

E 381 KL SR 19

SCHRIFTENREIHE DES AGRARWIRTSCHAFTLICHEN INSTITUTES
DES BUNDESMINISTERIUMS FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT

Zur Anwendung der Linearen Programmierung
im Grünlandbereich

*Remarks concerning the application of
Linear Programming with respect to problems in
grassland management*

von

Dipl.-Ing.Dr.Walter KLASZ

Wien 1974



G AWI

Zugangsdatum	22.8.74
Zugangsnummer	15.155
Katalogisiert	W.F.
Signatur	± 381 Wl

Diese Arbeit wurde als Dissertation zur Erlangung des
Doktorgrades an der Hochschule für Bodenkultur, Wien,
im September 1973 eingereicht.

ISBN 3 - 7040 - 0482 - 0

Eigentümer, Herausgeber und Druck: Agrarwirtschaftliches Institut
des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, 1133 Wien 13,
Schweizertalstraße 36. Verlag: Österreichischer Agrarverlag,
1014 Wien 1, Bankgasse 1-3.

INHALTSÜBERSICHT

	Seite
1. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG	1
2. UNTERSCHIEDE IN DER PROBLEMATIK DER KALKULATION UND PLANUNG ZWISCHEN ACKER- UND GRÜNLANDBEREICH	4
2.1 Zur Ermittlung der optimalen speziellen Intensität	5
2.11 in der Pflanzenproduktion	5
2.12 in der Veredlungswirtschaft	7
2.2 Zur Ermittlung der optimalen Aufwandszusammensetzung	8
2.3 Zur Ermittlung der optimalen Produktionsrichtung	9
3. PROBLEMATIK DER AUSWAHL UND HANDHABUNG VON ENTSCHEIDUNGSHILFEN	11
3.1 im wissenschaftlichen Bereich	12
3.2 für die Praxis	13
4. DIE ANWENDUNG DER LINEAREN PROGRAMMIERUNG IM GRÜNLANDBEREICH	17
4.1 Zur Produktionsfunktion der Graserzeugung	17
4.11 Die abhängige Variable	17
4.12 Die Produktionsfaktoren der Graserzeugung	19
4.121 Düngung	19
4.122 Nutzung	24
4.13 Wechselbeziehung: Ertrag-Nutzung	25
4.14 Wechselbeziehung: Ertrag-Nutzung-Düngung	29
4.15 Wechselbeziehung: Ertragsverlauf-Düngung	32
4.16 Wechselbeziehung: Ertragsverlauf-Nutzung	35
4.2 Grundsätzliche Überlegungen zur Matrixtechnik	37
4.21 Futterlieferung	37
4.22 Futterwerbung	39
4.221 Weidenutzung	39
4.222 Schnittnutzung	51
4.23 Fütterung	55
4.3 Die Erstellung einer Standardmatrix für den Grünlandbereich	57
4.31 Grünlandspezifischer Bereich der Standardmatrix	59
4.311 Futterlieferung	59
4.312 Futterwerbung	63
4.3121 Weidenutzung	63
4.3122 Schnittnutzung	67
4.313 Fütterung	72
4.32 Sonstige Bereiche der Standardmatrix	73
4.321 Arbeitswirtschaft	75
4.322 Fruchtfolgebedingungen	77
4.323 Formulierungstechnik zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit von Investitionen	78

	Seite
4.324 Formulierungstechnik und Handhabung der Standardmatrix in bezug auf methodische Schwächen des LP-Standardmodells	80
- Prinzip der eindeutigen Erwartungen	81
- Prinzip der statischen Betrachtungsweise	81
- Prinzip der Gewinnmaximierung	82
- Linearitätsprinzip	82
- Prinzip der unbegrenzten Teilbarkeit	87
4.4 Zur Organisation und zum Ablauf von Betriebsplanungen in der Praxis mit Hilfe der linearen Programmierung	91
4.41 Datenaufnahme und Erstellung der Rechenmatrix	92
4.42 Rechenvorbereitung	92
4.43 Rechnen	93
4.44 Ergebnisinterpretation	96
5. ZUSAMMENFASSUNG	98
SUMMARY	102
LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS	105

ABBILDUNGEN IM TEXT

Nummer	Titel	Seite
1	Verlust/Gewinn verschieden intensiver Nutzungsformen der Rindviehhaltung bei zunehmender Bewirtschaftungsintensität des Dauergrünlandes	6
2	Ertragsgesetz nach MITSCHERLICH	22
3	Stickstoffsteigerungsversuch auf Grünland	22
4	Die Stickstoffwirkung auf dem alpenländischen Grünland bei jährlich 3 Schnitten	23
5	Bruttoerträge, Nettoerträge und Weideverluste in Abhängigkeit von der Zahl der Nutzungen	28
6	Nettoertragsfunktionen für das Dauergrünland in Schleswig-Holstein bei variierten Bodenqualitäten und Besatzdichten	29
7	Bruttogrünlanderträge Schleswig-Holsteinischer Weiden	30
8	Graswuchs in den Sommermonaten	32
9	Der Futterzuwachs auf der Weide im Laufe der Vegetationsperiode	32
10	Ermittelte Bruttoertragskurven im Vergleich mit Ergebnissen aus Schnittprobenmessungen	33
11	Wuchsschnelligkeit des Bergweiderasens in Abhängigkeit von der Stickstoffdüngung	34
12	Die Nährstofflieferungen des Dauergrünlandes bei steigender Stickstoffdüngung	36
13-14	Formulierungsschemata in bezug auf die Weidenutzung: Variante 1 (Nr.13) Variante 2 (Nr.14)	39
15-18	Verschiedene bereits vorliegende Planungsansätze zum Bereich 'Futterlieferung - Futterwerbung - Fütterung': - nach JÖCKEL (Nr.15) - nach SKOMROCH (Nr.16) - nach RIEBE (Nr.17) - nach ALVENSLEBEN (Nr.18)	40 42 44 45
19	Ausschnitt aus dem Planungsansatz nach RIEBE (vgl. Abb.17)	47
20	Zur Interpretation von Abbildung 19	48
21	Reduktion des Planungsansatzes von Abbildung 19	48
22	Zur Interpretation von Abbildung 21	49
23	Ertragsgliederung des Dauergrünlandes bei steigender Düngergabe	50

Nummer	Titel	Seite
24-26	Formulierungsschemata in bezug auf die Schnittnutzung Variante 1 (Nr.24) Variante 2 (Nr.25) Variante 3 (Nr.26)	52 53 55
27	Standardmatrix: Bereich 'Futterlieferung - Futterwerbung - Fütterung'	Beilage
28	Planungsansatz nach EGLOFF und SCHILLING (Bereich 'Futterpflanzen')	62
29-35	Verschiedene Ausschnitte aus der Standardmatrix (vgl. Abb.27) und verschiedene Formulierungsschemata zur Erläuterung der Handhabung der Standardmatrix	64-72
36	Planungsansatz für den Bereich 'Arbeitswirtschaft' (nach EGLOFF und SCHILLING)	74
37	Der Bereich 'Arbeitswirtschaft' in der Standardmatrix	76
38	Formulierungsbeispiel der Fruchtfolgebedingungen	77
39	Formulierung für die Einbeziehung von Investitions- und Finanzierungsaktivitäten in den Planungsansatz (nach GURTNER)	79
40	Die Berücksichtigung von Degressionseffekten mittels "Separable Programming"	83
41	Graphische Darstellung der linearen Approximation sowie Ermittlung des Steigerungsmaßes zwischen 2 Punkten (nach GURTNER)	84
42	Der Einsatz des "Separable Programming" zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit von solchen Investitionsgütern, die nur in ganzen Einheiten beschafft werden können (Beispiel: Anschaffung einer Spezialmaschine)	88
43	Der Einsatz des "Separable Programming" zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit der Einstellung eines Melkers	89
44	Zur Interpretation der Abbildung 43	90

TABELLEN IM TEXT

Nummer	Titel	Seite
1	Der Phosphor- und Kalibedarf des Grünlandes in mittleren Lagen	21
2	Aufwands-Ertragsbeziehungen aus Grünlanddüngungsversuchen	24
3	Trockensubstanzerträge der Schnitthäufigkeitsversuche	27
4	Rohproteinerträge der Schnitthäufigkeitsversuche	27
5	Geschätzte Stärkewerterträge der Schnitthäufigkeitsversuche	28
6	Futteraufnahme in Abhängigkeit von der Futterqualität	56
7	Kapitalbedarf (Investitionskosten S/Stand) und Arbeitsbedarf (AKmin/Tier und Tag) in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	83
8	Approximation einer nichtlinearen Funktion durch lineare Geraden; Approximation bei verschiedenen Intervallen	86

VORWORT

Den ständig steigenden Ansprüchen an die Wirtschaftsberatung muß durch eine laufende Verbesserung der Entscheidungshilfen Rechnung getragen werden.

Von seiten der Wissenschaft wird schon seit Jahren die lineare Programmierung angeboten, die zwar in bezug auf Leistungsfähigkeit und Aussagekraft allen anderen Methoden überlegen ist, andererseits aber auch sehr hohe Ansprüche an den Bearbeiter stellt und deshalb in der Beratung nur langsam Fuß fassen kann.

Das betriebswirtschaftliche Referat ^{des} Agrarwirtschaftlichen Institutes ^{ist} nun im Zuge des schrittweisen Aufbaues einer Planungszentrale damit befaßt, günstigere Voraussetzungen für einen zweckmäßigen Einsatz der linearen Programmierung in der Beratungsarbeit zu schaffen. Dazu gehört ^{insbesondere} vor allem die Erstellung von sogenannten Standardmatrizen ^{an} und die Organisation einer arbeitsteiligen Vorgangsweise im gesamten Planungsablauf.

Bezüglich der Standardmatrizen liegen in Österreich bereits einige Erfahrungen und Publikationen vor. Sie beschränken sich jedoch in der Hauptsache auf den Ackerbaubereich.

Die vorliegende Arbeit schließt ^{also} zunächst mit der Behandlung der speziellen Problematik bei der Erstellung von Planungsansätzen und Standardmatrizen für den Grünlandbereich eine Lücke und setzt sich darüber hinaus mit den jüngsten Entwicklungen und Erfahrungen auf dem methodischen, technischen und organisatorischen Sektor auseinander, soweit diese für den Einsatz der linearen Programmierung in der Praxis ^{besonders} interessant sind.

Diese Arbeit ist im Zusammenwirken bzw. in Kontaktnahme mit zahlreichen Stellen des In- und Auslandes entstanden. Besonderer Dank richtet sich an den Vorstand des Institutes für landwirtschaftliche Betriebswirtschaft der Hochschule für Bodenkultur in Wien, Herrn Prof. Dr. O. Gurtner, sowie an die Mitarbeiter der "Landesanstalt für die Entwicklung der Landwirtschaft" in Kemnat (früher Donau-eschingen). Ferner sei den Mitarbeitern der Kammer für Land- und Forstwirtschaft in Kärnten und den Referenten der Bundesversuchsanstalt für alpenländische Landwirtschaft in Gumpenstein gedankt.

Wien, im Feber 1974

Dipl.-Ing. Hans Alfons

1. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Mit der insbesondere in den letzten Jahrzehnten ständig zunehmenden Notwendigkeit, sämtliche betriebswirtschaftlichen Reserven zu mobilisieren, also alle zusätzlichen Gewinnmöglichkeiten auszuschöpfen, die sich als Folge einer sinnvollen Neugestaltung der Betriebsorganisation darbieten (24), sind auch die Ansprüche an das betriebswirtschaftliche Instrumentarium erheblich gestiegen.

"Die herkömmlichen Kalkulationsmethoden waren weder theoretisch hinreichend fundiert, noch erlaubten sie eine schlüssige, sachlogisch begründete Ableitung des betrieblichen Optimums in quantitativer Hinsicht." (84, S.297). Wie zahlreichen Arbeiten, die sich mit den Möglichkeiten und Grenzen der verschiedenen Entscheidungshilfen auseinandersetzen (siehe z.B. 8, 55, 57, 77, 85), zu entnehmen ist, kommt dieser Mangel insbesondere bei der rechnerischen Erfassung und Durchdringung des Komplexes 'Futterproduktion-Futterwerbung-Futterkonservierung-Viehfütterung-Viehhaltung' zum Tragen, weil hier der Organismuscharakter des landwirtschaftlichen Betriebes besonders in Erscheinung tritt. "Jedes Einzelglied der Gesamtkette steht in Abhängigkeit von den übrigen Aktivitäten und Kapazitäten des Teilkomplexes 'Futterbau-Viehhaltung' wie auch der übrigen Aktivitäten und Kapazitäten des übrigen Betriebsgefüges." (55, S.62).

Erst mit der linearen Programmierung steht eine Methode zur Verfügung, die in der Lage ist, unter Berücksichtigung der vielschichtigen Faktor-Faktor-, Faktor-Produkt- und Produkt-Produkt-Beziehungen die optimale Betriebsorganisation zu ermitteln. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß die aus der linearen Programmierung abgeleiteten Verfahren (bei deren Anwendung wiederum eine Reihe von Vorentscheidungen gerade im Bereich 'Futterbau-Viehhaltung' notwendig sind) in den Kreisen der Beratung zunächst sehr viel weniger Beachtung fanden als die lineare Programmierung selbst (85, S.19).

Es zeigte sich jedoch bald, daß einer raschen Einführung der linearen Programmierung in die Praxis der Beratung größere Schwierigkeiten im Wege stehen, als ursprünglich angenommen worden war. (hoher Zeitaufwand, hohe Ansprüche an die Fähigkeiten des Beraters, Mangel an elektronischen Rechenanlagen etc.). Gleichzeitig verstärkte sich die Kritik an den methodischen Schwächen des LP-Standardmodells (Linearität, unbegrenzte Teilbarkeit, statische Betrachtungsweise etc.), und es wurde immer eindringlicher zu verstehen gegeben, daß eine rechnerisch

optimale Lösung in bezug auf das reale Problem nur dann optimal sein kann, wenn die zur Spezifikation des Modells notwendigen Entscheidungen richtig getroffen werden (15, S.27).

Damit war sowohl der Gebrauchswert als auch der Ergebniswert der linearen Programmierung in Frage gestellt, was dazu führte, daß man sich zumindest in der Beratung wieder mehr auf die Programmplanungsmethoden konzentrierte. In der Bundesrepublik Deutschland wurden ebenso wie in Österreich zwei Varianten der Programmplanung entwickelt (23, 3), die sich bezeichnenderweise vor allem in der Erfassung und Behandlung des Komplexes 'Futterbau-Viehhaltung' unterscheiden, was wiederum einen Hinweis darauf gibt, welche methodischen Schwierigkeiten gerade in diesem Bereich auftauchen.

Gleichzeitig wurden jedoch erhebliche Anstrengungen unternommen, den Ergebnis- und Gebrauchswert der linearen Programmierung zu verbessern. Parallel zur Verbesserung der Rechenprogramme wurden ständig neue Techniken zur Überbrückung der methodischen Schwächen des Standardmodells entwickelt. Darüber hinaus wurden zahlreiche Modellmodifikationen erarbeitet, die jedoch zunächst keinen oder nur sehr zögernden Eingang in die Praxis gefunden haben. Ferner konnten im Zuge der Durchführung verschiedener Untersuchungsaufträge eine Fülle von Erfahrungen in bezug auf die Organisation und den Ablauf von Betriebsplanungen gemacht werden (siehe z.B. 13, 45, 46, 65, 69). Es zeigte sich, daß bei Verwendung einer sogenannten Standardmatrix und bei einer entsprechenden Arbeitsteilung in der Planungsdurchführung die oben genannten Hindernisse im Hinblick auf die Einführung dieser Methode in die Beratungspraxis weitestgehend beseitigt werden können. In Österreich liegt eine derartige Standardmatrix für Betriebsplanungen im Ackerbaubereich bereits seit längerem vor (19).

