung werden in

der Planungssituation 5 insgesamt 20,83 Färsen in den Bestand aufgenommen. Dies sind 2,58 Tiere mehr als in Planungssituation 6. Die Produktion der Referenzmenge erfolgt bei billigen Färsen und teurem Kraftfutter im Durchschnitt der Monate mit rund einer Kuh mehr als im Planungsbeispiel mit teuren Färsen und billigem Kraftfutter. Dementsprechend liegt die durchschnittliche Produktionsmenge für Milch/Kuh und Jahr in Planungsbeispiel 6 mit 7008 kg um 160 kg über der Produktionsmenge in Planungsbeispiel 5.

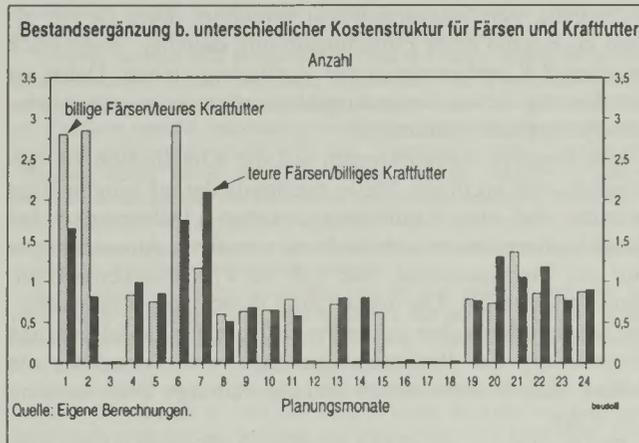


Abbildung 8

Den Verlauf der Bestandsergänzung für die Planungsbeispiele 5 und 6 zeigt Abbildung 8. Dabei ist festzustellen, daß sich der Verlauf der Bestandsergänzung der beiden Planungszeiträume vor allem während des ersten Wirtschaftsjahrs unterscheidet. Dabei wird im Planungsbeispiel mit teuren Färsen in den Planungsmonaten eins, zwei und sechs eine geringere Anzahl von Nachzuchtieren eingestellt. Diesen Monaten steht eine höhere Rate im 7. Planungsmonat gegenüber. Im zweiten Wirtschaftsjahr kommt es in zwei Fällen zu größeren Unterschieden, wobei es sich lediglich um zeitlich versetzte Maßnahmen handelt. Grundsätzlich weist der Verlauf der Bestandsergänzung auch bei unterschiedlichen Kosten für Kraftfutter und Färsen den bereits in Planungssituation 4 dargestellten Verlauf auf.

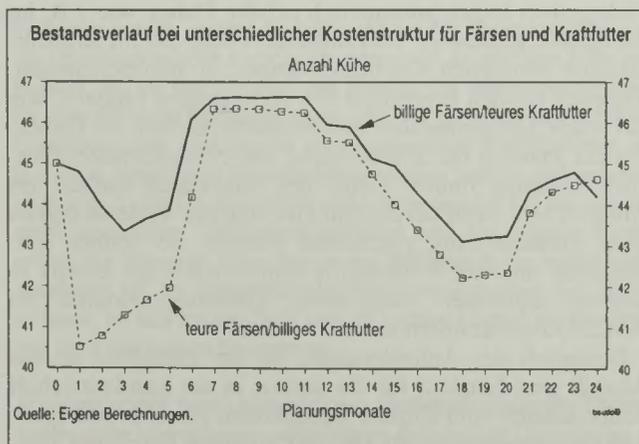


Abbildung 9

Dabei wird erkennbar, daß die Quote in Planungssituation 5 mit durchschnittlich einer Kuh mehr erzeugt wird als bei Planungssituation 6. Der Verlauf des Bestandes folgt dabei in beiden Planungssituationen wiederum dem bereits bekannten Verlauf mit hohen Tierzahlen in den Herbst- und Wintermonaten und einem geringen Bestand im Frühjahr und Sommer.

