27.0 LITWIN, U.: Zum Nutzen verschieden komplexer Planungsverfahren bei der Rationsplanung für Milchvieh - Realitätsnahe Fallstudien auf Simulationsbasis

Zusammenfassung

In Fallstudien zur Rationsplanung bei Milchvieh wird der Nutzen verschieden komplexer Planungsmethoden auf drei Betrieben mit einer recht unterschiedlichen Ausgangslage mit Hilfe von Simulationsrechnungen untersucht.

Betrachtet werden die folgenden Planungsverfahren:

- Rationsplanung LK = einheitliche Grundfutterration + Ausgleichsfutter + Kraftfutter nach Energie- und Proteinbedarf der jeweiligen Leistungsklasse,
- Rationsplanung LP1 = komplexes LP Programm,
- Rationsplanung LP2 = komplexes LP Programm, unter zusätzlicher Einbeziehung der Verteilung der Kühe auf die verschiedenen Leistungsgruppen.

Um auch eine Aussage darüber machen zu können, wie sich Fehlinformationen bei der Planung auswirken und ob das Risiko einer Fehlplanung mit dem verwendeten Planungsverfahren in Zusammenhang steht, wird auch simuliert, welche Futterkosten im Falle von falschen, in die Planung eingehenden Annahmen, resultieren.

Fehlerhaft können die Annahmen sein bezüglich

- Grundfutteranalysen,
- Nährstoffbedarfswerten und Aufnahmekapazität,
- der Verfügbarkeit verschiedener Kraftfuttermittel,
- ausgewählter Futtermittelpreise und
- der Handelbarkeit von vorhandenen Grundfuttermitteln.

Fütterungsfehler werden über Strafkosten in die Futterkostenberechnung einbezogen. Es ergibt sich zusammengefaßt aus den Berechnungen folgendes Bild:

Durch die Anwendung eines einfachen Rationsplanungsverfahrens auf der Basis einer Energie- und Eiweißbilanzierung unter Vorgabe einer Grundfutterration (hier: Verfahren LK)

- können grobe Fütterungsfehler reduziert werden;
- können überhöhte Kraftfuttergaben vermieden werden;
- kann der Kostenspielraum aus verschiedenen Kombinationen der Futtermittel aber nicht ausgenutzt werden.

Das Risiko einer Fehlplanung

besteht kaum (durch Ungenauigkeiten (einer realistischen Größenordnung) bei den in die Planung eingehenden Größen),[1]

- besteht bei ungünstiger zugrunde gelegter Grundfutterration (durch Entstehung neuer Fütterungsfehler und fehlender Nutzung des Kostensenkungsspielraums durch Nicht-Berücksichtigung gewisser Faktoren in der Planung),
- besteht bei knapper Grundfutterversorgung und mangelnder Grundfutterzukaufs- und/oder kostenäquivalenter - substitutionsmöglichkeit (durch Verplanung von mehr Grundfutter als vorhanden).

Durch die Anwendung komplexer auf Linearer Programmierung basierender Planungsverfahren mit oder ohne Berücksichtigung von Herdenstruktur und Grundfuttermengen (hier: LP2 bzw. LP1)

lassen sich Fütterungsfehler weitgehend vermeiden;
läßt sich der Kostenspielraum aus der Kombination verschiedener Futtermittel oder auch der Akzeptanz geringer Nährstoffdefizite voll nutzen.

Das Risiko einer Fehlplanung

- besteht kaum (durch Ungenauigkeiten (einer realistischen Größenordnung) in den für die Planung verwendeten Daten),
- besteht in ungünstigen Fällen (bei einer Fehlinformation bezüglich der Handelbarkeit des eigenen Grundfutters, wenn hierdurch (nutzungs)kostenfreies Grundfutter verdrängt wird (dieser Fall ist aber leicht vermeidbar)),
- besteht bei knapper Grundfutterversorgung und mangelnder Grundfutterzukaufs- und/oder kostenäquivalenter -substitutionsmöglichkeit (bei LP1 (aufgrund der Nicht-Berücksichtigung von Herdenstruktur und vorhandenen Grundfuttermengen) durch Verplanung von Grundfutter, das nicht - oder zumindest nicht kostenfrei - zur Verfügung steht).

Insgesamt bietet die Anwendung von Planungsverfahren in der Milchviehfütterung noch erhebliche Möglichkeiten zur Kostensenkung. Das Verfahren LK ist in der Lage, einen Teil davon auszuschöpfen. Weitgehende Nutzung dieses Potentials bieten aber erst die Verfahren, die viele Faktoren gleichzeitig berücksichtigen können. Das Risiko einer Fehlplanung sinkt mit der Anwendung komplexer Planungsverfahren.

---

[1] Dies enthält jedoch noch keine Aussagen über den Nutzen einer genauen Information hinsichtlich dieser Größen!

27.1 Ziele und Inhalt des vorliegenden Beitrages

Ziel des vorliegenden Beitrages ist es, die praktischen Auswirkungen eines unterschiedlich hohen Informationsstandes[2] exemplarisch anhand von Fallstudien zur Rationsplanung bei Milchvieh zu demonstrieren.
Dabei steht die Quantifizierung des Nutzens der Information aus verschieden komplexen Planungsverfahren im Vordergrund. Das verwendete Nutzenkonzept beschränkt sich auf finanzielle Ziele.
Eine zentrale Bedeutung kommt den folgenden Fragen zu:

- In welcher Größenordnung bewegt sich der Informationsnutzen; wie groß ist die Spannbreite möglicher Nutzen?

- Welche Faktoren sind ausschlaggebend für die Höhe des erzielbaren Informationsnutzens?

Die Informationskosten werden nicht behandelt. Dahinter steht der Gedanke,

1. daß es u. U. bei Kenntnis der Größenordnung des möglichen Informationsnutzens ausreicht, die Zusammensetzung der Informationskosten zu kennen, um eine Aussage über die Rentabilität der Information zu treffen und
2. daß die (monetären) Kosten für alles, was den Datenverarbeitungssektor betrifft, einem so schnellen Wandel unterliegen, daß diesbezügliche Aussagen sehr schnell überholt sind.

Angestrebt wird eine Aussage in der Form, daß die Beschaffung einer Information sich immer dann lohnt, wenn die Kosten ein bestimmtes Niveau (nämlich den Informationsnutzen) nicht überschreiten.

Zunächst soll der Aufbau der zu einem großen Teil auf Simulationsrechnungen aufbauenden Fallstudien schematisch beschrieben und die untersuchten Planungsmethoden erläutert werden, um dann einen Überblick über die Resultate aus den Simulationen zu den Fallstudien zu geben.

27.2 Beschreibung der durchgeführten Fallstudien

27.2.1 Der Aufbau der Fallstudien

Die Fallstudien laufen gemäß folgendem Grundschema ab:

Untersuchungsgegenstand ist die kurzfristige Futterplanung für eine Milchviehherde über die "Winterfutterperiode" Dezember bis April.

---

[2] Der Begriff 'Information' wird in der Arbeit sehr weit ausgelegt; unter Information wird der gesamte Prozeß von der Datenbeschaffung bis zur Verarbeitung zu einer Handlungsempfehlung verstanden. Für die Bewertung des Nutzens wird unterstellt, daß auch gemäß dieser Empfehlung gehandelt wird.
Zur Definition des Informationsbegriffes siehe HARSH (1980), a.a.O., S.295 und MAG (1977), a.a.O., S.5f

Fallstudienobjekte sind 3 Betriebe:

1. Betrieb mit 60 Kühen im Boxenlaufstall in ganzjähriger Stallhaltung; Grundfutterbasis sind frisches Gras bzw. Gras-, Mais- und Zwischenfruchtsilage; die Grundfutterfläche ist ausreichend; Grundfutterzuteilung erfolgt für alle Kühe auf dem Futtertisch, Kraftfuttergabe über Abrufautomaten und zusätzlich im Melkstand. Das Leistungsniveau der Herde liegt bei 6000 kg.
2. Betrieb mit 54 Kühen im Boxenlaufstall mit Weidegang im Sommer; Grundfutterbasis sind frisches Gras und Rübenblattsilage bzw. Gras- und Maissilage; die Grundfutterfläche ist knapp; Zuteilung des Grundfutters an alle laktierenden Kühe auf dem Futtertisch, Kraftfuttergabe über Abrufautomaten. Das Leistungsniveau der Herde liegt bei 7000 kg.
3. Betrieb mit 50 Kühen in Anbindehaltung mit ganzjähriger Stallhaltung; Grundfutterbasis sind frisches Gras und frisches Rübenblatt bzw. Rübenblattsilage und Heu; die Grundfutterfläche ist ausreichend; Grund- und Kraftfutterzuteilung einzeln in die Krippe durch den Melker. Das Leistungsniveau liegt bei 5500 kg.