Die Aufgabe dieser Arbeit besteht darin, die spezielle Problematik bei der Erstellung von Planungsansätzen im Grünlandbereich aufzuzeigen und ausgehend davon sowie in Beachtung der jüngsten Entwicklungen und Erfahrungen im methodischen, technischen und organisatorischen Bereich, eine Standardmatrix für die Planung von Grünlandbetrieben zu entwickeln. Dabei ist insbesondere der Komplex 'Futterproduktion - Futterwerbung - Futterkonservierung - Viehfütterung' zu behandeln. Aus dem übrigen Bereich der Matrix sind nur einzelne Formulierungen herauszugreifen, die in bezug auf eine möglichst arbeitssparende und zweckmäßige Handhabung (im Sinne

Vorgehen

des Gebrauchswertes) oder ^{hinreichend ist} ~~in bezug auf die~~ Ausschaltung der methodischen Schwächen des Standardmodells (im Sinne des Ergebniswertes) von Bedeutung sind. Abschließend ^{ist} ~~ist~~ die Organisation und der Ablauf von Planungen in der Praxis einer genaueren Betrachtung ^{zu unterziehen} ~~zu unterziehen~~, wobei wiederum die jüngsten Erfahrungen im In- und Ausland sowie eigene Erfahrungen ausgewertet werden sollen.

2. UNTERSCHIEDE IN DER PROBLEMATIK DER KALKULATION UND PLANUNG ZWISCHEN ACKER- UND GRÜNLANDBEREICH

Überall, wo Erzeugung mit der Absicht betrieben wird, einen möglichst hohen Gewinn zu erzielen, ist das wirtschaftliche Optimum an die Beachtung bestimmter Gesetzmäßigkeiten gebunden.

"Der landwirtschaftliche Betrieb muß in drei Richtungen nach seinem Optimum bzw. Gleichgewicht suchen:

1. in der Intensität
2. in der Aufwandszusammensetzung
3. in der Produktionsrichtung" (79, S.556).

Da es sich um ein Mehrproduktionsunternehmen handelt, stellt sich das Problem der Intensität auf zwei Ebenen: einmal für die einzelnen Betriebszweige, sofern es sich um Produktionsfaktoren handelt, die, wie Düngemittel und Futtermittel, nur für die jeweiligen Betriebszweige zum Einsatz kommen, zum anderen für den Gesamtbetrieb, wenn es sich um Produktionsmittel handelt, die, wie Maschinen und Arbeitskräfte, für mehrere Betriebszweige eingesetzt werden. Die Höhe des Aufwandes für die einzelnen Betriebszweige wird nach URFF in der landwirtschaftlichen Betriebslehre als spezielle Intensität bezeichnet, die Höhe des Aufwandes für den Gesamtbetrieb als Betriebsintensität. Die Betriebsintensität resultiert aus dem Verhältnis der Betriebszweige zueinander und der speziellen Intensität, mit der sie betrieben werden (72, S.23).

Für die Bedingung der optimalen Zusammensetzung des Aufwandes gilt Entsprechendes. Auch hier stellt sich das Problem einmal für einzelne Betriebszweige, wie beispielsweise bei der Frage nach der kostengünstigsten Kombination von Düngemitteln oder Futtermitteln, und einmal auf der Ebene des Gesamtbetriebes, wie beispielsweise bei der Frage nach der kostengünstigsten Kombination zwischen Arbeitskräften und technischen Hilfsmitteln.

Zwischen den einzelnen Teiloptima bestehen verschiedenartigste Abhängigkeitsverhältnisse, je nachdem, um welche Betriebszweige und Betriebsformen es sich handelt. Daraus resultiert letzten Endes die unterschiedliche Problematik der Kalkulation im Acker- und im Grünlandbereich.

1.1 Zur Ermittlung der optimalen speziellen Intensität

Bei der Erzeugung marktfähiger Produkte besteht beispielsweise zwischen spezieller Intensität einerseits und der Produktionsrichtung und der Organisation der Arbeitswirtschaft andererseits vorwiegend ein einseitiges Abhängigkeitsverhältnis, in dem die spezielle Intensität als unabhängige, die Produktionsrichtung und die Organisation der Arbeitswirtschaft als abhängige Variable aufgefaßt werden können. Hier läßt sich also die Ermittlung der optimalen speziellen Intensität aus dem Wirkungszusammenhang des Gesamtbetriebes herauslösen und gesondert errechnen (78, S.82). Dies gilt allerdings nur unter der Voraussetzung, daß die mit zunehmender Intensität steigenden Arbeitsaufwendungen außer acht gelassen werden können. Die Ermittlung der optimalen speziellen Intensität ist also bei gegebener Produktionsfunktion im Rahmen einer isolierten Betrachtungsweise möglich bzw. kann dann einer Gesamtbetriebsplanung vorweggenommen werden, wenn folgende Voraussetzungen gegeben sind:

- Die Preise der Produktionsmittel und der Produkte müssen bekannt sein.
- Die Intensitätsstufe muß ohne Einfluß auf die Inanspruchnahme beschränkt verfügbarer Faktoren eines Betriebes sein (83, S.52).

Es stellt sich nun die Frage, inwieweit diese Voraussetzungen bei der Ermittlung der Intensität für die Pflanzenproduktion und die Veredlungswirtschaft im Ackerbaubereich einerseits und im Grünlandbereich andererseits zutreffen.

11 in der Pflanzenproduktion

Für die Erzeugung von Verkaufsfrüchten können diese Voraussetzungen, wenn auch mit gewissen Einschränkungen, als gegeben betrachtet werden. Bei der Erzeugung solcher Früchte, die sowohl für den Verkauf als auch für die betriebsinterne Verwertung in Frage kommen, wird die optimale spezielle Intensität nur solange durch den Marktpreis bestimmt, als dieser höher ist als der monetäre Grenzertrag, der durch eigene Verwertung erzielt werden kann. Die Knappheit des Produktionsfaktors Boden einerseits und die Preisverhältnisse andererseits lassen aber in der Regel keine andere Wahl, als den ertragssteigernden Aufwand bis nahe an die Leistungsgrenze der Kulturen zu erhöhen.

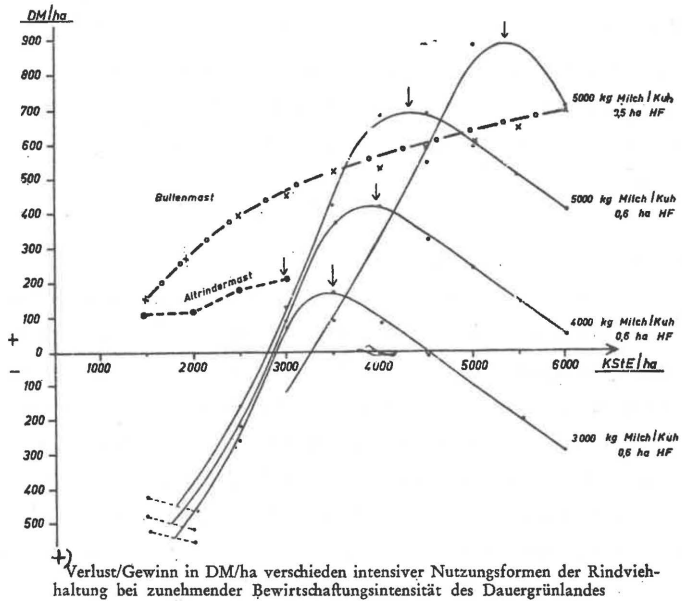
Auch bei der Erzeugung von Feldfutterpflanzen werden sich schon wegen der Nutzungskosten des Bodens, höhere Düngermengen niedrigeren als überlegen erweisen. Im allgemeinen sind solche Kulturen überhaupt erst in Erwägung zu ziehen, wenn ihr Leistungspotential voll ausgeschöpft wird.

Völlig anderen Voraussetzungen steht man im Grünlandbereich gegenüber. Hier ist man auf die Kulturart festgelegt. Die optimale spezielle Intensität ist in starkem Maße von der organisationsbedingten Verwertung des Futters abhängig. "Die Nutzungsform (Milchviehhaltung, Kalbinnenaufzucht, Rindermast etc.) wirkt über die ihr eigene Intensität auf die Intensität der Grünlandbewirtschaftung ein" (32, S.27).

"Der Nutzeffekt in der Verwertung gesteigerter Grünlanderträge kann nur ausgeschöpft werden, wenn die Intensität der Grünlandbewirtschaftung und die Nutzungsfähigkeit der verschiedenen Formen der Rindviehhaltung exakt aufeinander abgestimmt sind" (6, S.16).

Diese Zusammenhänge hat JUNGEHÜLSING quantifiziert (32, S.70):

Abbildung 1



Q.: (32, S.70)

+) "Der Rentabilitätsmaßstab 'Gewinn/ha' ergibt sich aus der Differenz zwischen 'Kosten' und 'Verwertung' der wirtschaftseigenen KSTE" (32,S.56).

Zwischen der Intensität des Dauergrünlandes und der Gestaltung der Viehhaltung besteht aber auch deshalb eine sehr enge Beziehung, weil es sich beim Dauergrünland um Pflanzen mit variabler Ausreifungszeit handelt. Der Ertrag ist damit nicht nur von der Düngung, sondern - wie später noch zu zeigen sein wird - auch von der Häufigkeit und zeitlichen Folge der Nutzungen abhängig. Aus den Wechselbeziehungen zwischen Ertrag einerseits und Düngung, Nutzungshäufigkeit und Nutzungszeitpunkt andererseits ergeben sich naturgemäß auch eine Reihe von Konsequenzen für die Gestaltung der Rinderhaltung. Nicht zuletzt steigen mit zunehmender Intensität der Bewirtschaftung des Dauergrünlandes auch die Ansprüche an die begrenzt verfügbaren Faktoren Arbeitspotential und Stallraumkapazität. Die optimale Intensität für das Dauergrünland kann also nur in simultaner Berücksichtigung dieser vielschichtigen Wechselbeziehungen ermittelt werden.

2.12 in der Veredlungswirtschaft (Fütterungsintensität)

Die oben genannten Voraussetzungen für die Ermittlung der optimalen Intensität in isolierter Betrachtungsweise sind in bezug auf die Fütterungsintensität nur dort gegeben, wo es sich ausschließlich um den Einsatz von Zukaufsfuttermitteln handelt, wie etwa bei der Schweinemast oder Hühnerhaltung in solchen Betrieben, die nur über absolutes Dauergrünland verfügen.

In den meisten Fällen erfolgt jedoch ein kombinierter Einsatz von Grundfutter (wirtschaftseigene Erzeugung) und Kraftfutter (Zukauf und/oder wirtschaftseigene Erzeugung). Auf Grund der Eigenschaften der Futtermittel einerseits und der Ansprüche der Tiere andererseits, sind dabei in bezug auf die Intensität drei Bereiche zu unterscheiden:

- Der erste Bereich umfaßt den zur Sättigung notwendigen Bedarf an Grundfuttermitteln.
- Im zweiten Bereich können sich Grundfutter und Kraftfutter gegenseitig ersetzen.
- Schließlich gibt es einen dritten Bereich, in dem mit Rücksicht auf den Konzentrationsgrad der Ration eine Leistungssteigerung nur noch über Kraftfutter möglich ist (26, S.168).

Innerhalb des dritten Bereiches ist die Wirtschaftlichkeit der Intensitätssteigerung sehr einfach zu ermitteln. Dies gilt aber auch wieder nur solange, als durch das Kraftfutter kein Grundfutter verdrängt wird, denn "von einem bestimmten Punkt an lassen sich die mit steigender Leistung verbundenen Aufwandsansprüche nur noch befriedigen, wenn der Kraftfutteraufwand zu-, der Aufwand an weniger konzentrierten wirtschaftseigenen Futterstoffen aber abnimmt" (78, S.82).

Sobald es in Hinblick auf die optimale Fütterungsintensität in irgendeiner Form zu einer Konkurrenz zwischen Zukaufsfutter und wirtschaftseigenem Futter kommt, sind die Voraussetzungen für eine isolierte Betrachtungsweise nicht mehr gegeben, denn die Wettbewerbskraft des wirtschaftseigenen Futters kann exakt nur im Rahmen einer Gesamtbetriebsplanung ermittelt werden.

In diesem Zusammenhang ist zwischen Acker- und Grünlandbereich insofern zu unterscheiden, als im Ackerbaubereich für das wirtschaftseigene Futter neben den Spezialkosten für die Futtererzeugung, -werbung und -konservierung und den Nutzungskosten für die Arbeit auch die Nutzungskosten für die Fläche zu berücksichtigen sind. Im Ackerbaubereich kann also die Optimierung der Fütterungsintensität streng genommen nur simultan mit der Optimierung der Aufwandszusammensetzung in der Arbeitswirtschaft und der Optimierung der Produktionsrichtung erfolgen. Im Grünlandbereich ist darüber hinaus auch die simultane Optimierung der speziellen Intensität in der Futtererzeugung erforderlich.

2.2 Zur Ermittlung der optimalen Aufwandszusammensetzung (Bereich Arbeitswirtschaft)

Die Ermittlung optimaler Arbeitsverfahren wird insbesondere dadurch erschwert, daß eine kontinuierliche Substitution von Arbeit durch Kapital nicht möglich ist, weil zwischen den verschiedenen Einsatzformen dieser Faktoren limitationale Beziehungen bestehen (72, S.75). Eine Beurteilung der Substitutionsverhältnisse bei der Ermittlung billigster alternativer Kombinationen kann daher nur in der Weise erfolgen, daß die für die Ausführung einer Arbeit möglichen Verfahren als ganze Kombination in den Vergleich einbezogen werden (85, S.82). Auch hier ergeben sich wieder Unterschiede zwischen dem Ackerbaubereich und dem Grünlandbereich:

"Die Optimalverfahren des Ackerbaues sind seit Abklingen der Mechanisierungswelle weitgehend erarbeitet ... kurzfristig wandelbar bleibt dagegen in vielen Betrieben der futterwirtschaftliche Bereich" (53, S.53).

Vom Feldfutterbau abgesehen, hat man sich also im Ackerbaubereich im konkreten Planungsfall in der Regel nur zwischen ganz wenigen, genau definierten Arbeitsverfahren zu entscheiden, während man im Bereich Futterbau-Veredlungsproduktion nach wie vor einer Unzahl von Kombinationsmöglichkeiten gegenübersteht.

Zwischen Brutto-Nährstofflieferung und Netto-Nährstoffanspruch liegen die Prozesse der Futterwerbung, Futterkonservierung und Verfütterung. Für jeden dieser Prozesse sind eine Reihe von Verfahren in Erwägung zu ziehen, die sich nicht nur im Arbeitsbedarf und in den Maschinenkosten unterscheiden, sondern auch in der Höhe der Verluste und, was die Futterwerbung betrifft, insbesondere auch in der Witterungsempfindlichkeit. Die Berücksichtigung des zuletzt genannten Punktes bereitet besondere methodische Schwierigkeiten. Eingehende Untersuchungen von v.EIMERN (14, S.75) und LERMER (40) haben ergeben, daß die verfügbaren Tage für die Futterernte nicht allein auf Grund der Niederschlagshöhe und -verteilung, wie das im Ackerbaubereich üblich ist, errechnet werden können. Die Witterungsempfindlichkeit der einzelnen Verfahren ist nur dann richtig zu unterscheiden, wenn auch das Sättigungsdefizit in die Betrachtung miteinbezogen wird. Eigene Ermittlungen haben gezeigt, daß die nach der Methode LERMER errechneten Werte mit langjährigen Aufzeichnungen in der Praxis sehr gut übereinstimmen (34).