Die Planungsbeispiele mit unterschiedlichen Preisverhältnissen zwischen Kraftfutter und Färsen bestätigen ebenfalls die modellhaft korrekte Abbildung von produktionstechnischen und ökonomischen Konsequenzen, da in der Ausgangssituation mit geringen Kraftfutterkosten und teuren Färsen die Anzahl der Selektions- und Bestandsergänzungsmaßnahmen gegenüber der Planungssituation mit billigen Färsen und teurem Kraftfutter geringer ausfallen und gleichzeitig der Kraftfuttereinsatz intensiviert wird.

### 5 Schlußfolgerungen für den Einsatz in der Praxis

Nachdem die Ergebnisse der Prognose- und Planungsrechnungen die grundsätzliche Verwendbarkeit des Modells zum Einsatz in der Bestandsführung bei Milchvieh aufzeigen, ist im nächsten Schritt die Eignung des Modells für den Einsatz in der Praxis zu überprüfen. Die Tauglichkeit des im Produktionsmodell implementierten Moduls zur Vorschätzung des Produktionsumfangs kann anhand der für den Beispielbetrieb ermittelten Ergebnisse positiv bewertet werden, da die Prognose der Produktionsmenge sowohl für den gesamten Planungszeitraum als auch für einzelne Wirtschaftsjahre bei einer durchschnittlichen absoluten Abweichung von maximal 5 % sehr gute Werte ergibt. Durch die Kenntnis des zu erwartenden Produktionsumfangs ist es dem Betriebsleiter möglich, die Bestandsführung für einen längeren Planungszeitraum frühzeitig an vorausberechnete Abweichungen der erwarteten Milchmenge von der Referenzmenge anzugleichen.

Auch den Verlauf der in den Einzelmonaten erzeugten Milchmengen prognostiziert das Modell sehr exakt. Die durchschnittliche absolute Abweichung bleibt bei den Monatsmengen ebenfalls unterhalb von 5 %. Diese präzise monatliche Vorschätzung erlaubt es dem Anwender, die Auswirkungen von Anpassungsmaßnahmen auf den Produktionsumfang zeitlich sehr differenziert darzustellen. Dadurch wird dem Anwender die Möglichkeit eröffnet, Selektions- oder Bestandsergänzungsmaßnahmen gezielt auf die einzelnen Planungsmonate zu terminieren. Außerdem wird für kurzfristige Betrachtungszeiträume durch die modellinterne Anpassung der vorgeschätzten Milchmengen an die aktuellen Leistungsdaten (MLP-Monatsberichte) eine gute Angleichung der Prognosewerte an das tatsächliche Leistungsniveau erreicht. Das Modell kann diesbezüglich allerdings kurzfristige, zum Teil stark ausgeprägte Abweichungen nicht vollständig nachvollziehen.

Dabei ist allerdings zu beachten, daß die Ergebnisse der Versuchsstation I der Universität Hohenheim infolge der versuchsbedingt heterogenen Ausgestaltung der Milchviehhaltung bezüglich Futtergrundlage, Haltungsverfahren und Tierrasse nicht unmittelbar auf andere Betriebe übertragen werden können. Um einen erfolgreichen Einsatz des Modells in der Praxis zu gewährleisten, sind deshalb verschiedene Vorarbeiten zu empfehlen. Wird das System in einem Betrieb eingesetzt, muß es zunächst durch die Gegenüberstellung von tatsächlich erzeugten Produktionsmengen mit prognostizierten Werten für die spezielle Betriebsituation "geiecht" werden. Zu diesem Zweck kann anhand einer ex-

ante-Überprüfung ein Abweichungskoeffizient bestimmt werden. Dieser Koeffizient wird anschließend bei der Prognose als zusätzlicher Parameter zur Angleichung der Prognoseergebnisse eingesetzt. Als geeignete Größe wird anhand der Ergebnisse der durchgeführten Prognoserechnungen die durchschnittliche absolute monatliche Abweichung für kurzfristige Planungszeiträume vorgeschlagen, da dieser Koeffizient durch modellinternen verursachte Abweichungen am geringsten beeinflusst wird.