Auf diesen Beispielbetrieben wurden über einen gewissen Zeitraum Daten über Produktions-, Einkaufs- und Absatzbedingungen gesammelt.
Aufbauend auf den daraus gewonnenen Erkenntnissen wird ein Simulationsprogramm erstellt. Dieses wird getestet, indem das simulierte Ergebnis unter Voraussetzung des realen Informationsstandes und der realen Umweltbedingungen mit dem tatsächlichen Wert verglichen wird.

Mittels dieses Programmes wird simuliert, wie sich ein anderer Handlungsablauf - resultierend aus einem anderen Informationsstand - auswirken würde. Neben der real eingetretenen werden auch andere Umweltlagen definiert, die durchaus hätten eintreten können.
Betrachtet werden Informationen eines verschieden hohen Verarbeitungsgrades:

1. Informationen des höchsten Verarbeitungsgrades, aus denen eine direkte Handlungsempfehlung resultiert:
   - In den Fallstudien sind das die Informationen, die sich aus der Anwendung mehr oder weniger komplexer Planungsmethoden ergeben, und zwar

     a. Reale Rationsplanung[3] = unveränderter tatsächlicher Rationsplan,

     b. Rationsplanung LK = einheitliche Grundfutterration + Ausgleichsfutter + Kraftfutter nach Energie und Protein bedarf der jeweiligen Leistungsklasse und[4]

     c. Rationsplanung LP1 = komplexes LP Programm,

---

[3] Die reale Rationsplanung ist keine zu bewertende Planungsmethode, sie stellt die Referenzsituation dar.

[4] Die Abkürzungen LK, LP1 und LP2 stehen im folgenden für diese Planungsverfahren

d. Rationsplanung LP2 = komplexes LP Programm unter zusätzlicher Einbeziehung der Verteilung der Kühe auf die verschiedenen Leistungsgruppen.

2. Informationen eines niedrigeren Verarbeitungslevels, die Antwort auf die Frage "Was ist?" geben.

- In den Fallstudien handelt es sich hierbei vor allem um produktionstechnische Kenngrößen und um Preise, und zwar um

  a. Grundfutteranalysen,

  b. Nährstoffbedarfswerte und Aufnahmekapazität,

  c. Verfügbarkeit verschiedener Kraftfuttermittel,

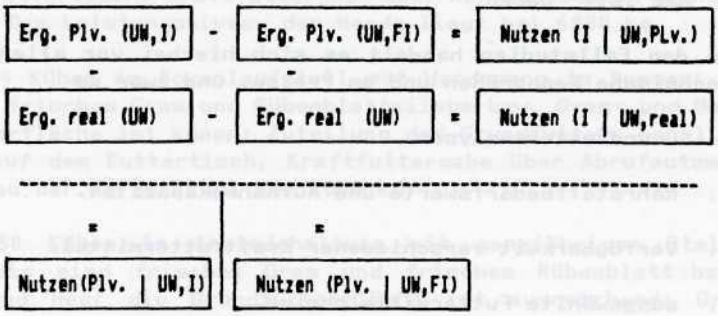
  d. ausgewählte Futtermittelpreise,

  e. Handelbarkeit von vorhandenen Grundfuttermitteln.

Informationen vom Typ 1) und 2) können nur gemeinsam behandelt werden; denn der Nutzen von Typ 1) ist abhängig von Qualität und Verfügbarkeit von 2) und umgekehrt.

Dieser Beitrag beschränkt sich auf die Quantifizierung des Nutzens der Information vom Typ 1) in Abhängigkeit von Informationen vom Typ 2).

Der Informationsnutzen eines Planungsverfahrens wird jeweils berechnet, indem eine Referenzsituation festgelegt wird (in der Regel die Situation, die sich aus der Simulation unter der Bedingung des realen Informationsstandes ergibt), mit der die (simulierte) Lage bei Anwendung eines Planungsverfahrens verglichen wird. Die Differenz entspricht dem Informationsnutzen der Planungsmethode in der jeweiligen Umweltlage, siehe Übersicht 1 auf Seite 276



mit:

Erg.: Ergebnis — Plv.: Planungsverfahren
real: reale Planung — UW: Umweltlage
I: richtige Information — FI: Fehlinformation

Übersicht 1. Schema der Informationsnutzenberechnung (von oben nach unten gelesen).

Der Nutzen einer Information basiert darauf, daß die Referenzration entweder

- nicht durchführbar (z. B. die Kühe fressen die geplante Ration nicht) oder
- suboptimal (die Ration liegt nicht im Kostenminimum) ist.

Häufig tritt anstelle der geplanten Ration, die sich als nicht durchführbar erweist, eine suboptimale. Die Informationen vom Typ 2), die in die Planung eingehen, können mit der Umweltlage übereinstimmen - richtige Information - oder aber auch mehr oder weniger von der Umweltlage abweichen - mehr oder weniger falsche Information - siehe Übersicht 2 auf Seite 277 Dies beeinflußt den Wert einer Planungsmethode, siehe Übersicht 3 auf Seite 277

	UMWELTLAGE	
	T1	T2
	Information ist ...	
Information T1	richtig	falsch
Information T2	falsch	richtig

Übersicht 2. Richtige Information und Fehlinformation bei einer Variablen mit zwei möglichen Ausprägungen T1 und T2

```
Information
     \
      \/
Planung --> Handlung
                \
                 \/
                 Ergebnis
                 /\
                /
           Umweltlage
```

Übersicht 3. Bestimmungsfaktoren des Ergebnisses einer Planung

Die vollkommene Information dürfte in der praktischen Planung der Ausnahmefall sein.
Deshalb wird der Informationsnutzen auch unter der Bedingung simuliert, daß die in die Planung eingehenden Informationen falsch sind, wobei die unterstellten Fehleinschätzungen ein Ausmaß annehmen sollen, wie es in der Praxis denkbar ist.

Damit wird faktisch eine Sensibilitätsanalyse der Planungsverfahren auf Ungenauigkeiten der bei der Planung verwendeten Parameter durchgeführt.

Um eine ungefähre Vorstellung davon zu vermitteln, in welchem Rahmen sich die Fehleinschätzung bewegt, seien kurz für die oben unter a) bis e) angeführten Informationsarten vom Typ 2) die folgenden Anhaltswerte genannt:

Zu a) Grundfutteranalysen: Bei Betrieb 1 und 2 werden jeweils zwei Varianten für die Zusammensetzung von Mais- und Grassilage definiert, die sich z. B. im Trokkensubstanzgehalt um ca. 10 bzw. 25 v.H. unterscheiden, bei Betrieb 3 dagegen nur zwei Rübenblattsilagen, deren Trockenmasse um ca. 10 v.H. differiert.

Zu b) Bedarfswerte: Die beiden unterstellten Varianten entsprechen den Bedarfswerten bzw. der Aufnahmekapazität einer Kuh mit 600 bzw. 650 kg Lebendgewicht.

Zu c) Verfügbarkeit verschiedener Kraftfuttermittel: Es kann entweder nur das real verfütterte Milchleistungsfutter in die Rationsplanung mit eingehen oder aber es kann zusätzlich mit Mais, Tapioka, Weizen, Gerste und Hafer gearbeitet werden, wobei allerdings nur eine von diesen Alternativen in die Ration zusätzlich mit aufgenommen werden darf.

Zu d) Futtermittelpreise: Es werden zwei Preisvarianten definiert, wobei eine Variante den realen Preisen entspricht, während die andere sich davon bezüglich der untenstehenden Futtermittel ca. um folgende Prozentsätze unterscheidet (je nach Betrieb/Jahr)

Heu	:	+ 20 v.H.
Stroh	:	+ 45 v.H.
Mais	:	- 5 v.H.
Sojaschrot	:	- 10 v.H.
Milchleistungsfutter	:	- 10 v.H.

Zu e) Handelbarkeit des Grundfutters: Das vorhandene eigene Grundfutter ist entweder handelbar und wird mit den ortsüblichen Preisen bewertet, oder geht mit einem Preis von Null in die Berechnungen ein. Die Planung erfolgt - wie erwähnt - kurzfristig für Dezember bis April. Die Grundfuttervorräte lagern also bereits auf dem Betrieb.
(Eine längerfristige Planung müßte natürlich die Produktionskosten des Grundfutters in Ansatz bringen. Die Ergebnisse ließen sich in etwa mit denen gleichsetzen, die sich bei Handelbarkeit des Grundfutters ergeben.)