2.3 Zur Ermittlung der optimalen Produktionsrichtung

Das absolute Optimum kann nur bestimmt werden, wenn die in die Ermittlung der optimalen Produkt-Produkt-Relation (Produktionsrichtung) einzubeziehenden Prozesse in sich bereits einen optimalen Charakter tragen, d.h., es sind nur solche Prozeßdefinitionen erlaubt, die den Forderungen nach optimaler Faktor-Produkt-Relation und Faktor-Faktor-Relation entsprechen (56). Wie in den Unterabschnitten 2.1 und 2.2 ausgeführt wurde, bereitet die Ermittlung optimaler Faktor-Produkt- und Faktor-Faktor-Relationen im Ackerbaubereich nicht solche Schwierigkeiten wie im Grünlandbereich, bzw. ist im Ackerbaubereich die optimale spezielle Intensität der Pflanzenproduktion

in der Regel bereits vorgegeben. Die Fragestellung und die Problematik der Kalkulation und Planung konzentriert sich dort in erster Linie auf die Optimierung der Produktionsrichtung. Im Grünlandbereich dagegen waren die Verhältnisse lange Zeit gerade umgekehrt. Hier war die Produktionsrichtung, aus welchen Gründen auch immer, als gegeben anzusehen. Die Fragestellungen kamen aus dem Bereich der Intensität und Aufwandszusammensetzung. Die sich ständig ändernden Preis-Kostenverhältnisse und die zunehmende Verknappung an Arbeitskräften einerseits, sowie die jährlich steigenden Einkommensansprüche der in der Landwirtschaft verbleibenden Erwerbstätigen andererseits erfordern nun eine immer stärkere Beachtung rein ökonomischer Gesichtspunkte und zwingen damit vielfach zu einem Abgehen von den traditionellen Organisationsformen (22, S.401; 50, S.2). Soll bei der Suche nach neuen optimalen Organisationsformen jegliche Vorentscheidung vermieden werden, dann müßten in einer Unzahl von Prozessen die Futterproduktion (bei verschiedenen Intensitätsstufen) und die Futterwerbung (unter Berücksichtigung aller denkbaren Verfahren für die Ernte und Konservierung) den verschiedensten Formen der Veredlungsproduktion (mit jeweils unterschiedlicher Intensität und bei unterschiedlichen Arbeitsverfahren und Stallformen etc.) gegenübergestellt werden. Theoretisch wäre dies bei Anwendung der linearen Programmierung ohne weiteres möglich, im konkreten Fall wird man sich aber bei der Auswahl und Handhabung der Kalkulations- bzw. Planungsmethoden je nach den gegebenen Voraussetzungen (Daten, verfügbare Zeit etc.) und je nach den Ansprüchen an das Ergebnis auf den einen oder anderen Kompromiß einlassen müssen.

3. PROBLEMATIK DER AUSWAHL UND HANDHABUNG VON ENTSCHEIDUNGSHILFEN

Die für eine Auswahl und Handhabung von Entscheidungshilfen maßgebenden Gesichtspunkte sind außerordentlich vielfältig und unterliegen in ihrer Bedeutung einem ständigen Wandel. Es ist deshalb keineswegs verwunderlich, daß über den zweckmäßigen Einsatz von einzelnen Entscheidungshilfen keine einhellige Meinung zustande kommen kann. Die einschlägige Literatur gibt ein sehr eindringliches Zeugnis dafür, daß Pauschalurteile wie "Die lineare Programmierung ist eine Methode für wissenschaftliche Zwecke. Die Beratung braucht relative Methoden" (74) oder "Planungsmethoden sind zur Lösung von betriebsorganisatorischen Fragen einzusetzen. Zur Behandlung produktionstechnischer Probleme sind einfache Methoden besser geeignet" (4) abzulehnen sind. Dies gilt ganz besonders für den Grünlandbetrieb mit seinen vielfältigen Fragestellungen im Bereich der speziellen Intensität, Aufwandszusammensetzung und Produktionsrichtung und mit seiner besonderen Problematik bei der Datenbeschaffung.

Folgende Kriterien sind bei der Auswahl und Handhabung von Entscheidungshilfen zu beachten:

- a) Der Ergebniswert (auch: Informationswert, Aussagewert), der in der konkreten Entscheidungssituation erzielt werden soll bzw. durch eine bestimmte Entscheidungshilfe erzielt werden kann. Letzteres richtet sich aber auch danach, wie die jeweilige Entscheidungshilfe gehandhabt wird.

Der Ergebniswert einer Kalkulation oder Planung ist jedenfalls umso höher, je näher man in Unterstellung und Ansatz an die Wirklichkeit und im Rechengang und Ergebnis an das jeweilige absolute Optimum herankommt (27).

- b) Der Gebrauchswert, der einer bestimmten Entscheidungshilfe in der jeweiligen Planungssituation zukommt. Der Gebrauchswert ist im wesentlichen nach folgenden Merkmalen zu beurteilen:

- Zeitbedarf
- Schwierigkeitsgrad
- Bedarf an Hilfsmitteln
- Kosten
- Überzeugungskraft

Ob nun dem Ergebniswert oder dem Gebrauchswert eine größere Bedeutung zukommt, hängt davon ab, in welchem Bereich und unter welchen Voraussetzungen eine Entscheidung zu treffen ist bzw. eine Aussage gemacht werden soll. Grundsätzlich kann zwischen dem wissenschaftlichen Bereich und der Beratungspraxis unterschieden werden.

3.1 Entscheidungshilfen im wissenschaftlichen Bereich

Bei wissenschaftlichen Arbeiten sollte der Gebrauchswert in der Regel von untergeordneter Bedeutung sein. Hier sollte es einzig und allein um die Frage gehen, mit welcher Entscheidungshilfe der höchste Ergebniswert erzielt werden kann. In diesem Zusammenhang ist festzuhalten, daß auch mit dem anspruchsvollsten Instrumentarium und unter den günstigsten Voraussetzungen das absolute Optimum nicht errechnet werden kann.

Dies widerspricht aber keineswegs der Tatsache, daß mittels eines bestimmten Lösungskalküls die "optimale" Lösung für ein bestimmtes Entscheidungsproblem zu finden ist. Diese rechnerisch optimale Lösung kann aber, wie einleitend bereits erwähnt, in bezug auf das reale Problem nur dann "optimal" sein, wenn die zur Spezifikation des Modells notwendigen Entscheidungen richtig getroffen werden. Man muß zwischen der Richtigkeit und der mathematischen Exaktheit unterscheiden (15). Speziell im Hinblick auf die lineare Programmierung heißt das:

Wenn eine bestimmte betriebliche Situation in Form einer Ausgangsmatrize dargestellt wird, so garantiert die Anwendung der linearen Programmierung die Errechnung der "optimalen" Lösung (38). Bei der Erstellung einer solchen Ausgangsmatrize müssen jedoch eine Reihe von Vorentscheidungen getroffen werden, wobei man sich von der realen Situation mehr oder weniger weit entfernt bzw. die Ermittlung eines absoluten Optimums von vornherein mehr oder weniger ausschließt. Nach EISGRUBER ist "das eigentliche oder Letztentscheidungsproblem eher ein Problem von untergeordneter, von mehr rechentechnischer Bedeutung. Die wahre Anstrengung des Entscheidens liegt in den Vorentscheidungen ..." (15). Derartige Vorentscheidungen lassen sich deshalb niemals vollständig vermeiden, weil vor allem folgende drei Grundvoraussetzungen des Standardmodells wirklichkeitsfremd sind:

- a) Die Unterstellung der Zielfunktion, nur der maximale Gewinn sei für die Betriebsleiterentscheidung ausschlaggebend (Prinzip der Gewinnmaximierung).
- b) Die Unterstellung in den Parametern, alle Ereignisse würden mit Sicherheit so eintreten, wie sie festgelegt werden (Prinzip der eindeutigen Erwartungen).
- c) Die Unterstellung, das Geschehen einer Planungsperiode würde sich stetig wiederholen, der Faktor Zeit habe also keinen Einfluß auf Planungsdaten und Planungsergebnis (Prinzip der statischen Betrachtungsweise) (82).

Zur Überwindung dieser Unzulänglichkeiten wurden eine Reihe von Modellmodifikationen entwickelt, die zwar das Gewicht der Vorentscheidungen reduzieren, aber gleichzeitig neue Probleme aufwerfen, die wiederum nur durch Vorentscheidungen gelöst werden können (51).

Es ist also unwahrscheinlich, daß das eine oder andere Planungsverfahren je in der Lage sein wird, immer den "optimalen" Plan besser zu liefern als ein anderes Verfahren, weil dies wegen des Existierens eines breiten Bandes "nahezu optimaler Lösungen und wegen der jeweiligen Ausgangssituation nicht zu erwarten ist" (15). Die Auswahl von Entscheidungshilfen bereitet also auch dann schon erhebliche Schwierigkeiten, wenn nur ein Kriterium, nämlich der Ergebniswert, zu beachten ist. Bei der Kalkulation und Planung in der Praxis kommt aber auch dem Gebrauchswert eine entscheidende Bedeutung zu.

3.2 Entscheidungshilfen für die Praxis

Bei der Auswahl und Handhabung von Entscheidungshilfen für die Praxis gehen die Meinungen deshalb so weit auseinander, weil hier meist ein Kompromiß zwischen dem jeweils anzustrebenden Ergebniswert und einem jeweils vertretbaren Gebrauchswert gefunden werden muß.

Es wird immer wieder versucht, dafür entsprechende Richtlinien zu erarbeiten und anzugeben. Dabei treten vor allem folgende Schwierigkeiten auf:

- a) Bei der Entscheidungssituation in der Praxis kommt nicht unbedingt der Suche nach dem Gewinnmaximum die größte Bedeutung zu. Es sind oft zahlreiche Gesichtspunkte zu beachten, die u.U. sogar im Widerspruch dazu stehen.
- b) Wie im Unterabschnitt 3.1 gezeigt wurde, steht es durchaus nicht von vornherein fest, mit welcher Entscheidungshilfe der höchste Ergebniswert erzielt werden kann.
- c) Schließlich entzieht sich der Gebrauchswert einer allgemein und längerfristig gültigen Quantifizierung.

Zu a) Eine Reihe von Untersuchungen über das Unternehmerverhalten haben gezeigt, daß die vielfach getroffene Unterstellung, der Landwirt sei ein homo oeconomicus, keineswegs zutrifft. Daraus erklärt sich die häufig auftretende Diskrepanz zwischen den tatsächlichen Entscheidungen der Betriebsleiter und dem von der Betriebswirtschaftslehre empfohlenen Optimum (49). In Kenntnis dieser Tatsache sieht man sich vielfach dazu veranlaßt, von vornherein auf die Ermittlung des "Optimums" zu verzichten, und begnügt sich daher mit einfachen Erwägungsrechnungen.

Ein solches Vorgehen ist aus folgenden Gründen nicht zu vertreten:

1. Es bereitet heute keine besonderen Schwierigkeiten mehr, die verschiedenen Zielvorstellungen in die Optimierung miteinzubeziehen. So kann beispielsweise die Betriebsorganisation unter dem Aspekt eines bestimmten Anspruches an Freizeit optimiert werden, es kann das Risiko ebenso berücksichtigt werden wie etwa Fragen der Liquidität etc.
2. Wenn es im Zusammenhang mit Investitionsfragen um die Vergabe öffentlicher Mittel geht, ist bei einzelbetrieblichen Entscheidungen auch dem volkswirtschaftlichen Interesse Rechnung zu tragen.

Zu b) Die unter Punkt b) getroffene Aussage gilt keineswegs nur in bezug auf anspruchsvolle Planungsmethoden. Ein exakter Methodenvergleich von MARTENS (57) hat ergeben, daß mit Hilfe eines Betriebsvoranschlags oder einer Programmplanung nahezu das gleiche Ergebnis erzielt werden

kann wie bei Anwendung der linearen Programmierung. Diese Aussage gilt allerdings nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen. Die Fähigkeiten und die Ausbildung des Bearbeiters, die Kenntnis des Betriebes etc. spielen dabei eine wesentliche Rolle. Von besonderer Bedeutung ist ferner die Art und der Umfang des zu behandelnden Problems. Rechen-technik und Rechenaufwand zwingen vor allem bei Handrechenverfahren zu einer Reihe von Vorentscheidungen, und zwar insbesondere deshalb, weil die einen oder anderen Aktivitäten kombiniert werden müssen.

"Jedoch erst die Isolierung von Teilaktivitäten und Teilkapazitäten erlaubt im Rahmen des Planungsansatzes eine so zutreffende Beschreibung des Organismuscharakters des landwirtschaftlichen Betriebes, daß nunmehr bei simultaner Grenzwertbetrachtung mit Hilfe der linearen Programmierung ein mathematisch einwandfreier Optimalplan ermittelt werden kann, der den praktischen Verhältnissen wirklich entspricht" (55).

Dieser planungstechnische Vorteil der linearen Programmierung wird besonders bei der Formulierung des sehr schwierigen Komplexes "Futterproduktion - Futterzweck - Futterkonservierung - Viehfütterung - Viehhaltung" deutlich.

Darüber hinaus darf nicht übersehen werden, daß mit Hilfe der linearen Programmierung der Betrieb nach vielen Richtungen hin durchleuchtet werden kann (Änderung der Optimalorganisation bei Änderung von Preisen, Kapazitäten, Produktionsverfahren etc.). Für Handrechenverfahren wäre dies mit einem untragbaren Arbeitsaufwand verbunden.

Zu c) Der Gebrauchswert einer Entscheidungshilfe ist je nach der speziellen Planungssituation sehr unterschiedlich zu beurteilen, d.h., den einzelnen Merkmalen des Gebrauchswertes (Zeitbedarf; Kosten, Schwierigkeitsgrad etc.) kommt jeweils eine andere Bedeutung zu, die außerdem im Lauf der Zeit einer starken Wandlung unterworfen ist. Von den Methoden der simultanen Betriebsplanung waren die Handrechenverfahren der linearen Programmierung bezüglich des Gebrauchswertes lange Zeit vor allem deshalb überlegen, weil sie nicht so hohe Spezialkenntnisse erfordern, keine unmittelbaren Rechenkosten verursachen und schließlich nicht an eine elektronische Rechenanlage gebunden sind. Heute besteht in dieser

Beziehung praktisch eine Wettbewerbsgleichheit zwischen den einzelnen Methoden. Durch die Erarbeitung von Standardmatrizen und durch eine entsprechende Arbeitsteilung im gesamten Planungsablauf konnten die entscheidenden Hindernisse beim Einsatz der linearen Programmierung in der Praxis nahezu ausgeschaltet werden. Schließlich wurde im Zuge dieser Entwicklung auch der Arbeitsaufwand vermindert. Damit hat indirekt das Argument der hohen Rechenkosten an Bedeutung verloren, da diesen Rechenkosten jetzt ein erheblich höherer Arbeitsaufwand bei den Handrechenverfahren gegenübersteht.

Der Gebrauchswert der linearen Programmierung für die Beratungspraxis ist also in erster Linie von der Qualität der Standardmatrix und von einer zweckmäßigen Organisation des arbeitsteiligen Planungsablaufes abhängig.

4. DIE ANWENDUNG DER LINEAREN PROGRAMMIERUNG IM GRÜNLANDBEREICH

Im Abschnitt 2 wurde aufgezeigt, daß die simultane Betriebsplanung zur Behandlung und Klärung von Fragestellungen im Grünlandbereich von besonderer Bedeutung ist. Im Abschnitt 3 kam zum Ausdruck, daß von den Methoden der simultanen Betriebsplanung die lineare Programmierung den Handrechenverfahren unter bestimmten Voraussetzungen (Standardmatrix, Organisation des Planungsablaufes) in jeder Beziehung (Ergebniswert und Gebrauchswert) überlegen ist. In diesem Abschnitt geht es

- a) um die Erstellung der Standardmatrix
- b) um die Organisation und Durchführung der LP-Planung in der Praxis.

Diesen Ausführungen sind grundsätzliche Überlegungen zur Matrixtechnik vorzuschicken, die ihrerseits wiederum eine genaue Auseinandersetzung der Produktionsfunktion des Dauergrünlandes zur Voraussetzung haben.