Da als notwendige Datengrundlage im Produktionsmodell die Leistungsdaten von Einzeltieren gefordert sind, ist nun zu klären, ob die entsprechende Datengrundlage in den betreffenden Betrieben verfügbar ist. In der BR Deutschland waren 1992 rund 44 % der milchproduzierenden Betriebe mit ungefähr 67 % des Milchviehbestands der MLP-Prüfung angeschlossen (ADR, 1993). Diese Zahlen verdeutlichen, daß in nahezu der Hälfte aller milchviehhaltenden Betriebe die notwendige Datengrundlage in bekannter und entsprechend guter Qualität zur Verfügung steht. Da in diesen Betrieben fast 2/3 des Kuhbestandes gehalten werden, handelt es sich bei der Mehrzahl der Betriebe ohne MLP-Datengrundlage um Milchviehhalter mit sehr kleinen Kuhbeständen. Diese dürften in der Regel ohnehin auf den Einsatz von EDV-Systemen verzichten, weil eine sinnvolle Anwendung sogenannter "Kuhplaner" ebenfalls auf die Angabe von einzeltierbezogenen Leistungsdaten, wie sie die MLP-Berichte liefern, aufbauen.

Als weiteren Dateninput erfordert das Modell für die Durchführung von Planungsrechnungen im Betriebszweigmodell Angaben über die Kosten- und Erlösstruktur sowie die Produktionskapazitäten des Betriebes, um die produktionstechnischen und ökonomischen Wirkungen unterschiedlicher Anpassungsmaßnahmen betriebspezifisch abbilden zu können. Im Hinblick auf die Genauigkeit dieser Betriebsdaten (vgl. auch Tabelle 1) liegen die größten Unsicherheiten bei der Bestimmung der Inhaltsstoffe und der Kosten für selbsterzeugte Futtermittel, da diese in der Praxis oft nur schwer zu ermitteln und darüber hinaus häufigen Schwankungen unterworfen sind. Auch die Kosten für selbsterzeugte Färsen sind in der Praxis oft nur ungenau festzustellen. Hier sind Kostenwerte zu berechnen, wobei auch bei diesen Angaben mit einem gewissen Fehlerrisiko gerechnet werden muß.

Als nächste Frage ist für den sinnvollen Einsatz des Modells in der Praxis zu klären, in welchem Maße die Planungsergebnisse dazu geeignet sind, dem Betriebsleiter Unterstützung in Entscheidungssituationen zu bieten. Die Ergebnisse der Planungsrechnungen zeigen, daß unterschiedliche Produktionskapazitäten sowie Erlös- und Kostenstrukturen sachgerecht abgebildet werden und dadurch ein zielgerichteter Einsatz der Anpassungsmaßnahmen bei der Planung der Milchviehhaltung gewährleistet ist. Bei der Berechnung der Zielgröße (Deckungsbeitrag) wird im Modell dabei eine kontinuierliche Überprüfung des Belieferungsumfangs der betrieblichen Referenzmenge durchgeführt.

Darüber hinaus werden die Auswirkungen einzelner Entscheidungen nicht nur partiell betrachtet, sondern konsequent alle implementierten Produktionsbereiche berücksichtigt und dadurch die produktionstechnischen und ökonomischen Folgen einer Maßnahme für das Gesamtsystem Milchviehhaltung abgebildet. Auf diese Weise erhält der Betriebsleiter bei der Planung der Bestandsführung Informationen, die ihm bei der Entscheidungsfindung durch den direkten Bezug zum Betrieb eine sehr gute Hilfestellung bieten.