Die Auswirkungen einer Fehlinformation vom Typ 2) lassen sich aus der Differenz zwischen Planung mit bzw. ohne diese Fehlinformation ableiten. Diese Differenz stellt den Nutzen der Information vom Typ 2) in diesem speziellen Fall dar, siehe Übersicht 1 auf Seite 276 (von links nach rechts gelesen); dieser wird hier aber nicht explizit berechnet.

In den Fallstudien werden für ausgewählte Größen jeweils 2 Ausprägungen betreffs Informationsstand und Umweltlage definiert, T1 und T2 (Übersicht 2 auf Seite 277). Die Anzahl der zu simulierenden Fälle vervielfacht sich damit pro zu bewertender Information vom Typ 2) mit dem Faktor 4, wenn die Informationen unabhängig voneinander variieren.

Soweit Daten vorliegen, wird der Informationswert aus unterschiedlichen zeitlichen Perspektiven bestimmt:

1. Ex ante:
   Informationsstand und Umweltlage ex ante
   - entspricht dem Kenntnisstand und den Erwartungen zum Zeitpunkt der Planung.

2. Quasi ex ante:
   Informationsstand ex ante, Umweltlage ex post
   - entspricht dem im Nachhinein durch die Planung erzielten Resultat. Fehleinschätzungen der in die Planung eingangenen Variablen werden mit bewertet.

3. Ex post:
   Informationsstand und Umweltlage ex post
   - entspricht dem Ergebnis, das rein vom Planungsverfahren her bestenfalls erzielbar ist. Fehleinschätzungen der Umweltlage werden aus der Bewertung ausgeschlossen.

Prinzipiell handelt es sich bei den Betrachtungen aus unterschiedlichen zeitlichen Perspektiven auch um Berechnungen mit oder ohne Unterstellung gewisser Fehlinformationen.
Da es sich aber um Informationen handelt, die typischerweise ex ante nur unvollkommen zu erlangen sind und da für eine praxisrelevante Bewertung der anderen Informationen diese zeitabhängigen Fehlinformationen von großer Bedeutung sind, wird der Einfluß der zeitlichen Bewertungsperspektive gesondert behandelt.
Der Nutzen dieser Informationen ergibt sich aus dem Vergleich der Bewertung quasi ex ante mit derjenigen ex post.

Zeitabhängige Information ist in dieser Fallstudie die Kenntnis der genauen Herdenstruktur, also von Abkalbetermin und Laktationsverlauf jeder Kuh.

Die Umweltzustände und Planungsannahmen werden für jeden Betrieb und jeden Planungszeitraum formuliert.

Da sich aus der Kombination verschiedener korrekter und falscher Informationen Effekte ergeben können, die nicht vorher abzusehen sind, erscheint es sinnvoll, alle möglichen Kombinationen aus Annahmen und Umweltlage durchzuspielen. Nur so ist gewährleistet, daß aufschlußreiche Extremfälle nicht übersehen werden.

Die Berechnungen werden für alle Betriebe für die Winterfutterperiode (Dezember bis April) für 1983/84 ex ante, für 1) und 2) auch für die Winterfutterperiode 1982/83 ex ante, quasi ex ante und ex post durchgeführt.

Insgesamt werden in 27.648 Fällen die Futterkosten berechnet. Da sich einige Fälle wiederholen, sind 8752 Simulationen mit 409 verschiedenen Futterrationen (davon 384 aus LP1 und LP2) notwendig.
Um den Nutzen der Planungsverfahren gegenüber der realen Rationsplanung sowie gegenüber den anderen Planungsverfahren zu ermitteln, werden 41.472 Futterkostendifferenzen errechnet.
Der programmtechnische Ablauf ist in Übersicht 5 auf Seite 286 dargestellt.

27.2.2 Beschreibung der Rationsplanungsverfahren

Bei der Rationsplanung für Milchvieh sollte man sich darüber im klaren sein, daß eine absolut exakte Planung und Bewertung der Ration nicht möglich ist. Denn Futteraufnahme, Nährstoffbedarf und -verwertung werden von einer Vielzahl von Faktoren - nicht zuletzt von dem Individuum Kuh - beeinflußt. Ziel ist es daher,

ein Planungsverfahren zu finden, das auch unter Berücksichtigung dieser nicht vermeidbaren Unschärfen eine Ration liefert, die dem Optimum nahe kommt.

Im folgenden sollen die in den Fallstudien untersuchten Planungsverfahren näher erläutert werden.

Die reale Rationsplanung:

Der reale Rationsplan entspricht der auf den Betrieben tatsächlich durchgeführten Fütterung.

Das Planungsverfahren LK:

Das Planungsverfahren LK legt eine bestimmte Grundfutterration zugrunde (bei den Betrieben 1 und 2 handelt es sich um eine von der Beratung empfohlene Ration, bei Betrieb 3 um die reale Grundfutterration). Es wird der Milchproduktionswert dieser Ration aus Eiweiß und aus Energie berechnet; Differenzen werden mittels eines geeigneten Ausgleichsfutters geglättet. Für Tagesleistungen, die über den so erreichten Milchproduktionswert hinausgehen, sollen pro kg Milch 0,5 kg des auf den Betrieben verwendeten Milchleistungsfutters gefüttert werden.

Die Planungsverfahren LP1 und LP2:

Mittels LP wird der kostenminimale Rationsplan unter anderem unter folgender Nebenbedingung gesucht:
Die Grundfutterzuteilung erfolgt an Kühe aller Leistungsgruppen[5] (Färsen, Trokkensteher, 10kg, 14kg, 18kg, ... ,34kg Milch - FCM[5] - pro Tag) gemeinsam, die Kraftfuttergabe einzeln.

Die Grundfutterration für die einzelne Kuh kann in der Regel - besonders aber im Boxenlaufstall - nicht exakt dosiert werden. Eine indirekte Steuerung der Grundfutteraufnahme der einzelnen Kuh ist jedoch möglich

- über die Kraftfuttergabe,
- über die Gesamtmenge des allen Tieren vorgelegten Futters,
- über die Reihenfolge der Grundfuttervorlage (präferierte Futtermittel als letztes).

Diese Philosophie bildet die Grundlage der Ermittlung einer Grundfutterration in den LP-Planungsverfahren.
Um zu gewährleisten, daß jede Kuh in etwa die geplante Menge an Grundfutter aufnehmen kann, müssen Tiere einer niedrigeren Leistungsklasse mindestens soviel von einem Grundfutter erhalten wie Tiere mit höherer Leistung. Handelt es sich um ein 'präferiertes' Grundfutter (z.B. Maissilage), so darf die größte Menge dieses Futters in einer Ration maximal das 1,5fache der kleinsten Menge betragen.[6]

Über diese Bedingungen werden die Leistungsgruppen in der LP-Matrix verknüpft.

---

[5] corrected milk, auf 4% Fettgehalt korrigiert

[6] Der Faktor wurde willkürlich bestimmt nach entsprechender Befragung der Betriebsleiter

In dem Verfahren LP2 erfolgt die Verknüpfung außerdem über die Gesamtmenge an benötigtem Grundfutter, die aus der Gesamtzahl der im Planungszeitraum zu fütternden Rationen für jede Leistungsgruppe modellintern bestimmt wird.[7] Verletzungen der Mindestanforderungen für Energie, Rohfaser und strukturierte Rohfaser sind möglich, werden aber mit Strafkosten belegt. Deren Höhe orientiert sich an dem erwarteten Schaden, stellt jedoch trotzdem eine willkürliche Bewertung dar.

Die LP-Matrix umfaßt für LP1 und LP2 200 - 250 Zeilen und 250 - 300 Spalten, übersteigt damit (noch) die Kapazität gängiger LP-Programme für Personal Computer. Es wird mit dem LP-Algorithmus aus dem Programmpaket FMPS,[8] das auf dem Großrechner der GWDG[9] verfügbar ist, gearbeitet.

Der Programmplan der LPs ist in Übersicht 4 auf Seite 282 dargestellt. Die Grundprogramme für den Matrixgenerator und den Matrixinterpreter wurden freundlicherweise von Prof. Riebe aus Kiel zur Verfügung gestellt. Sie wurden an den FORTRAN 77 Compiler der UNIVAC angepaßt und in diversen Punkten verändert und ergänzt. Der Output aus dem Matrixgenerator wird über ein Zwischenprogramm so umformuliert, daß er von dem Programmpaket FMPS als LP-Matrix akzeptiert wird. Das Optimierungsresultat aus FMPS wiederum muß erst in zwei Programmen umgewandelt und sortiert werden, bevor es von dem Matrixinterpreter in eine lesbare Form gebracht werden kann.