4.1 Zur Produktionsfunktion der Graserzeugung

4.1.1 Die abhängige Variable

Bereits bei der Quantifizierung der abhängigen Variablen (Ertrag) stößt man auf eine vielschichtige Problematik, die in folgender Weise aufgefächert werden kann:

- a) Der Ertrag kann in Form des Brutto- oder in Form des Nettoertrages festgestellt werden. Dabei stellt der Bruttoertrag die Gesamtheit der aufgewachsenen Pflanzenmasse je Flächeneinheit dar, der Nettoertrag gibt hingegen den durch das Tier verwerteten Ertrag an (48, S.48). Die Feststellung dieses Nettoertrages kann wiederum entweder auf direktem Weg erfolgen, indem man den Ertragsanteil erfaßt, der von den Tieren tatsächlich als Futter aufgenommen wird, oder auf indirektem Weg in Form der tierischen Leistungen.
- b) Für eine ökonomische Durchdringung der Graserzeugung und Grasverwertung eignet sich als Grundlage nur der Bruttoertrag: "Der im Rahmen des Gesamtbetriebes günstige Einsatz von Düngungs- und Nutzungsmaßnahmen kann nur bei Beachtung aller Kapazitäten und Futterlieferungs- wie Futtermittelverwertungsalternativen in einer Simultanbetrachtung fest-

gelegt werden. Als Ausgangsbasis für ein solches Vorgehen benötigt man eine düngerabhängige Bruttoertragsfunktion des Grünlandes" (48, S.100).

Die Forderung nach dem Bruttoertrag besteht in diesem Zusammenhang deshalb, weil im Nettoertrag nicht so sehr das Ertragspotential eines Standortes zum Ausdruck kommt, sondern vielmehr der Ausnutzungsgrad des Aufwuchses (31, S.9). Nettoerträge stellen also das Ergebnis von Standortgegebenheiten kombiniert mit bestimmten Düngungs- und Nutzungsmaßnahmen unterschiedlichen Umfanges dar; RIEBE drückt es so aus: " ... Nettoerträge sind das Ergebnis zufällig vorhandener Prozesse der Futterwirtschaft" (41, S.54).

- c) Eine Bruttoertragsmessung ist ohne Einschränkung nur zur Ertragsfeststellung auf Wiesen geeignet, weil das methodische Vorgehen in gleicher Weise abläuft wie die Nutzung (48, S.49). Auf der Weide ist das Ziehen von Schnittproben problematisch, weil dabei der Weidecharakter nicht beachtet wird. Diese Schwäche kann zwar durch die Anwendung von Käfigen weitgehend behoben werden, wegen des hohen Arbeitsaufwandes, der dabei erforderlich ist, hat sich aber diese Methode nicht durchgesetzt. Die Ertragsermittlung auf der Weide erfolgt in den meisten Fällen über die tierische Leistung, d.h., man ermittelt zunächst einen Nettoertrag. Daraus läßt sich unter Berücksichtigung einer Reihe von Faktoren auf den Bruttoertrag schließen. Der auf diese Weise ermittelte Bruttoertrag ist aber wiederum nur durch zufällige Kombination von Prozessen zustande gekommen und ermöglicht daher ebenfalls keine exakte Darstellung der Aufwands-Ertragsbeziehungen.
- d) Die Kluft zwischen den methodischen Anforderungen auf der einen Seite und den sehr beschränkten Möglichkeiten zur Erfüllung dieser Forderungen auf der anderen Seite wird noch dadurch vergrößert, daß nicht nur der Gesamtertrag, sondern - wie später zu zeigen sein wird - auch dessen Verteilung über die Vegetationsperiode bestimmt werden muß.

Ein weiteres, ebenfalls nicht unerhebliches Problem ergibt sich daraus, daß neben dem mengenmäßigen Ertrag auch die Qualität des Futters, der Gehalt an Trockenmasse, Stärkewerten, verdaulichem Eiweiß etc. zu erfassen ist. Gegenwärtig verfügen wir nach SCHECHTNER " ... noch über kein befriedigendes Verfahren, um den Stärkewert unseres Dauergrünland-

futters objektiv zu ermitteln" (64, S.159). Schließlich sind hier noch die Verluste zu erwähnen. Es müssen Verlustwerte für die einzelnen Werbungs- und Konservierungsalternativen (Weide, Heu, Silage) und für deren Techniken und Verfahren (z.B. Umtriebsweide, Standweide, Bodentrocknung, Reutertrocknung, Unterdachrocknung) bekannt sein. Die richtige Auswahl und Kombination von Werbungs- und Konservierungsverfahren richtet sich u.a. auch nach den Verlusten und ist damit indirekt ertragsbestimmend.

4.12 Die Produktionsfaktoren der Graserzeugung

4.121 Düngung

Bei der Betrachtung der Aufwands-Ertragsbeziehungen der Düngung muß zunächst auf die unterschiedliche Bedeutung der vier Hauptnährstoffe eingegangen werden.

Die Phosphorsäure ist für die Erhaltung der physiologischen Funktionsfähigkeit der Pflanze und für die Erhaltung des Ertragspotentials des Bodens von entscheidender Bedeutung (39, S.27 ff). Der Bedarf an Phosphorsäure ist ertragsabhängig, kann aber, wenn dieser ertragsabhängige Bedarf gedeckt ist, zu keiner weiteren Ertragssteigerung beitragen, sondern führt vielmehr - das sei hier am Rande erwähnt - zu Schwierigkeiten in der Tierernährung (61, S.224).

Dem Kali kommen zwar pflanzenphysiologisch andere Aufgaben als dem Phosphor zu - es reguliert den Nährstofftransport, ist für den Aufbau stärkehaltiger Stoffe usw. notwendig (66, S.21) - in Hinblick auf die Aufwands-Ertragsverhältnisse gilt aber für beide Nährstoffe das gleiche. Wenn der pflanzenphysiologisch erforderliche Mindestbedarf gedeckt ist, kann eine weitere Kalidüngung zu keiner Ertragssteigerung beitragen (75).

Die Kalk düngung verfolgt in erster Linie den Zweck, die Verluste durch Auswaschung und chemische Neutralisation in der Weise auszugleichen, daß der für den Grünlandwuchs optimale pH-Bereich von etwa 5,5 - 6,5 aufrechterhalten wird (Erhaltungskalkung). Der Kalk hat ebenfalls keine unmittelbar ertragssteigernde Wirkung. "Mit einer ertragssteigernden Wirkung des Kalkes ist im allgemeinen nur dann zu rechnen, wenn der pH-Wert des Bodens tiefer liegt als 5,5." (63, S.218). Diesem Nährstoff wird im weiteren Verlauf

keine Beachtung mehr geschenkt, es wird vielmehr unterstellt, daß über die Stickstoff- und Phosphordüngemittel genügend Kalk in den Boden kommt.

Im Gegensatz zu Phosphor, Kali und Kalk geht vom Stickstoff eine unmittelbare ertragssteigernde Wirkung aus, die allerdings wieder von einer entsprechenden Versorgung mit Kali und Phosphor abhängig ist. Dazu STEINECK: "Durch die Besserstellung des Nährstoffes Kali erfolgt auch durch die höheren Stickstoffstufen eine dem Angebot parallel gehende Steigerung der Substanzbildung." (70, S.80). STEINECK leitet daraus folgende, bei SCHECHTNER (63, S.225) zitierte Forderung ab: "Wenn man die Stickstoffwirkung prüfen will, dann muß man dafür sorgen, daß die Grunddüngung (Phosphor, Kali) genügend hoch bemessen wird, sodaß von dieser Seite her keine Mängel zu befürchten sind."

Die Phosphor- und die Kalidüngung haben also die Voraussetzungen dafür zu schaffen, daß ein durch die Stickstoffdüngung vorgegebenes Leistungspotential ausgeschöpft werden kann.

Auf Grund dieser Zusammenhänge ergibt sich für die Erstellung einer Produktionsfunktion nachstehende Feststellung:

Der Grünlandertrag kann als Funktion der Stickstoffdüngung und die Grunddüngung (Phosphor- und Kaligabe) ebenfalls als von der Stickstoffgabe abhängige Variable dargestellt werden (31, S.14).

Genau diese Feststellung spiegelt sich im Konzept der sogenannten "dynamischen Düngung" wider. Nach diesem Konzept wird laut SCHECHTNER (61, S.225) die Phosphor- und Kaligabe auf Grund der Nährstoffentzüge, die vom Ertrag und damit von der Stickstoffdüngung abhängig sind, bemessen. SCHECHTNER konnte auf Grund langfristiger Düngungsversuche, die nach diesem Konzept durchgeführt wurden, den Bedarf an Phosphor und Kali in Abhängigkeit vom Ertrag für einzelne Nutzungsformen des Dauergrünlandes quantifizieren (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1

Der Phosphorbedarf des Grünlandes in mittleren Lagen
Jahresbedarf in Kilogramm je Hektar

P ₂ O ₅	ohne N	120 kg N je ha	240 kg N je ha	360 kg N je ha	Zuschläge u. Abzüge
Reine Mähnutzung	80	95	115	(130)	-5 kg je Weidenutzung
Kurztagsweide*)	65	80	95	(110)	+10 kg je Schnitt
Halbtagsweide*)	55	65	75	(90)	+15 kg je Schnitt
Ganztagsweide	40	50	60	(70)	+20 kg je Schnitt

Der Kalibedarf des Grünlandes in mittleren Lagen
Jahresbedarf in Kilogramm je Hektar

K ₂ O	ohne N	120 kg N je ha	240 kg N je ha	360 kg N je ha	Zuschläge u. Abzüge
Reine Mähnutzung	160	190	230	(260)	-15 kg je Weidenutzung
Kurztagsweide*)	120	140	170	(200)	+20 kg je Schnitt
Halbtagsweide*)	80	100	110	(130)	+40 kg je Schnitt
Ganztagsweide	40	50	60	(70)	+60 kg je Schnitt

*) Tägliche Weidezeiten: Bei Kurztagsweide etwa 7 Stunden
Bei Halbtagsweide etwa 14 Stunden.

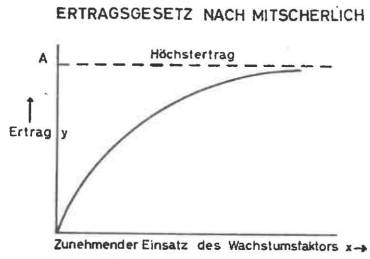
Q.: (61, S.225)

Nach BOGUSLAWSKI (10) ist zwar der Schluß vom Nährstoffentzug der Pflanze auf das Düngebedürfnis nicht ohne weiteres zulässig. JÖCKEL stellt aber dazu fest, daß uns nur dieser deduktive Weg bleibt, um die Frage nach den für bestimmte Grünlanderträge notwendigen Phosphor- und Kaligaben wenigstens näherungsweise zu beantworten (31, S.19). Im Phosphor und Kali sind also die Zusammenhänge zur Ermittlung einer Produktionsfunktion noch relativ gut in den Griff zu bekommen.

Wesentlich schwieriger gestaltet sich die Ermittlung der Aufwands-Ertragsverhältnisse für die Stickstoffdüngung, die nun einer genaueren Betrachtung unterzogen werden müssen. Dabei kann von zwei grundlegenden Fakten ausgegangen werden:

1. von der obigen Feststellung, daß der Grünlandertrag als eine Funktion der Stickstoffdüngung dargestellt werden kann, und
2. von dem Ertragsgesetz nach MITSCHERLICH, dessen Gültigkeit für die pflanzliche Erzeugung im Prinzip unbestritten ist (72, S.42).

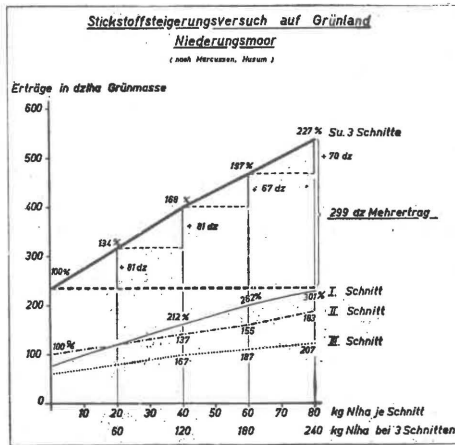
Abbildung 2



Q.: (72, S.39)

Betrachtet man nun dazu einzelne Versuchsergebnisse aus dem Dauergrünlandbereich, die den Ertrag in Abhängigkeit von der Stickstoffdüngung aufzeigen, dann ergibt sich die erstaunliche Tatsache, daß die Ertragskurve auch bei extrem hohen Stickstoffgaben immer noch geradlinig verläuft.

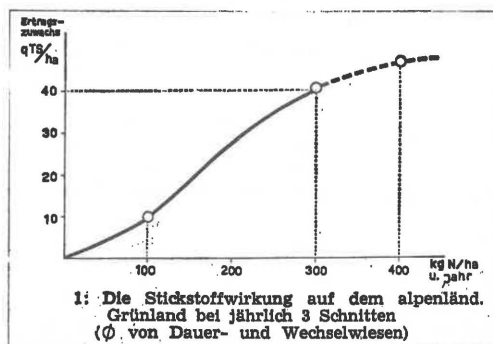
Abbildung 3



Q.: (5, S.260)

Zu ganz ähnlichen Ergebnissen kommt SCHECHTNER für österreichische Verhältnisse.

Abbildung 4



Q.: (62, S.118)

Vom unteren Teil der Kurve soll hier abgesehen werden. Entscheidend ist in diesem Zusammenhang der Bereich zwischen 100 und 300 kg N/ha. Dazu stellt SCHECHTNER in seinem Kommentar fest: "Im Bereich zwischen 100 und 300 kg je ha ist die Stickstoffwirkung im allgemeinen am besten, sie verläuft in diesem Bereich überwiegend ziemlich geradlinig."

Das Gesetz des abnehmenden Ertragszuwachses scheint also bei der Grasproduktion nicht zuzutreffen. In den beiden Beispielen bleiben die Grenzerträge/kg N mit steigendem Düngungsniveau in weitem Bereich konstant, ja einige Versuchsansteller konnten sogar zunehmende Grenzerträge nachweisen (und zwar keineswegs nur für den unteren Ertragsbereich, wo diese Erscheinung auf Grund der Leguminosenwirkung ohne weiteres erklärlich wäre). BRÜCKNER, CAMP und GROSS⁺) weisen auf diese Tatsache mit besonderem Nachdruck hin. BLOHM (7, S.40) hebt besonders einen Versuch der BASF, Limburgerhof, hervor und führt dazu aus: "... daß die Erzeugungsleistung des kg Reinstickstoff mit steigenden N-Gaben keineswegs nachläßt, sondern eher noch zunimmt."

⁺) zitiert bei WENZEL (81)

Tabelle 2

Aufwands-Ertragsbeziehungen aus Grünlanddüngungsversuchen verschiedener Autoren

Autor	Dünger- aufwand kgN/ha	Ertrag KStE/ha	Grenz- ertrag *) KStE/kgN	Bemerkungen
1	2	3	4	5
BLOHM (3)	60	3093	—	Stickstoffsteigerungs- versuch der BASF, Anzahl der Versuche 13—56
	80	3307	10,7	
	100	3613	15,3	
	120	3897	14,2	
	160	4588	17,3	
	<u>200</u>	<u>5453</u>	<u>21,6</u>	

+) Ertragszuwachs je kg N zwischen den einzelnen Düngungsstufen

Q.: (81, S.115)

BLOHM führt dieses Phänomen auf den mehrmaligen Schnitt des Grases vor der biologischen Reife (im Gegensatz zu den meisten Pflanzen des Ackerbaues) zurück, wodurch jeweils wieder Futter mit unverminderter Produktionskraft nachwachsen kann, d.h., es handelt sich bei der Graserzeugung um eine Aneinanderreihung von Produktionsvorgängen, die immer dann unterbrochen werden, wenn der Ertragszuwachs je Aufwandseinheit am günstigsten ist. Daraus ergibt sich ein klarer Hinweis auf die Wechselbeziehungen zwischen Düngung und Nutzung. Bei der Betrachtung der Aufwands-Ertragsbeziehungen muß also auch die Nutzung miteinbezogen werden.