Die Anpassungsalternative "Veränderung der Fütterungsintensität" bietet dem Betriebsleiter im Praxiseinsatz die Möglichkeit, die Auswirkungen einer Veränderung des Kraftfuttereinsatzes auf die Produktionsmenge darzustellen. Die Folgen einer Kraftfütterreduzierung auf den Produktionsumfang werden im Modell jedoch unter Annahmen berechnet, die von den in der Praxis vorliegenden Bedingungen abweichen können. So ist es z.B. vorstellbar, daß Kühe zum Ausgleich des infolge einer Kraftfütterreduzierung auftretenden Energiedefizits zusätzlich Körpersubstanz abbauen und der Leistungsrückgang in der Praxis aus diesem Grund geringer ausfällt als im Modell (keine Berücksichtigung von Substanzabbau) berechnet. Dies ist vor allem zu Beginn einer Futterumstellung denkbar, wenn noch genügend Körperreserven zur Verfügung stehen. Daher ist der Einsatz dieser Anpassungsalternative mit einem gewissen Fehlerrisiko verbunden.

Um negative Auswirkungen auf die Konstitution zu vermeiden, soll an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen werden, daß eine Kraftfütterreduzierung insbesondere bei Hochleistungstieren sehr leicht zu negativen Auswirkungen auf die Tiergesundheit, wie z.B. zu Fruchtbarkeitsstörungen, führen kann. Die Umsetzung dieser Anpassungsalternative erfordert daher in der Praxis trotz der modellinternen Begrenzung der Reduzierungsmenge vom Anwender ein hohes Maß an Fachwissen und die ständige Überwachung der Tiere.

Die Rechenzeit erreicht trotz Einsatz eines Rechners mit Pentium-Prozessor bis zur Erlangung einer optimalen Lösung eine Dauer von 6 - 8 Stunden. Um eine bessere Anpassung an die Praxis zu erreichen, ist im Zuge dieser Erweiterung gleichzeitig die Möglichkeit geschaffen worden, die Bestandsergänzung nur für ganzzahlige Werte zuzulassen. Das Modell bietet nach diesen Anpassungen auch für Betriebe mit überdurchschnittlich großen Beständen, wie man sie überwiegend in den Neuen Bundesländern findet, eine gute Möglichkeit zur Planung der Bestandsführung, da die Optimierung nach Beendigung eines Rechenlaufes automatisch mit neuen Startwerten fortgesetzt werden und dadurch der Rechenvorgang selbstständig in den Nachtstunden erfolgen kann.

Im Hinblick auf die weiteren Entwicklungsmöglichkeiten des Modells erscheint die Integration des Systems in einen sogenannten "Kuhplaner" besonders vorteilhaft, da in diesem Fall der Zugriff auf eine gemeinsame Datenbank ermöglicht wird und diese Vorgehensweise gleichzeitig die Gelegenheit bietet, automatisch erfaßte Daten, wie z.B. im Melkstand gemessene Leistungsdaten oder die im Kraftfutterstand ermittelten Kraftfuttermengen, zu berücksichtigen. Daneben können Ergebnisse des vorliegenden Modells, wie der nach Einzelmonaten differenzierte Bedarf an Färsen, bei der Planung der Erstbelegung von Nachzuchtieren Berücksichtigung finden. Durch den modularen Aufbau des Modells sind dafür bei der Entwicklung des Systems bereits gute Voraussetzungen geschaffen worden. So können z.B. Angaben über die Futtermengen sehr einfach aus bereits in solchen Systemen integrierten Fütterungsmodulen im ASCII<sup>4)</sup>-Format übernommen werden.