Trotz dieses kompliziert erscheinenden internen Aufbaus läßt sich das Programm über ein zu diesem Zweck erstelltes Macro über einen einzigen Befehl starten.

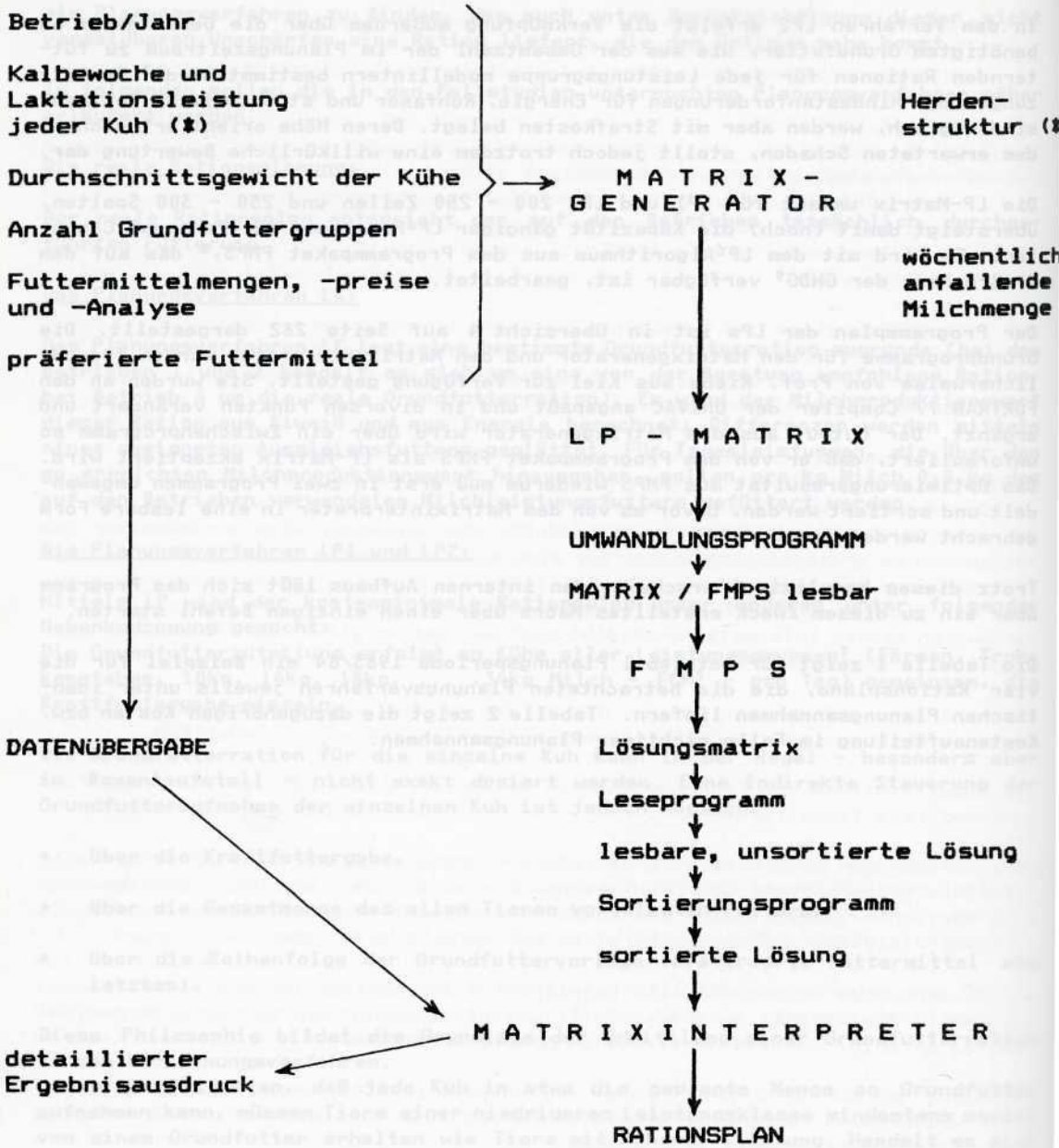
Die Tabelle 1 zeigt für Betrieb 1 Planungsperiode 1983/84 ein Beispiel für die vier Rationspläne, die die betrachteten Planungsverfahren jeweils unter identischen Planungsannahmen liefern. Tabelle 2 zeigt die dazugehörigen Kosten bzw. Kostenaufteilung im Falle richtiger Planungsannahmen.

---

7 Hier bestünde die Möglichkeit, 'Quoteneffekte' miteinzubeziehen

8 Functional Mathematical Programming Systems

9 Gesellschaft für wissenschaftliche Datenverarbeitung



*) nur bei LP2
*) "

Übersicht 4. Aufbau der Programme LP1 und LP2

Tabelle 1: Ein Beispiel für die Rationspläne aus den vier Planungsverfahren bei identischen Planungsannahmen[10]

Kühe der jeweiligen Leistungsstufe erhalten pro Tag jeweils folgende Rationen (in kg Frischmasse):

Futter-mittel	Trocken-steher	Leistungsstufe 10	14	18	22	26	30	34
		kg Milch pro Tag						
a) gemäß realem Rationsplan								
Maissil.	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
Grassil.	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
MLF II[11]	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	10.0	10.0
b) gemäß LK Rationsplan:								
Maissil.	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
Grassil.	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
Gerste	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
MLF II	-	1.2	3.2	5.2	7.1	9.1	11.1	13.1
c) gemäß LP1 Rationsplan :[12]								
Stroh[13]	-	-	0.8	1.1	-	-	-	0.3
Maissil.	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	14.8	11.7	10.3
Grassil.	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
MLF II	-	-	1.3	2.9	5.5	7.3	9.5	10.1
d) gemäß LP2 Rationsplan:								
Stroh	-	-	0.1	1.2	-	-	0.6	0.7
Maissil.	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	16.5	12.2	11.7
Grassil.	14.5	14.5	14.5	14.5	14.3	14.3	14.3	14.3
MLF II	-	-	1.1	2.6	5.8	7.7	9.6	9.1

---

10 Eine dieser Annahmen ist die, daß das eigene Grundfutter nicht handelbar ist.

11 Milchleisungsfutter der Energiestufe 2

12 Die LP Rationspläne gehen von der Annahme aus, daß die Grundfutteraufnahme der Kuh durch die Kraftfuttergabe gesteuert wird.

13 Gerstenstroh zur freien Aufnahme

Tabelle 2: Die Höhe und Aufteilung der Futterkosten dieser Rationspläne im Falle richtiger Planungsannahmen

Rationsplan	Gesamtfutter-	Zukauffutter-[14] in DM	Strafkosten
real	42.290	33.222	9.068
LK	43.675	36.287	7.388
LP1	27.109	22.123	4.986
LP2	26.725	21.997	4.728

Um die Rationspläne miteinander vergleichen zu können, müssen Fehler in der Ration bewertet werden; dabei fließen zwangsweise subjektive Elemente in die Beurteilung mit ein.
Beim Auftreten der häufigsten Mängel wird wie folgt verfahren:

- Problem: Die gefütterte Ration entspricht nicht der gefressenen.

- Behandlung des Problems: Übersteigt die geplante Ration die Trockensubstanzaufnahmekapazität der Kühe, so wird in dem Rationsanalyseprogramm Grundfutter in einer bestimmten Reihenfolge verdrängt. Analysiert wird die so gekürzte Ration.

- Problem: Es wird mehr Grundfutter verplant als vorhanden ist.

- Behandlung: Der beste Fall wird angenommen, nämlich der, daß fehlendes Grundfutter zugekauft werden kann. Die Fehlmengen werden mit den entsprechenden Kosten belastet.

- Problem: Die Anforderungen an die Inhaltsstoffe werden nicht erfüllt.

- Behandlung: Mangel an Energie, Rohfaser und strukturierter Rohfaser sowie Proteinüberhang stellen die häufigsten Verletzungen der ernährungsphysiologischen Restriktionen dar. Sie werden von dem Rationsanalyseprogramm an das Futterkostensimulationsprogramm übergeben und dort mit Strafkosten belegt, die zusammen mit den Ausgaben für Futtermittel die Futterkosten ergeben.