4.122 Nutzung

Die Nutzung, genauer: die Häufigkeit und zeitliche Folge der Nutzungen, stellt zwar keinen essentiellen Produktionsfaktor dar, sie ist aber dafür maßgebend, daß das durch die Wachstumsfaktoren Licht, Wärme, Wasser und Nährstoffe vorgegebene Leistungspotential entsprechend ausgeschöpft werden kann. SCHECHTNER charakterisiert diese Gegebenheiten im Zusammenhang mit der Nutzungsintensivierung folgendermaßen: "Die große Bedeutung der Nutzungsintensivierung liegt zunächst einmal darin, daß es überhaupt erst dadurch möglich wird, die ertragssteigernde Wirkung der N-Düngung voll auszunutzen und die Ertragsreserven des Grünlandes voll zu erschließen." (62, S.120).

Bei der Ermittlung einer Produktionsfunktion für die Graserzeugung ergibt sich also das äußerst diffizile Problem, die Wechselbeziehungen zwischen Düngung und Nutzung zu untersuchen und zu quantifizieren. Eine solche Un-

tersuchung ist vor allem aus folgenden zwei Gründen besonders schwierig:

- a) Ein optimaler Erntetermin (Nutzungstermin) läßt sich kaum angeben. Abgesehen davon, daß der Erntetermin einen wesentlichen Einfluß auf die Qualität des Futters und auf seine Konservierbarkeit ausübt (64, S. 157 ff.), kann auch hinsichtlich des Ertrages keine präzise Aussage über einen optimalen Erntetermin gemacht werden. Je nach Erntetermin bestehen bekanntlich erhebliche Unterschiede im Verhältnis zwischen Mengenertrag (kg Grünmasse) und Ertrag an Trockensubstanz, Stärke und Eiweiß.
- b) Die Wechselbeziehungen zwischen Düngung und Nutzung können nur im Zusammenhang mit dem Ertragsverlauf erfaßt werden. Die Ausschöpfung des Ertragspotentials ist also auch davon abhängig, in welcher Weise die Produktionsfaktoren Düngung und Nutzung dem charakteristischen Wachstums- und Entwicklungszyklus der Grünlandpflanzen angepaßt werden. Bei der Behandlung dieses vielschichtigen Fragenkomplexes muß schrittweise vorgegangen werden.

4.13 Wechselbeziehung: Ertrag-Nutzung (bei konstanter Düngung)

JÖCKEL (31, S. 23 ff.) hat den interessanten Versuch unternommen, die optimale (optimal in bezug auf den Ertrag) Nutzungsfolge in einer mathematischen Funktion zu formulieren. Er trifft zunächst die Unterstellung, daß es hinsichtlich des mengenmäßigen Ertrages und der Qualität des Futters einen einzigen optimalen Erntezeitpunkt gibt und kommt dann auf Grund seiner Rechnungen zu folgender Aussage: "Will man in einer gegebenen Wachstumsperiode den erzielbaren Gesamtertrag als Funktion der Häufigkeit und zeitlichen Folge der Nutzungen maximieren, so muß

- a) die Dauer der einzelnen Aufwuchsperioden so gewählt werden, daß der am letzten Tag jeder Wachstumsphase erzielte Ertragszuwachs in allen Aufwuchsperioden gleich ist;
- b) die Summe aller Aufwuchsperioden gleich der Wachstumsperiode sein;
- c) die Anzahl der Aufwuchsperioden möglichst klein sein."

Diese Aussage ist u.a. interessant im Hinblick auf die Gültigkeit der Grenzwerttheorie bei solchen Produktionsprozessen, die nicht zur biolo-

gischen Reife gebracht und innerhalb gewisser Grenzen willkürlich mehrmals während des Jahres wiederholt werden können. Diesbezüglich gab es vor einigen Jahren einen Meinungsstreit, den BLOHM mit der Behauptung heraufbeschworen hatte, daß die Grenzwerttheorie bei solchen Produktionsprozessen keine Gültigkeit hätte (5). Wie sich herausstellte, hatte BLOHM einen wesentlichen Teil der Grenzkosten, nämlich den Nutzentgang, der sich bei der Verlängerung eines Produktionsprozesses über den frühest möglichen Schnittermin hinaus ergibt, außer acht gelassen. Man verzichtet dabei auf einen bereits möglichen neuen Aufwuchs. Nach JÖCKEL (31, S.24) steigt der Gesamtertrag als Summe der jeweiligen Teilerträge solange an, als die Zuwachsraten bei Verlängerung des einen Aufwuchses die mit der Verkürzung der nachfolgenden Wachstumsphase verbundenen Ertragseinbußen übersteigen. Dabei ist zu beachten, daß die Zuwachsraten des Grases nicht während der ganzen Vegetationsperiode konstant sind, sondern im Sommer in der Regel einer Depression unterliegen und im Herbst allmählich schwächer werden, bis sie schließlich 0 sind.

So interessant die oben genannten Bedingungen im Hinblick auf die Grenzwerttheorie sind, eine optimale Nutzungsfolge ist aber damit noch nicht ausreichend definiert. Dazu wären partielle Zeit-Ertragsfunktionen erforderlich, und zwar für

- a) unterschiedlichen Wachstumsbeginn
- b) unterschiedliche Dauer der vorhergehenden Wachstumsperiode, und
- c) unterschiedliche Höhe und Verteilung der Düngergaben.

Nach JÖCKEL wäre zwar die Lösung dieses Problems von der Mathematik her möglich, scheitert aber an den entsprechenden Ausgangsdaten, da von den Versuchsanstellern der Frage einer optimalen Nutzungsfolge im Hinblick auf den Ertrag noch wenig Beachtung geschenkt wurde. Man beschränkte sich vielmehr darauf, allein den Einfluß verschieden häufiger Nutzungen auf die Erntemenge und die Qualität darzustellen. Aber auch diese Versuche sind in mancher Hinsicht recht aufschlußreich. So konnte SCHECHTNER auf Grund von Schnitthäufigkeitsversuchen folgende Zusammenhänge aufzeigen (64, S.158 ff.):

- a) Die Gesamterträge an Trockensubstanz werden mit zunehmender Anzahl von Schnittnutzungen immer geringer.

Tabelle 3

Trockensubstanzerträge der Schnitthäufigkeitsversuche
Gumpenstein und Bischofshofen (q/ha)
9- bzw. 8jährige Mittelwerte

	PK*)			PK + 120 N*)		
	G	B	φ	G	B	φ
2 ×	75'1	77'3	76'2	89'8	91'7	90'8
2 × + NW	80'2	83'4	81'8	96'8	91'6	94'2
3 ×	75'5	79'9	77'7	90'2	91'4	90'8
4 ×	66'3	75'2	70'8	80'3	88'2	84'3
6 ×	62'1	67'9	65'0	73'3	79'0	76'2

*) jährlich 100 kg/ha P₂O₅ + 200 kg/ha K₂O; außerdem jedes 2. Jahr 150 q/ha Stallmist

Q.: (64, S.158)

Von Bedeutung ist in diesem Zusammenhang die Feststellung, daß sich ein solcher Ertragsabfall aber erst ab drei Nutzungen ergibt. Bei der 2. und 3. Schnittnutzung sind die Erträge bei mittelmäßiger Düngungsintensität annähernd gleich hoch.

- b) Der Gesamtertrag an Rohprotein nimmt dagegen mit steigender Anzahl von Schnittnutzungen ständig zu.

Tabelle 4

Rohproteinerträge der Schnitthäufigkeitsversuche
Gumpenstein und Bischofshofen (kg/ha)
8jährige Mittelwerte

	PK			PK + 120 N		
	G	B	φ	G	B	φ
2 ×	819	895	857	883	990	937
2 × + NW	1.029	1.153	1.091	1.085	1.122	1.104
3 ×	1.071	1.179	1.125	1.131	1.285	1.208
4 ×	1.119	1.259	1.189	1.260	1.400	1.330
6 ×	1.295	1.397	1.346	1.461	1.558	1.510

Verd. Rohproteinerträge der Schnitthäufigkeitsversuche
Gumpenstein und Bischofshofen (kg/ha)
8jährige Mittelwerte

	PK			PK + 120 N		
	G	B	φ	G	B	φ
2 ×	543	607	575	603	674	638
2 × + NW	743	819	781	802	875	838
3 ×	821	859	840	836	943	889
4 ×	864	944	904	961	1.013	987
6 ×	1.029	1.108	1.068	1.162	1.226	1.194

Q.: (64, S.158)

c) Von größter Bedeutung ist jedoch der Ertrag an Stärkeeinheiten.

Tabelle 5

Geschätzte Stärkewerterträge der
Schnitthäufigkeitsversuche
Gumpenstein und Bischofshofen (KSTE/ha)
8- bzw. 9jährige Mittelwerte

	PK			PK + 120 N			geschätzt. Stärke- wertgehalt STE/kg TS
	G	B	Φ	G	B	Φ	
2 × . . .	2.816	2.899	2.858	3.368	3.439	3.405	375
2 × + NW	3.810	3.962	3.886	4.598	4.351	4.474	475
3 × . . .	3.964	4.195	4.079	4.736	4.799	4.767	525
4 × . . .	3.812	4.324	4.071	4.617	5.072	4.847	575
6 × . . .	3.881	4.244	4.063	4.581	4.938	4.763	625

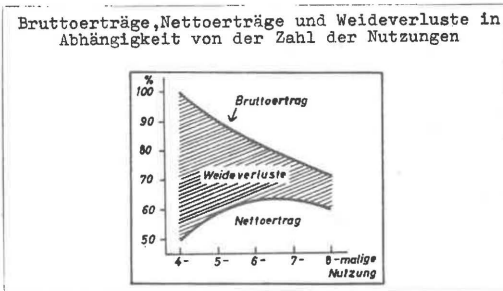
Q.: (64, S.159)

"Von der extensiven 2-Schnittnutzung bis zur 3-Schnittnutzung steigt auch der Stärkewertertrag STE/kg TS an." Nach SCHECHTNER wird also der Verlust an Trockensubstanz durch den höheren Stärkewertgehalt in der Trockensubstanz wieder annähernd ausgeglichen.

"Bei einer weiteren Intensivierung der Nutzung steigt der Stärkewertgehalt zwar nicht weiter an, er fällt aber auch nicht ab."

Auf der Weide bestehen zwischen Nutzungshäufigkeit und Ertrag nach MOTT (43) folgende Beziehungen:

Abbildung 5



Q.: (48, S.46)

Interessant ist ein Vergleich zwischen dem Verlauf dieser Ertragskurven und den zuerst beschriebenen Auswirkungen der Schnitthäufigkeit auf die Entwicklung der Erträge an Trockensubstanz und Stärkewert.

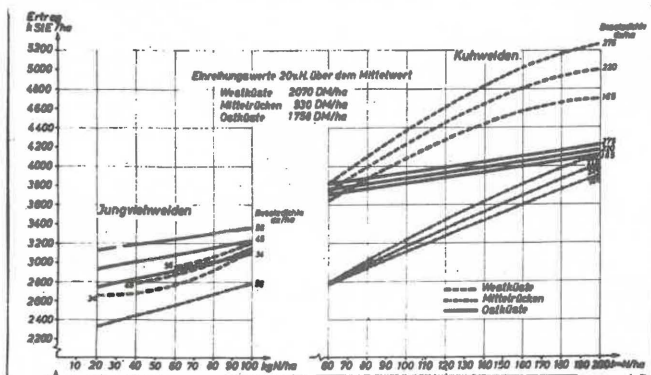
Der höchste Bruttoertrag wird bei der geringsten Anzahl von Nutzungen erzielt (vgl. Tabelle 3). "Hier erzeugt man jedoch Futter, das auf Grund seiner Qualität (vgl. Tabelle 4 u. 5) nicht zur Erzielung des höchsten Nettoertrages führt." (48, S. 46). Der Verlauf der Nettoertragskurve erklärt sich also nicht nur aus der Nichtausnutzung des Ertragspotentials und aus den unterschiedlichen Verlusten (Tritt-Bröckelverluste und nicht aufgenommene Futterreste), sondern auch aus den Wechselbeziehungen zwischen dem mengenmäßigen Ertrag und den Inhaltsstoffen.

4.14 Wechselbeziehung: Ertrag - Nutzung - Düngung

Es wurde schon darauf hingewiesen, daß es für eine simultane Betrachtung beider Faktoren (Düngung und Nutzung) an Untersuchungsergebnissen mangelt. Aus der Literatur sind nur wenige Arbeiten bekannt, die sich mit der "optimalen" Nutzungshäufigkeit bei steigender Stickstoffdüngung auseinandersetzen. VETTER und KUBA (73) kommen beispielsweise zu dem Ergebnis, daß sich die höchsten Nährstofferrträge bei einer Stickstoffgabe von 80 kg und 160 kg pro ha mit viermaliger Nutzung und bei 320 kg N/ha mit fünfmaliger Nutzung erzeugen lassen.

Mangels umfangreicher Exaktversuche auf verschiedenen Standorten hat man vereinzelt versucht, die Ertragsverhältnisse in Abhängigkeit von Düngung und Nutzung an Hand von Erhebungen in praktischen Betrieben zu quantifizieren (48, S. 81). Die Nutzung ist in diesem Fall durch die Besatzdichte gekennzeichnet (48). Die Zahl der Ernteeingriffe ließ sich aus dem Erhebungsmaterial nicht feststellen. Auf Grund von Weidetagebüchern wurden zunächst die Nettoerträge nach FALKE und GEITH ermittelt.

Abbildung 6

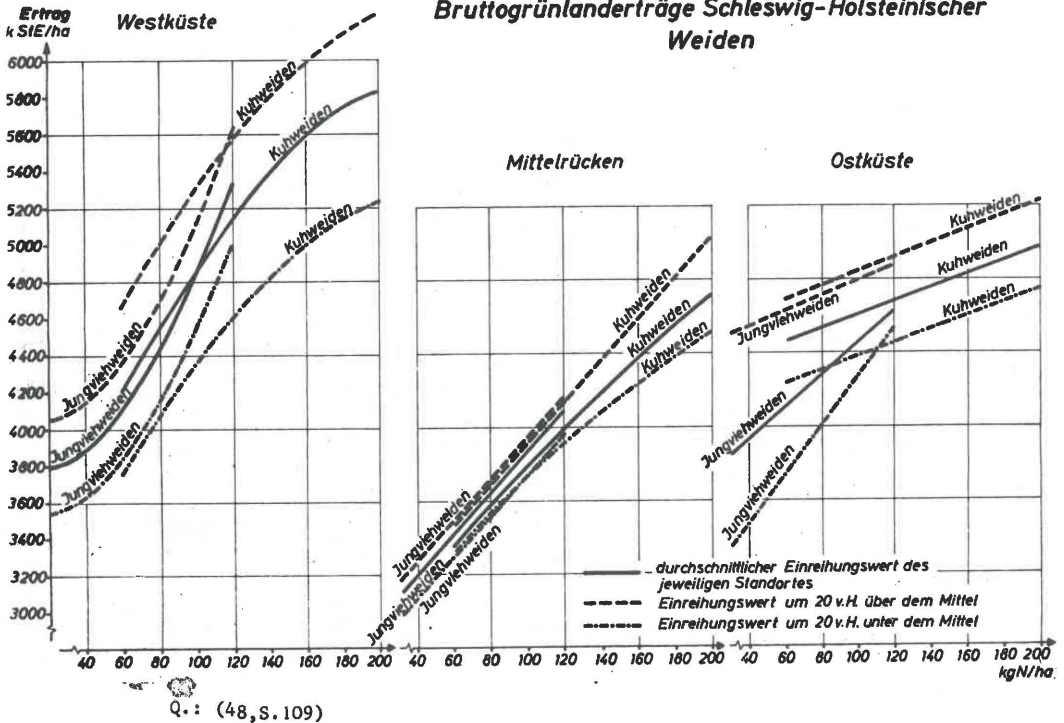


Nettoertragsfunktionen für das Dauergrünland in Schleswig-Holstein bei variierten Bodenqualitäten und Besatzdichten (Q.: 48, S. 96).