Bezüglich der Anforderungen an die Hardware ist das Modell grundsätzlich für die derzeit in der Landwirtschaft hauptsächlich zum Einsatz kommenden Rechner mit Intel-Mikroprozessoren ab 80 386 und aufwärts konzipiert worden. Dabei werden bei Simulationsrechnungen mit Rechenzeiten von unter fünf Minuten gute Ergebnisse erzielt. Dies

4) ASCII = American Standard Code for Information Interchange

gilt auch bei großen Beständen und langen Planungszeiträumen. Werden jedoch Optimierungsläufe mit dem AComplex-Verfahren durchgeführt, steigen die Anforderungen insbesondere bei großen Beständen und längeren Planungszeiträumen deutlich an, so daß eine vertretbare Rechenzeit (6-8 Stunden während der Nacht) nur noch mit Pentium-Mikroprozessoren erreicht wird.

**Summary**  
**Planning and optimization of dairy herd management under milk quota conditions**

A computer model is developed which allows to analyze management decisions with respect to milk production under milk quotas.

To cover the total milk production process in a single model, the overall system becomes divided into three submodels. The "Production model" mainly deals with physiological and production data on a single animal basis. The farm specific data, such as production capacities, prices and costs, and herd structure are covered by the "Enterprise model". Finally, the "Planning model" covers two tasks. Firstly it has the objective to control the herd structure and the herd level adjustment strategies. Secondly it summarizes the natural yield and input data with respect to farm individual price and cost data to obtain a farm level objective function for economic evaluation of different adjustment strategies.

Exact estimation of the production volume is a major requirement for high quality planning results. The testing of the prognosis quality of the corresponding submodel shows very satisfying results for short term planning horizons as well as for long term calculations.

The results of several planning calculations indicate that the model is sensitive for changes in herd and farm structure data and the suggested adjustment strategies are economically favourable. The farm level gross margin calculations continuously consider the production volume and the level of fulfilment of the milk quota. So it is guaranteed that the model interactively considers the complete set of data for the overall system of milk production within the herd, farm, and quota framework.

The evaluation of implementation possibilities of the model in practical farms indicates that data required by the model are available in about 50 % of all dairy operations in Germany which cover about 2/3 of the national dairy cow herd. However, powerful computer hardware equipment has to be installed in quite a number of farms to make on farm model calculations convenient.

**Literaturverzeichnis**

ABLEITER, H.J.: Untersuchungen über Möglichkeiten der züchterischen Verbesserung der Grundfutteraufnahme beim Rind in Betrieben mit Kraftfutterabfautomaten.- Dissertation. Universität Hohenheim 1989. - ADR (Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e.V.) (Hrsg.): Rinderproduktion in der Bundesrepublik Deutschland 1992.- Bonn 1993. - BAUR, H.: Planung und Optimierung der Bestandsführung in der Milchproduktion unter Quotenbedingungen.- Agrarwirtschaft, Sh. 150. Holm 1996. - BERG, E. und KUHLMANN, F.: Systemanalyse und Simulation.- Stuttgart 1993. - BODE, J.: Betriebliche Produktion von Information.- Wiesbaden 1993. - BOX, M.J.: A New Method of Constrained Optimization and a Comparison with other Methods.- Computer Journal, Vol. 8 (1969), S. 42-52. - DOLUSCHITZ, R. und FUNK, R.: Top-Management für große Milchviehherden.- Landtechnik 47 (1992), H. 7/8, S. 381-385. - FUCHS, C. und MURSCHEL-RAASCH, B.: Optimierung der N-Düngung unter Beachtung ökologisch-ökonomischer Ziele.- Agrarwirtschaft 41 (1992), Heft 4/5, S. 107-116. - HÜRLIMANN, W.: (EDV-Fans), Allzuviele EDV-Fans wissen nicht, was Information und Kommunikation eigentlich bedeutet.- Management Zeitschrift 54 (1985), Nr. 5, S. 228-232. - MANETSCH, T.J.: Towards efficient global optimization in large dynamic systems - the adaptive complex method.- In: MANETSCH, T.J. (Hrsg.): Advanced Systems Methodology and Simulation. East Lansing, MI, 1989, S. 73-90. - MÜLLER, A.: Informationsbeschaffung in Entscheidungssituationen.- Dissertation. Universität Hohenheim 1991. - RUTHS, F. und ZEDDIES, J.: Milchquote richtig managen.- DLG-Mitteilungen 103 (1988), H. 11, S. 560-564. - SCHÖN, H.: Elektronik und Computer in der Landwirtschaft.- Stuttgart 1993. - STAMMER, E., PETZOLD, A. und KALM, E.: Anwendung und Überprüfung von indirekten Schätzgleichungen zur Ermittlung der Futteraufnahme beim Milchrind.- Züchtungskunde, Bd. 65 (1993), H. 2, S. 112-118. - SÜSS, P.: Der Einfluß umwelt- und marktpolitischer Auflagen auf Grünlandbetriebe im württembergischen Allgäu.- Dissertation. Universität Hohenheim 1992. - TRUNK, W. und DOLUSCHITZ, R.: Werden Milchquoten nun billiger? - Badische Bauernzeitung 46 (1993), H. 40, S. 20-22. - ZEDDIES, J.: Milchquoten - Was tun? - Der Tierzüchter 36 (1984), H. 9, S. 375-377.