Die Zuweisung der Strafkosten geschieht im einzelnen wie folgt:

- Ein Mangel von 10 MJ NEL[15] pro Tag wird mit Strafkosten von 2,10 DM belegt. 10 MJ NEL entsprechen einem Milchproduktionswert von gut 3 kg Milch (mit 4% Fett). Neben dem direkten Gewinnentgang wirkt sich Energiemangel negativ auf die weitere Milchleistung aus, belastet den Stoffwechsel und erhöht somit das Risko von Krankheit und Fruchtbarkeitsstörungen (siehe hierzu BURGSTALLER (1980), a.a.O., S. 100; HELLER, POTTHAST (1985), ROHR, KAUFMANN (1975).

---

[14] Da das vorhandene Grundfutter kostenfrei ist, sind die Grundfutterkosten gleich Null

[15] Mega Joule Netto Energie Laktation

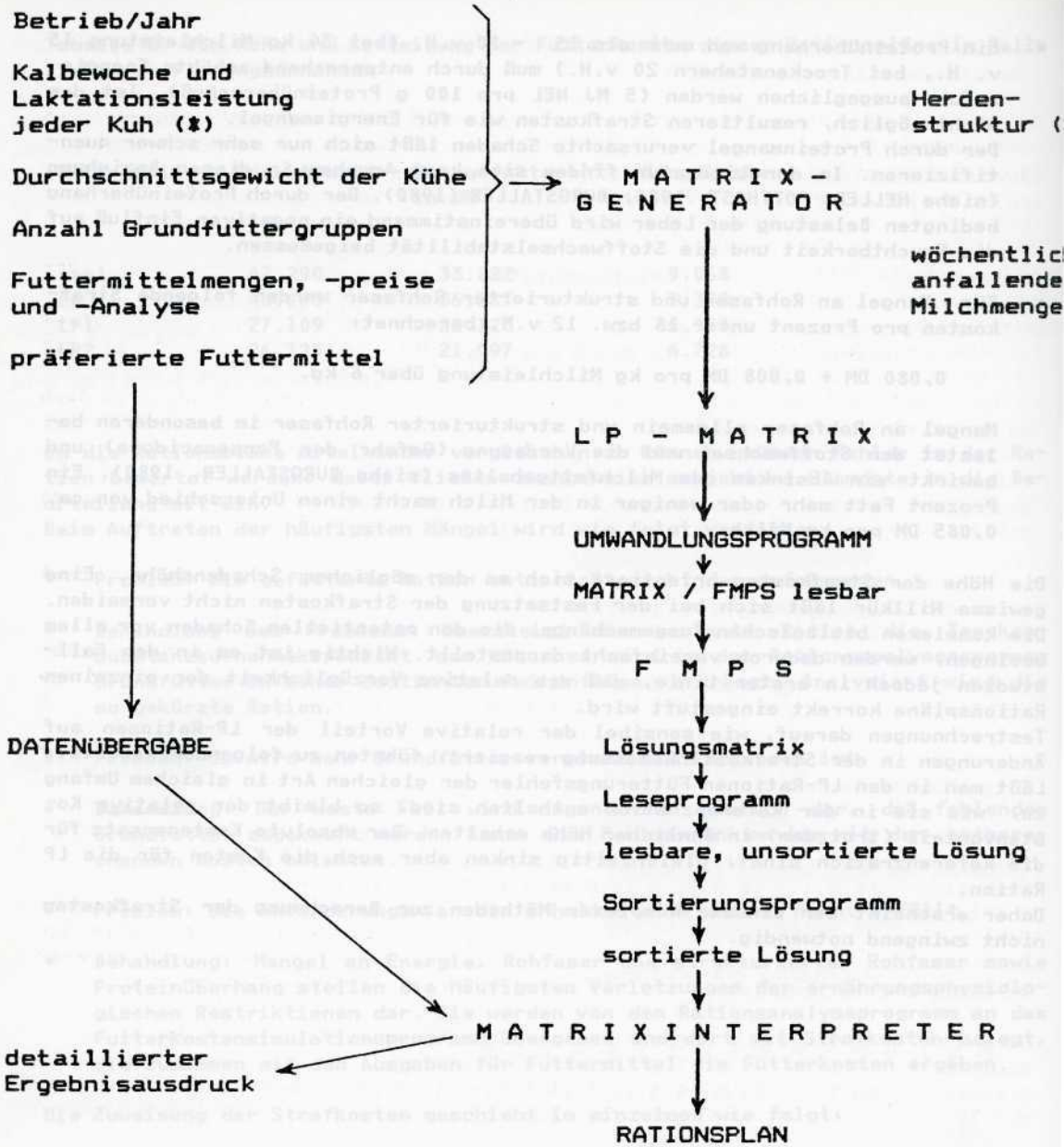
- Ein Proteinüberhang von mehr als 15 - 20 v.H. (bei 34 kg Milchleistung 15 v. H., bei Trockenstehern 20 v.H.) muß durch entsprechend erhöhte Energiezufuhr ausgeglichen werden (5 MJ NEL pro 100 g Proteinüberschuß). Ist das nicht möglich, resultieren Strafkosten wie für Energiemangel.
  Der durch Proteinmangel verursachte Schaden läßt sich nur sehr schwer quantifizieren. In der Literatur finden sich kaum Angaben in dieser Beziehung (siehe HELLER, POTTHAST, 1985; BURGSTALLER (1980). Der durch Proteinüberhang bedingten Belastung der Leber wird übereinstimmend ein negativer Einfluß auf die Fruchtbarkeit und die Stoffwechselstabilität beigemessen.

- Für Mangel an Rohfaser und strukturierter Rohfaser werden folgende Strafkosten pro Prozent unter 18 bzw. 12 v.H. berechnet:

  0,080 DM + 0,008 DM pro kg Milchleistung über 6 kg.

  Mangel an Rohfaser allgemein und strukturierter Rohfaser im besonderen belastet den Stoffwechsel und die Verdauung (Gefahr der Pansenacidose) und bewirkt ein Absinken des Milchfettgehaltes (siehe BURGSTALLER, 1980). Ein Prozent Fett mehr oder weniger in der Milch macht einen Unterschied von ca. 0,085 DM pro kg Milch.

Die Höhe der Strafkosten orientiert sich an der möglichen Schadenshöhe. Eine gewisse Willkür läßt sich bei der Festsetzung der Strafkosten nicht vermeiden. Die komplexen biologischen Zusammenhänge, die den potentiellen Schaden vor allem bedingen, werden dadurch vereinfacht dargestellt. Wichtig ist es in den Fallstudien jedoch in erster Linie, daß die relative Vorzüglichkeit der einzelnen Rationspläne korrekt eingestuft wird.
Testrechnungen darauf, wie sensibel der relative Vorteil der LP-Rationen auf Änderungen in der Strafkostenbemessung reagiert, führten zu folgendem Resultat: Läßt man in den LP-Rationen Fütterungsfehler der gleichen Art in gleichem Umfang zu, wie sie in der Referenzration enthalten sind, so bleibt der relative Kostenvorteil (trotzdem) in ähnlicher Höhe erhalten. Der absolute Kostenansatz für die Referenzration sinkt; gleichzeitig sinken aber auch die Kosten für die LP Ration.
Daher erscheint der Einsatz komplexer Methoden zur Berechnung der Strafkosten nicht zwingend notwendig.



*) nur bei LP2
*) "

Übersicht 5. Allgemeiner Programmablauf

27.3 Die Ergebnisse der Fallstudien

Da versucht wird, den Nutzen einer Informationsart unter sehr unterschiedlichen Bedingungen zu simulieren, geben die Beispielsrechnungen mit hoher Wahrscheinlichkeit einen umfassenden Einblick in die möglichen Auswirkungen verschieden hoher Informationslevel. Die Ergebnisse haben aber keinen repräsentativen Charakter!

Auch sind statistische Verfahren für die Analyse der Simulationsergebnisse nicht anwendbar, da es sich um die deterministische Simulation willkürlich ausgewählter Szenarien handelt, über deren Eintrittswahrscheinlichkeit kaum etwas bekannt ist. "Schlüsse von einer Stichprobe auf die Grundgesamtheit, wie sie die mathematische Statistik ermöglicht, sind nur gültig, wenn wirklich eine Zufallsauswahl vorliegt, d.h. jedes Ding der Menge von Dingen, für die man sich interessiert, muß dieselbe Chance (oder wenigstens: eine genau angebbare Chance) haben, bei der Stichprobenentnahme gezogen zu werden."[16]

Stattdessen wird mit Hilfe von zu diesem Zweck erstellten Auswertungsprogrammen versucht, Antworten auf die folgenden Fragen zu finden:

- In welcher Größenordnung bewegt sich der Informationsnutzen; wie groß ist die Spannbreite möglicher Nutzen?
- Läßt sich ein klarer Einfluß der Faktoren Umweltlage, Betrieb/Jahr, zeitliche Betrachtungsperspektive, Art und Anzahl der Fehlinformationen vom Typ 2) feststellen?
- Treten extrem positive bzw. negative Informationsnutzen auf? Wenn ja, worauf sind sie zurückzuführen?