Die Unterschiede in der absoluten Höhe der Grünlanderträge auf den verschiedenen Standorten (trotz gleicher Düngung und Nutzung) sind nicht weiter überraschend und sollen hier auch nicht beachtet werden. Interessant ist aber der unterschiedliche Kurvenverlauf auf den drei Standorten. Auf den Kuhweiden der Westküste und des Mittelrückens zeigen sich im Düngungsbereich zwischen 60 und 200 kg N/ha abnehmende Grenzerträge, deren durchschnittliche Höhe je nach Qualität der zugrundegelegten Standorte bei 8,5 bis 9,5 (Westküste) bzw. 7-9 KStE netto/kg N (Mittelrückens) liegt. Im Gegensatz dazu ergeben sich auf den Weiden der Ostküste bei verschiedenen Besatzdichten und Stickstoffaufwendungen zwischen 60 und 200 kg N jeweils konstante Grenzerträge, allerdings von nur 3 KStE/kg N.

Aus den Nettoerträgen wurden nun unter Berücksichtigung der Verluste und des nicht ausgenutzten Ertragspotentials die Bruttoerträge ermittelt. Damit wurde der Einfluß der Nutzung auf den Ertrag ausgeschaltet und die Kurven lassen das vom Standort und von den Wachstumsfaktoren Licht, Wärme, Wasser und Nährstoffe abhängige Ertragspotential erkennen.

Abbildung 7



Auch hier ergeben sich für die Westküste abnehmende Grenzerträge, während auf den Weiden der Ostküste die Grenzerträge mit zunehmendem N-Einsatz konstant bleiben.

In diesem Zusammenhang muß auf ein sehr wesentliches Problem hingewiesen werden, das bei der Diskussion solcher Ertragskurven immer wieder auftaucht und insbesondere in einer Arbeit von WENZEL behandelt wurde (81). WENZEL ermittelte die quantitativen Beziehungen zwischen Düngeraufwand und Nettoertrag auf der Basis von Buchführungsergebnissen aus mehr als 1.000 Betrieben in Südbayern und errechnete dabei in allen Fällen abnehmende Grenzerträge, während sich im Gegensatz dazu, wie er feststellt, bei diversen Exaktversuchen auch konstante und sogar zunehmende Grenzerträge ergeben. WENZEL ist der Meinung, daß dieser Widerspruch den unterschiedlichen Bedingungen bei den Versuchsanstellern einerseits und in der Praxis andererseits zuzuschreiben ist: "Bei den Grünlanddüngungsversuchen herrschen notwendigerweise Bedingungen, die zu einer annähernd verlustlosen Bewertung des gewachsenen Pflanzenertrages führen. Unter derartigen Verhältnissen ist das von BLOHM wiederholt beschriebene 'Hinausschieben des Gesetzes vom abnehmenden Ertragszuwachs' durchaus vorstellbar. Die in der Praxis vorherrschenden Bewirtschaftungsmethoden unterscheiden sich jedoch wesentlich von diesen Versuchsbedingungen. Sie führen zu erheblichen Verlustquoten, die sich bei erhöhtem Düngeraufwand noch vergrößern, da das Futter verlustempfindlicher wird und Schnitzeitpunkt, Werbemethode und Futterverwertung der gesteigerten Pflanzenproduktion der Futterflächen in keiner Weise angepaßt werden können."

Das gleiche gelte, so stellt WENZEL fest, auch für die in praktischen Betrieben durchgeführten Weidedüngungsversuche. Auch da könnten die Versuchsbedingungen so gestaltet werden, daß eine optimale Verwertung des gewachsenen Pflanzenertrages möglich ist. Während man in der Praxis meist nicht in der Lage sei, die Weidetechnik und Beweidungsintensität der Düngungsintensität anzupassen. Dadurch ergäbe sich das Absinken im Ausnutzungsgrad, aber auch eine verminderte pflanzliche Produktion, was schließlich in den abnehmenden Grenzerträgen zum Ausdruck käme.

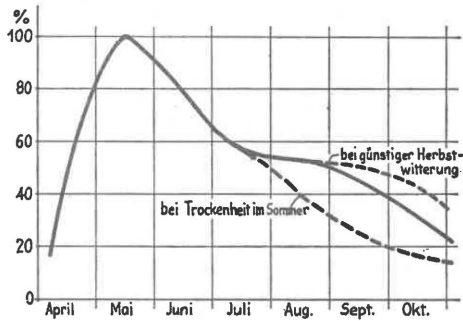
Wie jedoch die Ergebnisse von OSTENDORF gezeigt haben, ergeben sich auch bei voller Ausnutzung des Ertragspotentials auf manchen Standorten abnehmende Grenzerträge. Dies gibt einen Hinweis darauf, welchen Schwierigkeiten man bei der Ermittlung zuverlässiger Planungsdaten gegenübersteht; insbe-

sondere bei den sehr unterschiedlichen Verhältnissen in den österreichischen Grünlandgebieten.

4.15 Wechselbeziehung: Ertragsverlauf - Düngung

Die Wachstumskurve zeigt im allgemeinen einen ganz typischen Verlauf.

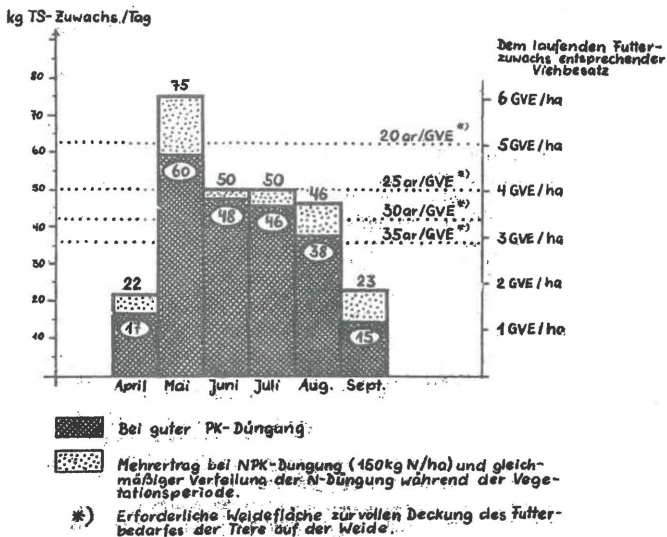
Abbildung 8



Graswuchs in den Sommermonaten nach KLAPP, E. (siehe 6, S.15)

Sie steigt zu Beginn der Vegetationszeit steil an, erreicht etwa im Mai das Maximum und fällt dann zunächst stark, später immer schwächer (je nach Standort und Witterung) ab. Für österreichische Verhältnisse hat SCHECHTNER den Ertragsverlauf untersucht (60):

Abbildung 9 - Q.: (60, S.306)

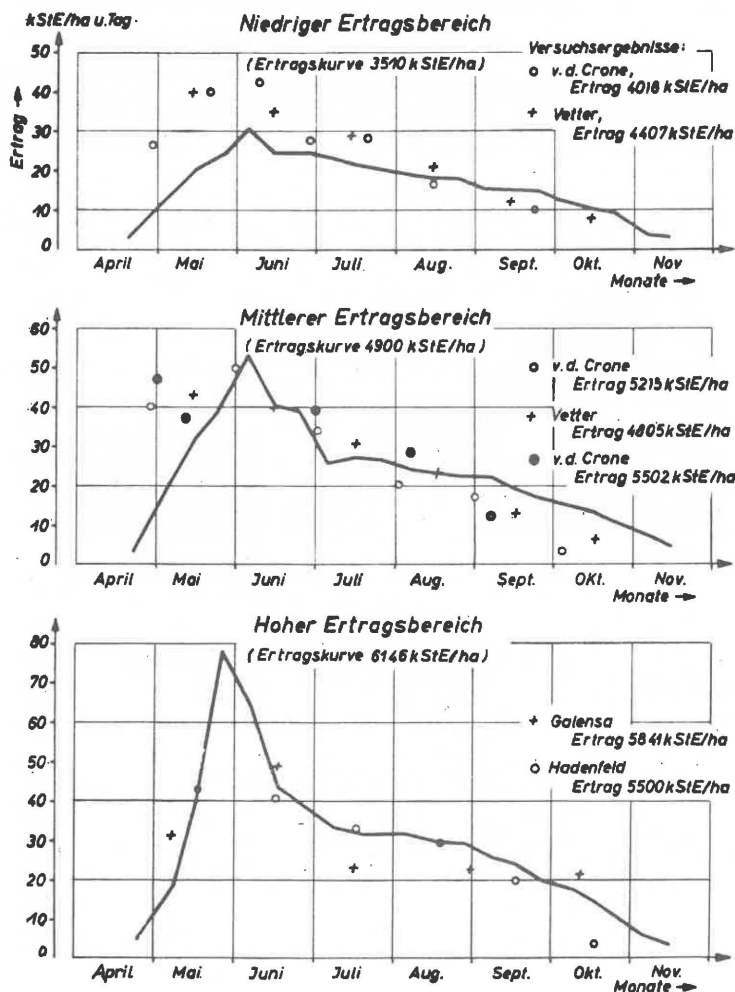


Der Futterzuwachs auf der Weide im Laufe der Vegetationsperiode — die Grundlage für einen angemessenen Viehbesatz und eine ausreichende Größenbemessung der Weide.

Die jährlichen Witterungsschwankungen sind hier bereits ausgeschaltet. Es handelt sich um achtjährige Mittelwerte aus zwei Versuchen bei simultaner Weidenutzung. In der Abbildung kommt der Einfluß der N-Düngung auf den Ertragsverlauf ganz klar zum Ausdruck. Mit zunehmender Intensität ist der Futterberg zu Beginn der Vegetationsperiode immer stärker ausgeprägt. Dazu weitere Versuchsergebnisse:

Abbildung 10 Q.: (48, S.128)

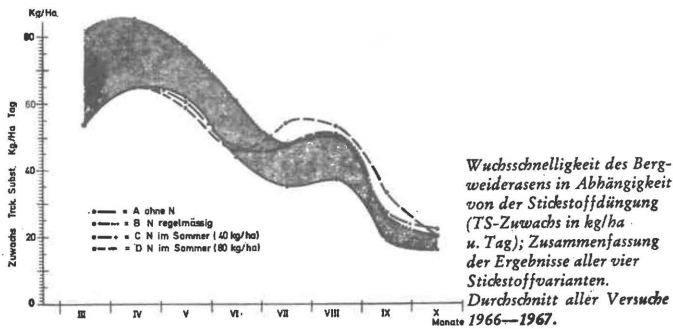
Ermittelte Bruttoertragskurven im Vergleich mit Ergebnissen aus Schnittprobenmessungen



Da diese Erscheinung in der Praxis unerwünscht ist (auf die Gründe soll hier nicht eingegangen werden), wird vielfach versucht, ungeachtet der ungünstigen Effizienz der N-Düngung im Sommer, den Ertragsverlauf durch gezielte Verteilung der N-Gaben auszugleichen. Die Meinungen darüber gehen weit auseinander.

Während Versuche von VOIGTLÄNDER (76) und VETTER (73) gezeigt haben, daß die Zuwachsraten des Grases während der kritischen Phase (im Sommer) durch Stickstoffgaben nicht erhöht werden können, konnte MARCUSSEN (42) nachweisen, daß sich ein Wachstumsrückgang vollkommen vermeiden läßt, wenn in der zweiten Hälfte der Vegetationsperiode mindestens ebenso große Stickstoffgaben eingesetzt werden wie in der ersten. Die Ergebnisse von Düngungsversuchen, die in einem Versuchsnetz an 16 Orten verteilt über sämtliche Alpenländer und über eine Seehöhe von 430-1900 m durchgeführt wurden, liegen in ihrer Aussage etwa in der Mitte zwischen den beiden zuerst genannten Extremen (12):

Abbildung 11



Q.: (12, S.178)

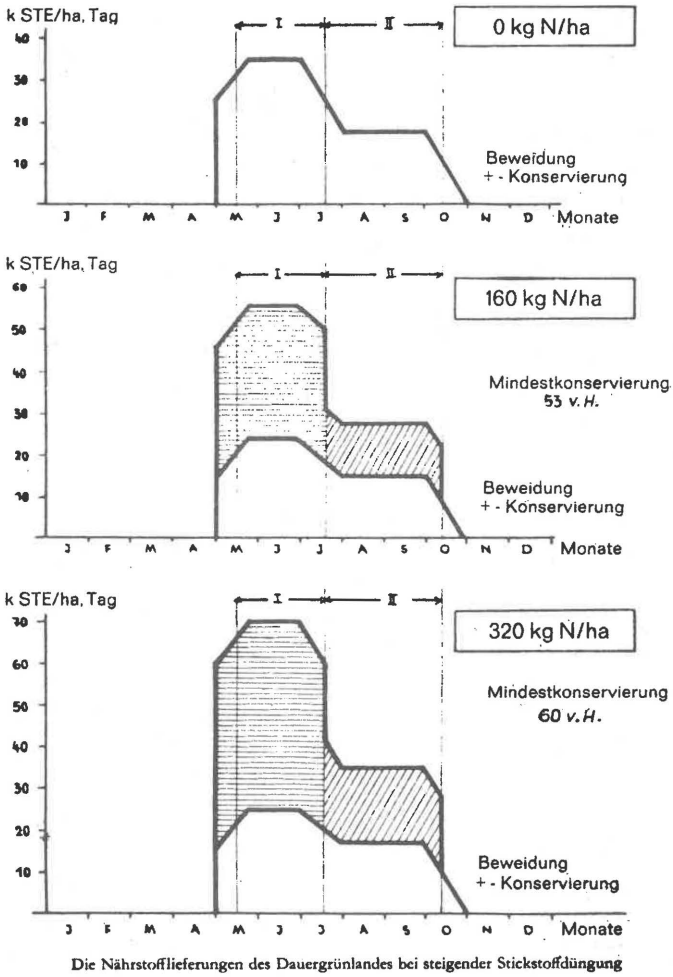
4.16 Wechselbeziehung: Ertragsverlauf - Nutzung

Der Ertragsverlauf kann auch durch die Nutzung beeinflusst werden, und zwar dann, wenn das jeweils anfallende Futter nicht "rechtzeitig" geschnitten bzw. abgeerntet wird. Dieser Umstand ist vor allem bei der Weideführung von Bedeutung. Das Problem bei der Weideführung besteht darin, die Futterversorgung eines bestimmten Viehstandes mit dem oben dargestellten Ertragsverlauf in Einklang zu bringen. Demnach werden verschiedene Formen der Weideführung unterschieden. SCHECHTNER trifft folgende Einteilung (60):

1. Knapp bemessene Umtriebsweide: der Futterbedarf kann über die Weide nur ganz kurze Zeit, nämlich zur Zeit der Hauptwachstumsperiode gedeckt werden.
2. Gewöhnliche Umtriebsweide: der Futterbedarf kann auch im Sommer gedeckt werden. Im Frühjahr ist eine Mähnutzung erforderlich.
3. Mähweide: der Futterbedarf wird während der gesamten Vegetationsperiode über die Weide gedeckt. "Das Kennzeichen dieses Weidetyps ist die Mähnutzung nicht nur während der Hauptwachstumsperiode im Frühjahr, sondern auch während des Sommers. Der Mähflächenanteil liegt bei etwa 100 % der Gesamtweidefläche und darüber, wobei jene Koppeln, die jährlich zweimal gemäht werden, auch zweimal in Rechnung zu stellen sind."