Verfasser: Dr. HEINZ BAUR und Prof. Dr. REINER DOLUSCHITZ, Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre der Universität Hohenheim (410A), D-70593 Stuttgart

# Über das Menschenbild in der agrarökonomischen Forschung

WILHELM BRANDES<sup>1)</sup>

**Zusammenfassung**

In diesem Aufsatz werden die Implikationen des Menschenbildes auf die agrarökonomische Forschung untersucht. Es gibt eine Fülle von Evidenz, die die Fruchtbarkeit des Modells des homo oeconomicus für viele relevante Fragestellungen zeigt. Für genauere und subtilere Untersuchungen sind jedoch verschiedenartige Modifikationen erforderlich. Empirische Untersuchungen haben gezeigt, daß opportunistisches Verhalten bei weitem nicht so bedeutend ist, wie von der nicht-kooperativen Spieltheorie gefordert wird. Ein weiteres Ergebnis ist das folgende: Wann immer der Wettbewerb nur mäßig stark entwickelt ist, ist das Natürliche-Selektions-Argument nur wenig wirksam, so daß andere Ziele verfolgt werden können als das Streben nach maximalem Einkommen.

**Schlüsselwörter:** homo oeconomicus; häufigkeitsabhängige Effekte; strategische Interaktionen; satisfizieren; Rationalität; Opportunismus; Reputation; experimentelle Ökonomik; Natürliches-Selektions-Argument

mus; Reputation; experimentelle Ökonomik; Natürliches-Selektions-Argument

**1 Einführung**

"Unter dem Druck der wirtschaftlichen Verhältnisse wird man im Westen die Anstrengungen zur Flächenzusammenlegung erhöhen müssen" (ISERMEYER, 1995, S. 18).

Solche und ähnliche Formulierungen werden nicht selten von Agrarökonomern, insbesondere von uns Betriebswirten gebraucht. Hier drängt sich die Frage auf: Welches Menschenbild liegt derartigen Überlegungen zugrunde? Offensichtlich nicht dasjenige des durchgehenden Gewinnmaximierers; denn dieser hätte ja auch schon bei günstigeren Rahmenbedingungen alle Maßnahmen zur Erzielung des maximalen Einkommens ergriffen.

Die folgenden Überlegungen sollen das für die Ökonomik und speziell die Agrarökonomik relevante Menschenbild thematisieren und problematisieren. Zunächst wird das Bild des homo oeconomicus etwas schärfer gezeichnet und dessen Fruchtbarkeit für die ökonomische Theorie herausge-

1) Mein Dank gilt den Teilnehmern des Göttinger Agrarökonomischen Seminars und besonders GÜNTHER ENGEL, von dem ich eine Fülle von Anregungen bekommen habe.