27.3.1 Analyse der Referenzsituationen

Die Referenzsituation, anhand derer der Nutzen der Information aus Planungsverfahren gemessen wird, stellt - wie gesagt - die Fütterung gemäß dem realen Rationsplan dar. Dabei wird unterstellt, daß letzterer auch bei Vorliegen anderer (als der real vorliegenden Informationen vom Typ 2) nicht verändert wird.

Die Gesamtfutterkosten lassen sich in drei Kostenkomponenten aufteilen:

- Zukauffutterkosten: Hierunter fallen die monetären Aufwendungen für Kraftfutter und für Grundfutter, das zugekauft werden muß.
- Grundfutterkosten: Es handelt sich um die Nutzungskosten für vorhandenes eigenes Grundfutter.
- Strafkosten: Diese Komponente enthält virtuelle Kosten für Fütterungsfehler.

Tabelle 3 gibt einen Überblick über die prozentuale Aufteilung der Gesamtfutterkosten der realen Ration auf den verschiedenen Betrieben in Abhängigkeit von der Bewertung des eigenen Grundfutters.

---

16 KREYZIG (1977), a.a.O., S.19

Tabelle 3: Ungefährer Anteil der einzelnen Kostenkomponenten in v.H. nach Betrieb und Bewertung des eigenen Grundfutters

	Anteil an den Gesamtkosten in v.H. bei des eigenen Grundfutters						
	Nicht-Handelbarkeit				Handelbarkeit		
Betr. Nr.	Zukauf futter	Grund futter	Straf futter	I	Zukauf futter	Grund[17] futter	Straf futter
1	40-50	40-45	10-20	I	60-80	0	20-40
2	35-40	13-17	10-20	I	40-45	0	55-60
3	35-40	25-30	33-37	I	50-55	0	45-50

- In den realitätsnahen Umweltlagen resultieren aus der Fütterung gemäß dem realen Rationsplan teils höhere, teils geringere Strafkosten für Fütterungsfehler als in den simulierten Umweltlagen. Gleiches gilt auch für die Gesamtfutterkosten.

  Es entstehen also keine systematischen Verzerrungen der gemessenen Informationsnutzen aus Planungsverfahren durch die Tatsache, daß der reale Rationsplan auch als Referenzsituation für andere Informationsstand/Umwelt-Kombinationen dient.

  Mögliche Ansatzpunkte zur Aufdeckung von Kostenreserven sind vor allem bei den Kostenkomponenten Zukauffutterkosten und Strafkosten zu erwarten.

---

[17] zur Erinnerung: Bei kurzfristiger Planung entstehen bei Nicht-Handelbarkeit keine Nutzungskosten für vorhandenes Grundfutter

- Kostenreserven bei den Zukauffutterkosten:

In den realen Rationen bestehen die Zukauffutterkosten im wesentlichen aus Kraftfutterkosten. In einzelnen simulierten Umweltlagen sind in geringem Umfang auch Kosten für Grundfutter enthalten, von dem mehr verplant wird als die real vorhandenen Mengen

Bei Einbeziehung der (Nutzungs)Kosten für vorhandenes eigenes Grundfutter beträgt der Anteil der Zukauffutterkosten an den Ausgaben (finanziellen Kosten) für Futtermittel in den realen Rationen aller Betriebe über 50 v.H. - bei Betrieb 2 sogar bis zu 75 v.H. (vergleiche hierzu in Tabelle 3 die Anteile von Zukauffutter- und Grundfutterkosten bei Handelbarkeit des Grundfutters).

- Kostenreserven aus Strafkosten:

Strafkosten treten bei Betrieb 1 durch Mangel an strukturierter Rohfaser und durch Proteinüberschuß auf; letzterer fällt besonders in Umweltlagen mit Silagen hoher Trockensubstanzgehalte ins Gewicht.

Für Betrieb 2 weist der reale Rationsplan sehr hohe Strafkosten aus, die außer durch Mangel an strukturierter Rohfaser im wesentlichen bedingt sind durch einen extremen Eiweißüberhang. Der tägliche Proteinüberschuß entspricht einem Produktionswert (aus Protein) von 6,6kg Milch (in der Ration für Trockensteher) bis hin zu 17,8kg Milch (in der Ration für eine Leistung von 34kg). Der bereits in der Grundfutterration bestehende Proteinüberhang wird verstärkt durch die Gabe von 0,5kg (teurem) Sojaschrot an alle Kühe (Dessen Milchproduktionswert beträgt aus Protein 3,5kg, aus Energie 1,1kg, d.h. es entsteht ein zusätzlicher Proteinüberhang von 2,4kg Milchproduktionswert pro kg Sojaschrot). Weiterhin erhöht sich der Eiweißüberhang pro kg des gefütterten Kraftfutters um 0,4kg Milchproduktionswert.
In einigen Umweltlagen tritt auch deutlicher Energiemangel auf, der mit Strafkosten belastet wird.

Es erscheint paradox, daß der Betrieb mit der höchsten Milchleistung die höchsten Strafkosten zugewiesen bekommt. Aber:

- Bei hoher Milchleistung treten Fütterungsdefizite eher auf.

- Bei hohem Leistungsniveau entstehen größere Verluste durch Fütterungsdefizite (Verlust oder zeitweiliger Ausfall einer Kuh verursacht höheren Gewinnentgang; "verschenktes" Leistungspotential ist größer).

Eine Fehleinschätzung der absoluten Schadenshöhe[18] ist nicht auszuschließen, da die Strafkosten als virtuelle Kosten willkürlich festgelegt werden. Was die LP-Verfahren betrifft, bleibt der relative Informationsnutzen weitgehend unbeeinflußt durch Änderungen der absoluten Höhe der Strafkosten. Da die Interpretation der Ergebnisse auf den relativen Nutzen aufbaut, zöge eine überschätzung hier keine gravierenden Fehlschlüsse nach sich.

---

18 Die für Betrieb 2 errechneten Strafkosten entsprechen auf ein Jahr hochgerechnet einem Schaden von 1.000 bis 1.500 DM pro Kuh. Entstehen könnte dieser z.B. durch ein erhöhtes Verlust- und Krankheitsrisiko, nicht genutztes Potential von 1.500 - 2.000 kg Milch und eine verlängerte Zwischenkalbezeit.

Bei Betrieb 3 lassen sich die Strafkosten in allen Fällen zu ca. zwei Dritteln auf Energiemangel und zu rund einem Drittel auf Mangel an strukturierter Rohfaser zurückführen.

Das Hauptproblem liegt auf diesem Betrieb in den geringen Rohfasergehalten des hauptsächlichen Grundfutters Rübenblattsilage.

Falls Nutzungskosten für vorhandenes Grundfutter angesetzt werden müssen, stellt sich die Frage, ob der maximale Einsatz eigenen Grundfutters immer zu der kostengünstigsten Ration führt. Möglicherweise bieten sich auch hier Einsparungsmöglichkeiten.

27.3.2 Allgemeine Einflüsse auf den Informationsnutzen aus Planungsverfahren

Der Nutzen der Information aus Planungsverfahren unterscheidet sich deutlich von Betrieb zu Betrieb, weniger zwischen den Planungsperioden 1982/83 und 1983/84. Ausschlaggebend ist also das Fütterungssystem an sich.

Gleichermaßen wichtige Faktoren (für die gilt: je größer, desto höher der Nutzen komplexer Planungsverfahren) sind:

- Fütterungsfehler in der Realration,
- Anzahl verfügbarer Futtermittel zur Deckung des Bedarfs an begrenzend wirkenden Inhaltsstoffen,
- Höhe und Streuung des Leistungsniveaus der zu fütternden Kühe.

Die relative Vorzüglichkeit der einzelnen Rationspläne verschiebt sich nur unwesentlich durch die Änderung der zeitlichen Betrachtungsperspektive.

Ein direkter Rückschluß von der Höhe der einzelnen Kostenkomponenten in der Referenzsituation auf den durch komplexere Planungsverfahren erzielbaren Informationsnutzen kann nicht getroffen werden.
So liegt der Informationsnutzen aus Planungsverfahren in Umweltlagen, in denen die Referenzsituation "reale Ration" mit hohen Strafkosten belastet wird, zwar häufig, aber keineswegs immer höher als in anderen Umweltlagen.