Je nach Weideführung und Intensität muß also ein bestimmter Anteil des Futteraufwuchses einer Schnittnutzung zugeführt werden (Mindestwinterfutterwerbung). Mit steigenden Stickstoffgaben (unter Beibehaltung des Weidesystems) erhöht sich selbstverständlich auch die aus produktionstechnischen Gründen erforderliche Mindestwinterfutterwerbung.

Abbildung 12



Q.: (41, S.55)

4.2 Grundsätzliche Überlegungen zur Matrixtechnik

In diesem Abschnitt geht es nicht darum, einen vollständigen Planungsansatz für einen Grünlandbetrieb zu diskutieren; hier soll lediglich, Bezug nehmend auf die bisherigen Ausführungen und auf bereits vorhandene Formulierungsvorschläge, die grünlandspezifische Problematik behandelt werden, also die Bereiche Futterlieferung, Futterwerbung und Fütterung.

4.21 Futterlieferung

Bezüglich der Formulierung der Futterlieferung sind in den bisherigen Ausführungen folgende Forderungen bzw. Anhaltspunkte enthalten:

- a) Um bei der Planung jegliche Vorentscheidung zu vermeiden, ist vom Ertragspotential des betreffenden Standortes auszugehen, d.h., es kann nicht eine bestimmte Ertragshöhe zugrunde gelegt werden, vielmehr ist der Leistungsspielraum in Form des Bruttoertrages (siehe S.17) zu erfassen bzw. abzugrenzen.
 - b) Es ist zu berücksichtigen, daß der Ertrag im Verlauf der Vegetationsperiode in unterschiedlicher Höhe anfällt, d.h., der Ertrag muß periodenspezifisch erfaßt werden.
- zu a) Um dieser Forderung gerecht zu werden, müssen die einzelnen Futterlieferungsaktivitäten in jeweils zwei oder mehrere Aktivitäten verschiedener Intensität zerlegt werden. Die im konkreten Fall zu wählende Anzahl von Aktivitäten ist von der Entwicklung der Grenzerträge bei zunehmender Intensivierung abhängig, richtet sich aber auch danach, wie sich der Intensitätsbereich abgrenzen läßt bzw. welcher Intensitätsbereich untersucht werden soll.

So wählt beispielsweise RIEBE (54), vom Stickstoffniveau 0 ausgehend, mehrere Teilaktivitäten, während andere Autoren (82, 18, 31) nur zwei Aktivitäten definieren. Geht man nämlich bereits von einem bestimmten Stickstoffniveau aus, so kann, früheren Ausführungen (siehe S.23) zufolge, in einem relativ weiten Bereich (etwa von 100 bis 300 kg N/ha) ein linearer Verlauf der Stickstoffwirkung unterstellt werden. Daher genügt es, die beiden Endpunkte zu definieren.

Für die Formulierung dieser Teilaktivitäten gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

- Es werden die Futterlieferungsaktivitäten mit der höchsten und mit der niedrigsten Intensität definiert. Die gesuchte Bewirtschaftungsintensität ergibt sich aus einer bestimmten Kombination der beiden Aktivitäten. Dieser Ansatz findet sich z.B. bei HEIDHUES (26) und JÖCKEL (31).
- Neben die jeweils ertragsärmste Aktivität tritt eine solche, die einen gewissen Mehrertrag und dessen zusätzliche Kosten enthält. In einer zusätzlichen Gleichung ist anzugeben, welches Niveau diese Subaktivität im Verhältnis zur ertragsärmsten Aktivität (Ausgangsaktivität) annehmen darf. Dieser Ansatz wurde von ZAPF gewählt (83).

zu b) Es stellt sich die Frage, in wieviele Abschnitte die Vegetationsperiode unterteilt werden soll.

Im Hinblick auf den Ergebniswert (siehe S.11) wäre eine möglichst präzise Erfassung des Ertragsverlaufes und damit eine möglichst hohe Anzahl von Abschnitten erforderlich. Dies führt aber - wie später zu zeigen sein wird - je nach der Formulierung der Futterwerbung zu einer mehr oder weniger großen Matrixausweitung und bringt außerdem formulierungstechnische Komplikationen, vor allem im arbeitswirtschaftlichen Bereich, mit sich. Mit Rücksicht auf den Gebrauchswert muß also getrachtet werden, mit einer möglichst geringen Anzahl von Abschnitten das Auslangen zu finden.

Bei Planungen in der Praxis spielt in diesem Zusammenhang auch das Datenproblem eine wesentliche Rolle. In der Regel kann der Ertragsverlauf nur geschätzt werden, sodaß sich eine allzu starke Unterteilung der Vegetationsperiode von vornherein erübrigt.

4.22 Futterwerbung

Zweckmäßigkeitshalber werden Weidenutzung und Schnittnutzung getrennt behandelt.

4.221 Weidenutzung

Verschiedene bereits vorliegende Planungsansätze (siehe S.40,42,44,45,62) unterscheiden sich in bezug auf die Erfassung der Weidenutzung vor allem darin, daß in einem Fall die Viehhaltungsaktivitäten ihren Bedarf an Weide den Futterlieferungszeilen direkt entnehmen (Abb.13), im anderen Fall wird das Weidefutter ebenso wie das Winterfutter über Transferaktivitäten der Viehhaltung zugeführt (Abb.14).

Abbildung 13: Formulierungsschema - Variante 1

Spalten Nr.		1	2	3	4	5
Zeilen Nr.		Grünland	Winterfutterwerbung Per.1 Per.2 Per.3			Vieh-haltung
	1	Futter Periode 1	-KSTE	KSTE		KSTE ⁺⁾
	2	Periode 2	-KSTE		KSTE	KSTE ⁺⁾
	3	Periode 3	-KSTE			KSTE ⁺⁾
	4	Winterfutter		-KSTE	-KSTE	-KSTE

Abbildung 14: Formulierungsschema - Variante 2

Spalten Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8
Zeilen Nr.		Grünland	Winterfutterwerbung Per.1 Per.2 Per.3			Weide Per.1 Per.2 Per.3			Vieh-haltung
	1	Futter Periode 1	-KSTE	KSTE		KSTE			
	2	Periode 2	-KSTE		KSTE			KSTE	
	3	Periode 3	-KSTE			KSTE			KSTE
	4	dav. Weide Periode 1					-KSTE		KSTE ⁺⁾
	5	Periode 2						-KSTE	KSTE ⁺⁾
	6	Periode 3							-KSTE KSTE ⁺⁾
	7	Winterfutter		-KSTE	-KSTE	-KSTE			KSTE ⁺⁺⁾

+) Weidebedarf

++) Bedarf an Winterfutter (der Einfachheit halber wird hier zwischen Heu u.Silage nicht unterschieden)

In der Folge sollen nun die Vor- und Nachteile dieser unterschiedlichen Technik an Hand einzelner Matrixausschnitte diskutiert werden:

Abbildung 15: Planungsansatz nach JÖCKEL

Schema einer Ausgangslösung der linearen Planungsrechnung zur Bestimmung der optimalen Zusammensetzung des Viehbestandes und der optimalen Bewirtschaftungsintensität des Grünlandes

		Grünland		Viehhaltung				Silage/Heubereitung				Zufütterung				Überschussbeseitigung		Kapazität
		P ₈	P ₉	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄	P ₁₅	P ₁₆	P ₁₇	P ₁₈	P ₁₉	P ₂₀	P ₂₁	P ₂₂	P ₂₃	
P ₁	Futter Zeitsp. I	●	●	○			○	●									○	= 0
P ₂	" " II	●	●	○	○		○	●									○	= 0
P ₃	" " III	●	●	○	○	○	○		●								○	= 0
P ₄	" " IV	●	●	○	○	○	○			●	●							= 0
P ₅	" " V	●	●	○	○	○	○					●						= 0
P ₆	" " VI	●	●	○	○	○	○						●					= 0
P ₇	Winterfutter			○	○	○		●	●	●	○	○						≤ 0

● = Futterlieferung ○ = Futterverbrauch
 der Pfeil weist zu den Orten des Futterverbrauchs

Q.: (31, S.57)

Die Aktivität P 10 dieser schematischen Darstellung ließe sich als "Milchkuh" (konstanter Futteranspruch während der gesamten Weideperiode), Aktivität P 11 als "Herbstkalb" (kommt erst später auf die Weide und hat mit fortschreitender Weidedauer einen steigenden Bedarf), Aktivität P 12 als "Winterkalb" (kommt noch später auf die Weide), schließlich P 13 als "Maststier" (beansprucht gleich zu Beginn - in Zeitspanne I - Weidefutter, scheidet aber noch während der Weideperiode - Zeitspanne IV - aus der Produktion aus) definieren.

Diese Formulierung hat den großen Vorteil, daß sie bei einem relativ geringen Aufwand an Zeilen und Spalten eine sehr präzise Gegenüberstellung des periodenspezifischen Weidebedarfs und der periodenspezifischen Futterlieferung ermöglicht. Es können also die Wechselbeziehungen zwischen der Ertragshöhe und dem Ertragsverlauf auf der einen Seite und der Weidetechnik

(Bemessung der Weidegröße, siehe S.35) sowie der Organisation der Viehhaltung auf der anderen Seite sehr realitätsnahe erfaßt werden.

Durch die Zufütterungsaktivitäten (P 18 - P 20) wird ein u.U. zu starres Abhängigkeitsverhältnis zwischen Futterangebot und Futterbedarf aufgelockert. In den futterschwachen Perioden kann der festgelegte Weidebedarf zum Teil oder zur Gänze auch durch Silage/Heu (P 18, P 19) und/oder durch Zukauffuttermittel gedeckt werden (P 20).

In den futterstarken Perioden kann es aber trotz der Wahlmöglichkeit in der speziellen Intensität der Grasproduktion einerseits und der vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten bei der Viehhaltung andererseits zu unverwertbaren Futterüberschüssen kommen. Die unterstellten Kosten-Leistungsbeziehungen der Grünlandaktivitäten (P 8, P 9) haben aber nur unter der Voraussetzung Gültigkeit, daß die in den einzelnen Zeitspannen verfügbaren Futtermengen auch tatsächlich verwertet werden. "Geschieht dies nicht, so nimmt die Zeit-Ertragsfunktion (siehe S.26) einen anderen Verlauf, was dazu führt, daß der erwartete Gesamtertrag nicht mit den vorgesehenen Kosten erzielt wird." (31, S.58). Aus diesem Grund werden von JÖCKEL auch noch die Aktivitäten P 21, P 22, P 23 (Überschußbeseitigung) eingeführt. Sie sollen die zusätzlichen Aufwendungen zum Ausdruck bringen, die sich in einem solchen Fall bei der Erreichung der vorgesehenen Leistung ergeben. Diese Aktivitäten sind aber eher von theoretischer Bedeutung.

Andere Autoren verzichten auf die Einführung derartiger Aktivitäten und formulieren statt dessen die Futterlieferungszeilen nicht wie JÖCKEL als Gleich-Gleichungen, sondern als Ungleichungen. An sich wird dadurch die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von nicht verwertbaren Überschüssen erhöht, dennoch kommt es insbesondere in solchen Planungsfällen, wo die spezielle Intensität der Futtererzeugung und der Umfang der Futterflächen nicht festgelegt sind (Umwandlungsmöglichkeit von Acker in Grünland und von Grünland in Acker) bzw. wo mehrere Flächen mit unterschiedlicher Intensität einerseits und ein großer Spielraum in der Organisation der Rinderhaltung andererseits gegeben sind, kaum vor, daß derartige Überschüsse auftreten.

Im Gegensatz zu JÖCKEL formuliert SKOMROCH (68) entsprechend der Abbildung 14 (S.39) auch für die Weidenutzung eigene Transferaktivitäten

Abbildung 16: Planungsansatz nach SKOMROCH (68, S.38)

Spalten-Nummer	Zeilen-Nummer	kalkulationsunabhängige Positionen	Bereiten und Füttern von						Zukaufen und Füttern von			Substit. von Weidegras			Halten von Kühen			
			Weidegras			Heu	Silage		Sojaschrot	Trockenschnitzeln	Futterstroh	i. Mai + Juni	i. Juli + Aug.	i. Sept. + Okt.				
			1	2	3		4	5								6	7	8
Grüngut a.d.Feld	i.Mai + Juni	in dz	1	+800	-1,2			-5	-1,3									
"	i.Juli + Aug.	"	2	+450		-1,1					-1,5							
"	i.Sept.+ Okt.	"	3	+150														
dav.für Weide max.	i.Mai + Juni	"	4	+500	-1,2													
"	i.Juli + Aug.	"	5	+280		-1,1												
"	i.Sept.+ Okt.	"	6	+150														
Rindviehfutter min.		in KStE	7		+10	+10	+10	+33	+10	+10	+72	+50						-2400
"		in kg verd.Eiweiß	8		+ 3	+ 3	+ 3	+ 5	+ 2	+ 2	+44	+ 5						- 400
"		Tr.-Subst.	9		+16	+16	+16	+85	+20	+20	+89	+90	+85					-4750
"	max.	"	10		-16	-16	-16	-85	-20	-20	-89	-90	-85					+6200
dav.Weidegras max.	i.Mai + Juni	in dz	11		-1									-1				+ 40
"	i.Juli + Aug.	"	12			-1									-1			+ 35
"	i.Sept.+ Okt.	"	13				-1									-1		+ 30
dav.Silage max.		"	14					-1	-1									+ 50
" Heu min.		"	15					1										- 5
" Kraftfutter min.		"	16								+1	+1						- 4
Kalkulations-Ziel I		in DM	17	-10														+ 1
Kalkulations-Ziel II		in DM	18	min!	-0,8	-0,8	-0,8	-5,0	-1,2	-1,2	-40	-25	-5					
Kalkulations-Ziel II		in DM	19	max!	-0,8	-0,8	-0,8	-5,0	-1,2	-1,2	-40	-25	-5					+ 600

(siehe Abb.16). Damit steigt natürlich nicht nur der Bedarf an Aktivitäten, sondern auch der Bedarf an Zeilen erheblich an. Dies gilt insbesondere dann, wenn - wie später zu zeigen sein wird - zwischen Kuh- und Jungviehweide unterschieden werden muß. Ein tragbarer Matrixumfang kann in diesem Fall nur gewahrt bleiben, wenn die Anzahl der Perioden eingeschränkt und damit auf die bei JÖCKEL gezeigte Präzision verzichtet wird.

Dafür aber bringt dieser Ansatz den Vorteil, daß der Futteranfall nach mehreren Komponenten (Stärkewert, Eiweiß, Trockensubstanz) erfaßt werden kann, was für die Optimierung der Futterrationen unbedingt notwendig ist. Ein weiterer Vorteil dieser Formulierung liegt darin, daß die Werbungsverluste und die im Verlauf der Vegetationsperiode unterschiedlichen Inhaltsstoffe des Futters nicht bei den Viehhaltungsaktivitäten, sondern, wesentlich transparenter, bei den Werbungsaktivitäten berücksichtigt werden können. Dieser Vorteil darf besonders im Hinblick auf den Einsatz der Methode in der Praxis nicht unterschätzt werden.

Im Übrigen finden sich auch in diesem Ansatz Aktivitäten (Spalten-Nummer 10-12), die in ihrer Funktion mit den Zufütterungsaktivitäten bei JÖCKEL verglichen werden können. Auch sie sorgen dafür, daß die Weideführung und die Gestaltung der Rinderhaltung nicht zu starr und daher unrealistisch vom periodenspezifischen Futteranfall abhängig gemacht werden. Da aber dieser Ansatz eine modellinterne Optimierung zuläßt (bei JÖCKEL sind die Rationen vorgegeben), ist auch die Formulierung dieses "Ventils" entsprechend aufwendiger.