Ausschlaggebend sind neben Fütterungsfehlern in der Referenzsituation die Kombinationsmöglichkeiten verschiedener, ähnlich teurer Futtermittel zur Deckung ernährungsphysiologischer Ansprüche.
Bei ausreichender Anzahl von Kombinationsmöglichkeiten gibt es mehrere, auch recht unterschiedliche Rationspläne, die sich nahe dem Kostenminimum befinden.

Die Relevanz verschiedener Kombinationsmöglichkeiten zeigt sich des weiteren beim Vergleich der LP-Lösungen mit und ohne Auswahlmöglichkeit zwischen verschiedenen Kraftfuttermitteln. Sobald ein kostengünstiges, energiereiches Kraftfutter verfügbar ist, gehen die Strafkosten der LP-Rationen bei Planung ohne Fehlinformationen häufig gegen Null. Andernfalls nimmt auch die LP-Lösung Fütterungsfehler in Kauf.
Besonders bei der Fütterung hochleistender Kühe muß oft ein geringes Energiedefizit akzeptiert werden.

Je höher der Anteil hochleistender Kühe, desto wichtiger werden verschiedene Kombinationsmöglichkeiten bei der Futterauswahl, desto größere Vorteile bieten

die komplexen LP-Planungsverfahren, die viele Faktoren gleichzeitig berücksichtigen.

27.3.3 Nutzen der Information aus Planungsverfahren gegenüber der realen Rationsplanung

Die Auswertung der Ergebnisse bezieht sich auf den relativen Informationsnutzen. Dadurch wird Vergleichbarkeit über die Betriebe erreicht.

Um eine Vorstellung der absoluten Größenordnungen zu geben, zeigt Tabelle 4, wieviel 10 v.H. Futterkostenersparnis gegenüber dem realen Rationsplan in absoluten Zahlen ausgedrückt bedeuten, in Abhängigkeit von Betrieb/Jahr und davon, ob Kosten für vorhandenes Grundfutter angesetzt werden. Es ist zu bedenken, daß nur die Futterkosten über fünf Monate betrachtet werden. Hochgerechnet auf ein Jahr[19] resultiert leicht ein doppelt so hoher Betrag (Bei Betrieb 1 entfielen z.B. 1982/83 43 v.H. der Ausgaben für Kraftfutter auf diesen Zeitraum).

Tabelle 4: Absolute Größenordnung (in DM) einer Futterkostenersparnis von 10 v.H. in den Monaten Dezember bis April gegenüber dem realen Rationsplan

Betrieb		der Kosten für	unter Einbeziehung für vorhandenes Grundfutter	ohne Kosten für Grundfutter Nr.:
1	1982/83	ex ante	6.600	3.900
1	1982/83	ex post	6.600	4.000
1	1983/84	ex ante	6.700	4.200
2	1982/83	ex ante	9.200	7.700
2	1982/83	ex post	9.200	7.700
2	1983/84	ex post	11.900	10.300
3	1983/84	ex ante	5.200	3.800

27.3.3.1 Nutzen des Planungsverfahrens LK

Planung ohne Fehlinformationen:

Auch unter der Voraussetzung, daß alle in die Planung eingehenden Informationen über Bedarfswerte und Futterzusammensetzung richtig sind, variiert der durch die Planungsmethode LK erzielbare relative Nutzen beträchtlich von Betrieb zu Betrieb.

Während sich bei den Betrieben 1 und 2 ein positiver Informationsnutzen gegenüber der Referenzsituation von

- + 10 bis + 30 v.H. bei Betrieb 1 und

---

[19] Das ist allerdings nur unter Vorbehalt möglich

- + 40 bis + 50 v.H. bei Betrieb 2 ergibt, resultiert ein negativer Informationsnutzen von
- 0 bis - 20 v.H. bei Betrieb 3.

Die Ansatzpunkte des Planungsverfahrens LK zur Kosteneinsparung liegen

- in der potentiellen Vermeidung von Fütterungsfehlern und
- in der potentiellen Verringerung der Kraftfutterkosten.

Die Grundfutterkosten spielen in der Planung keine Rolle.
Im Hintergrund steht zwar im allgemeinen das Bestreben, einen möglichst hohen Anteil des Grundfutters in die Ration aufzunehmen. Dieses Bestreben wird aber nicht als expliziter Algorithmus formuliert, so daß Änderungen gegenüber der Realration betreffs dieser Kostenkomponente also mehr zufälligen Charakter tragen.

Reduzierungen der Futterkosten durch das Planungsverfahren LK sind auch bei Planung ohne Fehlinformationen nur möglich, wenn die Fütterungsfehler der Referenzration vermieden werden können, ohne daß gleichzeitig die Ausgaben für Futtermittel überproportional steigen. Ausschlaggebend für den Nutzen des Planungsverfahrens LK ist die Qualität der zugrunde gelegten Grundfutterration. Diese wird bestimmt zum einen durch die verfügbaren Grundfuttermittel, zum anderen durch die (hier nicht zu simulierenden) Kenntnisse des Futterplaners. Wesentlich ist es, daß die Grundfutterration die Versorgung der Tiere mit Rohfaser und strukturierter Rohfaser auch bei höheren Kraftfuttergaben gewährleistet, wobei die Grundfutterverdrängung zu berücksichtigen ist.
Ein in Energie und Proteingehalt hinsichtlich des Milchproduktionswertes ausgeglichenes Kraftfutter ist in diesem Planungsverfahren zur Bedarfsdeckung bei hoher Milchleistung von Vorteil.

Planung mit Fehlinformationen:
Im großen und ganzen hat eine Fehleinschätzung von Bedarfswerten und Futterzusammensetzung in der hier geprüften Größenordnung keinen wesentlichen Einfluß auf den durch das Planungsverfahren LK erreichbaren Informationsnutzen.
Tendenziell wirken sich Fehlinformationen zwar eher negativ aus, in Einzelfällen können aber auch Fehler anderer Art kompensiert werden, d.h. Fehler, die Faktoren betreffen, welche nicht in die Planung mit einbezogen werden.

Zusammenfassend bleibt zu sagen, daß durch das Planungsverfahren LK

- grobe Fütterungsfehler reduziert werden können,
- überhöhte Kraftfuttergaben teilweise vermieden werden können,
- der Kostenspielraum aus verschiedenen Grundfutter/Kraftfutter- Kombinationen aber nicht ausgenutzt werden kann und
- das (verhältnismäßig geringe) Risiko einer Fehlplanung bedingt ist weniger durch Fehlinformation bei den in die Planung eingehenden Größen als vielmehr dadurch, daß andere Faktoren (z.B. Grundfutterpreise, Grundfutterverdrängung, Proteinüberschuß) nicht explizit in der Planung berücksichtigt werden.

Nutzen der Planungsverfahren LP1 und LP2

Da die Unterschiede im Informationsnutzen der Verfahren LP1 und LP2 weiter unten noch detailliert angesprochen werden, im übrigen aber viele Gemeinsamkeiten bestehen, sollen beide Verfahren zunächst gemeinsam angesprochen werden.

Planung ohne Fehlinformationen:

Unter der Bedingung, daß richtige Informationen (betreffs der Handelbarkeit von Grundfutter, der Bedarfswerte, der Zusammensetzung und der Preise der Futtermittel) der Planung mit LP zugrunde liegen, bewegt sich der Informationsnutzen dieser Planungsverfahren relativ zur Fütterung gemäß der realen Rationsplanung bei

- Betrieb 1 zwischen 20 und 40 v.H.,
- Betrieb 2 zwischen 40 und 65 v.H. und bei
- Betrieb 3 zwischen 10 und 30 v.H.

Die Reihenfolge der Betriebe bezüglich der Höhe des Informationsnutzens bleibt also für alle Planungsverfahren die gleiche, nämlich Betrieb 2 - Betrieb 1 - Betrieb 3.

Bei den Betrieben 1 und 2 werden Reserven aus allen drei Kostenbereichen (Zukauffutter-, Grundfutter- und Strafkosten) aufgedeckt. Aufgrund des hohen Strafkostenanteils birgt für Betrieb 2 die Einsparung im Bereich "Strafkosten" dabei wesentlich größere Reserven als bei Betrieb 1.

Die Kosteneinsparungen auf Betrieb 3 basieren ausschließlich auf der Vermeidung von Fütterungsfehlern.

In Umweltlagen, in denen keine Nutzungskosten für eigenes Grundfutter in Ansatz gebracht werden, können die Zukauffutterkosten

- bei Betrieb 1 um rund 40 v.H.,
- bei Betrieb 2 um rund 30 v.H. gesenkt werden.

Müssen Nutzungskosten berechnet werden, lassen sich die Kosten für Futtermittel insgesamt (Zukauffutter und Grundfutter) um Prozentsätze in ähnlicher Höhe kürzen. Die Kostenreduzierung erfolgt in der Regel durch eine starke Minderung des Kostenansatzes für eigenes Grundfutter bei gleichzeitiger leichter Steigerung der Zukauffutterkosten.
Das bedeutet: Der höchstmögliche Einsatz eigenen Grundfutters führt nicht immer zur kostenminimalen Ration.

Planung mit Fehlinformationen:

Im großen und ganzen ändert auch die Fehleinschätzung bezüglich der untersuchten, in die Planung eingehenden Informationen nichts an der relativen Vorzüglichkeit der Planungsverfahren LP1 und LP2 gegenüber der Referenzsituation "reale Futterplanung" bei allen drei Betrieben.
In der Regel reduzieren sich die Kostenvorteile bei Planung unter Fehlinformation um einige Prozentpunkte, in Einzelfällen tritt aber auch der gegenteilige Fall auf und der Nutzen der Planungsverfahren steigt; vor allem bei den Betrieben 1 und 2 zieht sich das Feld möglicher Informationsnutzen weiter auseinander.
Da sich Fehlinformationen teils gegenseitig kompensieren, bringt eine zunehmende Anzahl von Fehlinformationen nicht notwendigerweise eine Absenkung des Informationsnutzens mit sich.

Extrem negative Werte für die Verfahren LP1 und LP2 lassen sich immer auf einen der folgenden Fälle zurückführen:

1. Es wird fälschlicherweise angenommen, das Grundfutter sei handelbar, und unter dieser Annahme wird vorhandenes, in Wirklichkeit kostenloses Grundfutter durch zugekauftes aus der Ration verdrängt.

2. Grundfutter wird korrekt als nicht handelbar eingestuft; es wird aber sehr viel mehr davon verplant als vorhanden ist (nur bei LP1).

3. Fall 1) oder 2) führen dazu, daß weniger Maissilage und stattdessen mehr Kraftfutter eingesetzt wird.

Insgesamt gesehen schöpfen die Verfahren LP1 und LP2 die Kostenreserven aus, sowohl

- durch die Vermeidung von Fütterungsfehlern, als auch

- durch kostenminimale Kombination verschiedener Futtermittel .

Das Risiko einer Fehlplanung besteht vorwiegend in den unter 1) bis 3) genannten Situationen, das heißt speziell bei einer Fehlinformation bezüglich der Handelbarkeit des eigenen Grundfutters. Andere Fehlinformationen ziehen keine gravierenden Fehlplanungen nach sich.

27.3.4 Vergleich der Nutzen der einzelnen Planungsverfahren

27.3.4.1 Informationsnutzen der Verfahren LP1 und LP2 gegenüber Verfahren LK

Der direkte Vergleich der Futterkosten bei Planung mit den Verfahren LP1 und LP2 mit denen bei Planung mit dem Verfahren LK zeigt, daß in den meisten Fällen zusätzliche Kostenreserven durch die komplexeren LP-Planungsverfahren erschlossen werden können. Die Reduzierung der Futterkosten bewegt sich gegenüber der Planung mit LK in den meisten Beispielsrechnungen um 10 bis 30 v.H.

Anders als beim Informationsnutzen der einzelnen Planungsverfahren gegenüber der realen Ration bestehen hier keine großen Unterschiede zwischen den Betrieben 1 und 2, was den durch die LP-Planung erreichbaren zusätzlichen Nutzen betrifft, während bei Betrieb 3 deutlich höhere Reserven aufgedeckt werden. Das erstaunt nicht, wenn man sich die Größenordnung der durch die Planungsverfahren LK bzw. LP1 und LP2 auf den einzelnen Betrieben zu erzielenden Informationsnutzen vor Augen hält:

	Nutzen LK (rund)	Nutzen LP (rund) in v.H.	Differenz (rund)
Betrieb 1	10 - 30	20 - 40	10
Betrieb 2	40 - 50	40 - 65	10
Betrieb 3	0 - 20	10 - 30	30

Ursache der überlegenheit der LP-Verfahren sind zusätzliche Kosteneinsparungen

1. durch weitgehende Vermeidung von Fütterungsfehlern,

2. durch gleichzeitige Ausschöpfung des durch verschiedene Kombinationsmöglichkeiten der Futtermittel gegebenen Kostenspielraums.

Die Vorteilhaftigkeit der LP-Verfahren nimmt daher gegenüber dem Verfahren LK mit zunehmender Anzahl von Fehlinformationen geringfügig ab. Ähnlich wie im Vergleich zur realen Planung treten stark negative Informationsnutzen von LP1 oder LP2 im Vergleich zu LK nur auf, wenn "kostenfreies" Grundfutter verdrängt wird oder die Menge des verfügbaren "kostenfreien" Grundfutters stark überschritten wird.

27.3.4.2 Der direkte Vergleich zwischen LP1 und LP2

Die Verfahren LP1 und LP2 unterscheiden sich insgesamt gesehen nicht sehr stark hinsichtlich des durch ihre Anwendung erreichbaren Informationsnutzens. Ein direkter Vergleich (mit LP1 als Referenzsituation) zeigt Unterschiede im Informationsnutzen von 0 bis 10 v.H. für alle drei Betriebe bei Planung ohne Fehlinformation.
Es überwiegt der positive Nutzen von LP2 gegenüber LP1.

Bei Planung unter Fehlinformation reduziert sich der Vorteil von LP2 geringfügig; deutlich negativer Informationsnutzen gegenüber LP1 tritt aber nur auf, wenn der oben genannte Fall 1) - die Verdrängung "kostenfreien" Grundfutters - bei der Planung mit LP 2 auftritt, bei der mit LP1 aber nicht.
LP2 minimiert die Futterkosten im Gegensatz zu LP1 unter Berücksichtigung der Verteilung der Kühe auf die einzelnen Leistungsgruppen und unter Berücksichtigung der vorhandenen Grundfuttermengen. Vorteile bietet LP2 daher

1. in den oben unter 2) erwähnten Fällen, in denen mit LP1 wesentlich größere Mengen "kostenfreien" Grundfutters verplant werden als vorhanden sind, der Zukauf dieser Futtermittel aber nicht lohnt,

2. sofern die Rationen für Kühe bestimmter Leistungsgruppen besonders kostenintensiv oder extensiv sind (betrifft vor allem den Strafkostenbereich).

Basiert der Vorteil von LP2 gegenüber LP1 auf den unter 2) beschriebenen Gründen, so reduziert sich dieser in der quasi-ex-ante Betrachtung gegenüber der Bewertung aus der ex-ante Perspektive, da ex-ante immer eine gewisse Fehleinschätzung der Herdenstruktur vorliegt.

Es sollte berücksichtigt werden, daß in den vorliegenden Simulationsrechnungen die Verplanung von mehr eigenem Grundfutter als eigentlich vorhanden ist, nur "sehr milde bestraft" wird, indem Übermengen mit dem Zukaufpreis belastet werden. Bei knappen Grundfuttervorräten fiele der Nutzen von LP2 gegenüber LP1 in vielen Fällen sehr viel höher aus, wenn fehlendes Grundfutter nicht ohne weiteres beschafft oder substituiert werden könnte.

27.4 Literatur

1)BURGSTALLER, G.: 1980
Praktische Rinderfütterung
Stuttgart 1980

2)HARSH, S.B.: 1980
The Use of Operations Research Tools as an Aid to Farm Decision Making - The TELPLAN Experience. In: Yaron, D., C.S. Tapiero (Hrsg.) Operations Reasearch in Agriculture and Water Resources
Amsterdam, S. 295ff

3)HELLER, D., V. POTTHAST: 1985
Erfolgreiche Milchviehfütterung
Frankfurt 1985

4)KREYSZIG, E.: 1977
Statistische Methoden und ihre Anwendungen
Göttingen 1977

5)MAG, W.: 1977
Entscheidung und Information
München 1977

6)ROHR, K., W. KAUFMANN: 1975
Probleme der Energieversorgung hochleistender Milchkühe - In: Biologisch-technische Fortschritte in der Milchproduktion und Proteingewinnung - Berichte über Landwirtschaft, Sonderheft 191
Hamburg, Berlin 1975