Wie bereits angedeutet, erfährt nun der Matrixumfang bei Einführung eigener Weidenutzungsaktivitäten noch dadurch eine neuerliche Ausweitung, daß in den meisten Planungsfällen Kuh- und Jungviehweide getrennt behandelt werden müssen. In der Regel ergeben sich zwischen Kuh- und Jungviehweide erhebliche Unterschiede im Arbeitsbedarf und in den Futterverlusten. Häufig ist auch zu beachten, daß auf bestimmten Flächen nur Kühe, auf anderen wiederum nur Jungvieh geweidet werden kann oder geweidet werden soll.

So unterscheidet beispielsweise RIEBE (54, S.494) eine "Umtriebsweide Milchkühe" und eine "Umtriebsweide - hoffern" (siehe Abb.17, S.44).

Andererseits unterteilt RIEBE die Vegetationsperiode nur in zwei Abschnitte, wodurch der erforderliche Mehraufwand an Aktivitäten wieder kompensiert wird.

Produktionsverfahren			P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
			Grün- land	Weide- gang	Silage- werben I	Silage- werben II	Silage- werben III	Heu- werben	Rüben- blatt- silage	Rüben- frisch- blatt	Milch- kühe	Mast- rin- der
Deckungsbeiträge		DM	291	35	156	156	156	36	27	20	-1545	- 340
Restriktion		Ein- heit										
R ₁	LN	ha	1									
R ₂	Nährstofftrag brutto	KSTE	-6416	6416	1476	1591	1604	2169				
R ₃	" bis 25.5.	KSTE	-1831	1178	1476			2169				
R ₄	" 26.5.-1.7.	KSTE	-1583	1337		1591						
R ₅	" 2.7.-15.9.	KSTE	-2220	2675			1604					
R ₆	" 16.9.-20.10.	KSTE	- 782	1226						-2592		
R ₇	Rübenblatt	KSTE						2592	2592			
R ₈	Sommerfutter	KSTE		-3850							1217	1395
R ₉	Silage	KSTE			-1255	-1352	-1363		-1685		577	326
R ₁₀	Heu	KSTE						-1301			258	191

Abbildung 18: Planungsansatz nach ALVENSLEBEN (2, S.74)

Will man also einen tragbaren Matrixumfang beibehalten, dann muß in bezug auf die Erfassung der Realität in irgendeiner Form ein Kompromiß gefunden werden.

ALVENSLEBEN (2, S.74) sucht diesen Kompromiß wieder in einer anderen Richtung (siehe Abb.18, S.45). Er legt das Hauptaugenmerk auf eine genaue Erfassung des Futteranfalles (Unterteilung der Vegetationsperiode in sechs Abschnitte). Der Bedarf an Weidefutter wird dagegen nicht periodenspezifisch, sondern global festgehalten (P 9 und P 10, Zeile R 8) und kann nur über eine einzige Weidenutzungsaktivität (P 2) gedeckt werden. Diese Aktivität entnimmt aus jeder Periode einen entsprechenden Anteil (die unterschiedlichen Werte ergeben sich aus der unterschiedlichen Länge der Perioden) und liefert deren Summe abzüglich der Verluste in die Futterbedarfszeile. Eine derartige Formulierung ist strenggenommen nur dann zu vertreten, wenn lediglich solche Viehhaltungszweige in Frage kommen, deren Weideanspruch im Verlauf der Vegetationsperiode konstant ist. Andererseits muß darauf hingewiesen werden, daß bei einer globalen Erfassung des Weidebedarfs nur eine Weidenutzungsaktivität für sämtliche Perioden definiert werden darf. Wird nämlich, so wie bei SKOMROCH und RIEBE, jeder Periode eine eigene Weidenutzungsaktivität zugeordnet, dann besteht die Gefahr, daß der gesamte Weidebedarf beispielsweise nur aus einer Periode gedeckt wird, weil das gesamte Weidefutter in eine einzige Zeile (im Ansatz nach ALVENSLEBEN ist dies die Zeile R 8) transferiert wird.

Die einzelnen Formulierungsmöglichkeiten, die bisher zur Diskussion standen, führen bereits sehr klar vor Augen, welche Schwierigkeiten sich bei der Erstellung einer Standardmatrix für den Grünlandbereich allein in bezug auf die Erfassung der Weidenutzung ergeben. Bei den gezeigten Ansätzen ist nach den jeweiligen Gegebenheiten und Fragestellungen zumeist dem einen oder anderen Aspekt eine besondere Beachtung zugekommen, in der Standardmatrix sollte dagegen jeder Aspekt möglichst in gleicher Weise berücksichtigt werden.

In der Folge ist an einem Beispiel zu demonstrieren, in welcher Weise die Vorteile verschiedener Formulierungen in einem einzigen Ansatz vereinigt werden können: Ausgangspunkt sei dabei der Ansatz nach RIEBE (Abb.17 S.44). Hier werden aber nur jene Zeilen und Spalten herausgegriffen, die für die vorliegende Fragestellung von Bedeutung sind.

Abbildung 19: Ausschnitt aus dem Planungsansatz nach RIEBE (vgl. Abb. 17)

Spalten Nr.			1	2	3	4	5	6	7
Zeilen Nr.		Einh.	Grünland ha	Weidegang				Viehhaltung	
				Kühe		Jungvieh		1Kuh	1Kalbin
				Per. 1	Per. 2	Per. 1	Per. 2		
		1000 KSTE	2000 KSTE	2000 KSTE	2000 KSTE				
1	Grünmasse brutto Per. 1	100 KSTE	-18	20		20			
2	Grünmasse brutto Per. 2	100 KSTE	-12		20		20		
3	Weide netto Per. 1	100 KSTE		-16		-16		5,2	7,4
4	Weide netto Per. 2	100 KSTE			-16		-16	5,6	12,8
5	Kuhweide netto mind. Per. 1	100 KSTE		-16				5,2	
6	Kuhweide netto mind. Per. 2	100 KSTE			-16			5,6	

Bei der Gegenüberstellung der Ansätze von JÖCKEL, SKOMROCH und RIEBE kam zum Ausdruck, daß den Vorteilen der Formulierung eigener Weidenutzungsaktivitäten der Nachteil einer u.U. erheblichen Matrixausweitung gegenübersteht.

Es ist also zu untersuchen, inwieweit eine Vereinfachung des obigen Ansatzes möglich ist, ohne daß dabei an Qualität eingebüßt wird.

Zu dem Zweck muß zunächst das Gleichungssystem einer genaueren Betrachtung unterzogen werden: Nimmt man an, es kämen eine Kuh und eine Kalbin in die Lösung, dann ergäbe sich für die einzelnen Aktivitäten folgendes Niveau:

Spalten Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Niveau der Aktivitäten	1,91	0,32	0,35	0,46	0,8	1	1

Multipliziert man die einzelnen Koeffizienten der Matrix mit diesen Niveaus, dann erhält man folgende Werte:

Abbildung 20

Spalten Nr.			1	2	3	4	5	6	7
Zeilen Nr.		Einh.	Grünland T/q	Weidegang				Viehhaltung	
				Kühe		Jungvieh		1Kuh	1Kalbin
				Per.1 2000 KSTE	Per.2 2000 KSTE	Per.1 2000 KSTE	Per.2 2000 KSTE		
1	Grünmasse brutto Per.1	100 KSTE	-34,4	6,4		9,2			
2	Grünmasse brutto Per.2	100 KSTE	-23,0		7		16		
3	Weide netto Per.1	100 KSTE		-5,2		-7,4		5,2	7,4
4	Weide netto Per.2	100 KSTE			-5,6		0,2 x 16	5,6	12,8
5	Kuhweide netto mind. Per.1	100 KSTE		-5,2				5,2	
6	Kuhweide netto mind. Per.2	100 KSTE			-5,6			5,6	

+) In der 1.Periode (Zeile 1) ergibt sich ein Überschuß von 1.880 KSTE $[34,4 - (6,4 + 9,2)]$ für die Winterfutterbereitung.

Definiert man nun für die Kühe und für das Jungvieh jeweils nur eine Weidenutzungsaktivität (selbstverständlich sind auch die Inputkoeffizienten entsprechend zu ändern), ergibt sich folgender Ansatz:

Abbildung 21: Reduktion des Planungsansatzes von Abb.19

Spalten Nr.			1	2	3	4	5
Zeilen Nr.		Einh.	Grünland ha	Weidegang		Viehhaltung	
				Kühe 2000 KSTE	Jungv. 2000 KSTE	Kuh 1Kuh	Kalbin 1Kalbin
				1	Grünmasse brutto Per.1	100 KSTE	-18,0
2	Grünmasse brutto Per.2	100 KSTE	-12,0	10,4	12,8		
3	Weide netto	100 KSTE		-16	-16	10,8	20,2
4	Kuhweide netto mind.	100 KSTE		-16		10,8	

Trotz dieser Vereinfachung bleibt die exakte Gegenüberstellung des periodenspezifischen Futteranfalles auf der einen Seite und des periodenspezifischen Weidebedarfes auf der anderen Seite gewahrt:

Die Werte in den Zeilen 1 und 2 ergeben sowohl in Aktivität 2 als auch in Aktivität 3 zusammen jeweils 20 (siehe Abb. 19). Sie drücken das Verhältnis von Weideanspruch in Periode 1 und Periode 2 aus (siehe Zeile 3 und 4 in Abb. 19 und 20) $5,2 : 5,6 = 9,6 : 10,4$.

Um zu prüfen, ob dieser vereinfachte Ansatz auch zum gleichen Ergebnis führt, sei wieder unterstellt, daß eine Kuh und eine Kalbin in die Lösung kommen.

Abbildung 22

Spalten Nr.	1	2	3	4	5
Niveau der Aktivität	1,91	9,67	1,25	1	1

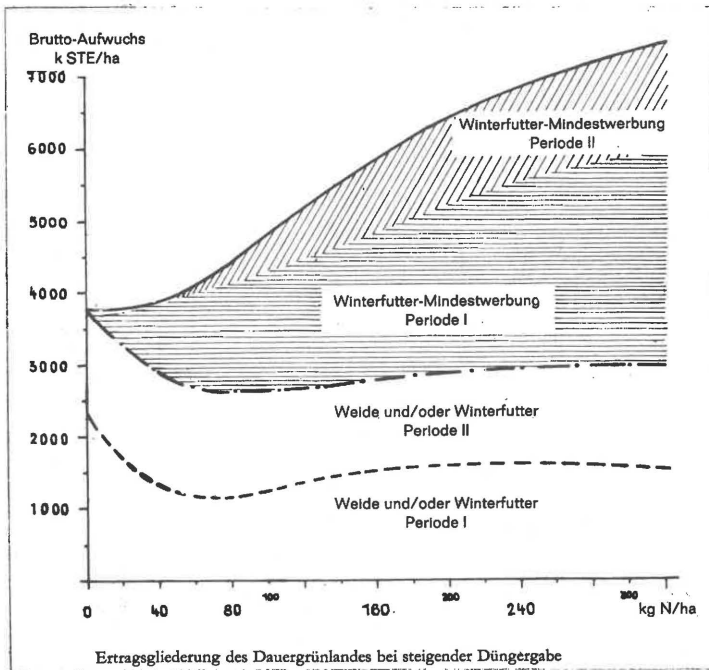
Zeilen Nr.	Spalten Nr.	Einh.	1	2	3	4	5
			Grünland	Weidegang Kühe	Jungv.	Kuh	Kalbin
		ha	2000 KSTE	2000 KSTE	1Kuh	1Kalbin	
1	Grünmasse brutto Per. 1	100 KSTE	-34,4	6,4	9,2		
2	Grünmasse brutto Per. 2	100 KSTE	-23,0	7,0	16,0		
3	Weide netto	100 KSTE		-10,8	-20,2	10,8	20,2
4	Kuhweide netto mind.	100 KSTE		-10,8		10,8	

Auch hier nimmt die Aktivität Grünland wieder das Niveau 1,91 an und in der ersten Periode verbleiben wie oben 1.880 KSTE für die Winterfutterbereitung.

Nach diesen Aushlickern auf die Formulierung der Standardmatrix ist nun noch auf eine Problematik einzugehen, die sowohl die Weide- als auch die Schnittnutzung berührt:

Wie sich aus den Ausführungen zur Produktionsfunktion der Graserzeugung ergeben hat, kann ein bestimmter Bruttonährstofftrag nur durch ein bestimmtes Zusammenwirken von Düngung und Nutzung erzielt werden, d.h., es müssen im Planungsansatz auch bezüglich der wechselweisen Nutzung durch Weidegang und Schnitt strenggenommen entsprechende Beschränkungen vorgehen werden. (Siehe Abb.23).

Abbildung 23



Q.: (41, S.56)

Dabei handelt es sich also nicht um Vorentscheidungen, sondern um die Beachtung produktionstechnischer Gegebenheiten. Mit Ausnahme des Ansatzes von RIEBE (siehe S. 44) werden jedoch in allen bisher besprochenen Formulierungen diese produktionstechnischen Erfordernisse außer acht gelassen.

In solchen Planungsfällen, wo nur eine einzige futterliefernde Aktivität vorliegt, von der sowohl der Weide- als auch der Winterfutterbedarf gedeckt werden soll, ist diese Unterlassung insofern gerechtfertigt, als der erforderliche Winterfutterbedarf die Mindestwinterfutterwerbung in der Regel ohnedies übersteigt. Ansonsten muß jedoch der zusätzlich erforderliche Matrixaufwand in Kauf genommen werden: (siehe Ansatz RIEBE, S.44).

Durch entsprechende Gleichungen („Winterfutter brutto Per. 1“ und „Winterfutter brutto Per. 2“) wird sichergestellt, daß vom Gesamtfutteranfall bei 80 kg Stickstoff pro ha 1210 KSTE in der 1.Periode und 220 KSTE in der 2.Periode durch Mähnutzung abgeschöpft werden.

4.222 Schnittnutzung

Bei der Schnittnutzung ist im Gegensatz zur Weidenutzung auf Grund der verschiedenen Möglichkeiten der Futterwerbung und Konservierung (Silagebereitung; Heubereitung durch Bodentrocknung; Unterdachrocknung; Reutertrocknung; etc.) bezüglich des optimalen Erntetermins ein wesentlich größerer Spielraum gegeben.

Die Forderung nach einer genauen Beachtung der Wechselbeziehungen zwischen Ertrag, Ertragsverlauf, Düngung und Nutzung (siehe Abschnitt 4.1) würde bedeuten, daß im Planungsansatz einer jeweils gegebenen Intensität in der Futtererzeugung eine ganz bestimmte Nutzung bzw. ein bestimmter Nutzungsablauf mit genau fixierten Ernteterminen zugeordnet werden müßte. (Siehe Abb.24).

Nach einer früher zitierten Aussage von VETTER und KUBA können bei einer Stickstoffgabe von 160 kg/ha die höchsten Nährstoffträge mit viermaliger Nutzung, und bei Gaben von 320 kg N/ha mit fünfmaliger Nutzung, erzielt werden.

Abbildung 24: Formulierungsschema für die Schnittnutzung

ZeilenNr.	Spalten Nr.	Grünland		Nutzungsfolge 1				Nutzungsfolge 2					Rechte Seite	
		extensiv 160kg N	intensiv 320kg N	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	5.		
1	Grünland	1	1											$\leq ha$
2	Grünmasse 1. Nutzung	- dz		dz										≤ 0
3	2. "	- dz			dz									≤ 0
4	3. "	- dz				dz								≤ 0
5	4. "	- dz					dz							≤ 0
6	1. Nutzung		- dz					dz						≤ 0
7	2. "		- dz						dz					≤ 0
8	3. "		- dz							dz				≤ 0
9	4. "		- dz								dz			≤ 0
10	5. "		- dz									dz		≤ 0

Mit diesem Ansatz wäre zwar den obigen Forderungen Genüge getan, die optimale spezielle Intensität und die optimale Nutzungsfolge könnte aber damit nicht ermittelt werden. Ein Ergebnis unter Verwendung dieses Ansatzes könnte lediglich eine Aussage darüber liefern, welcher Anteil einer bestimmten Grünlandfläche mit der Intensität 1 (160 kg Stickstoff pro ha) und welcher Anteil mit der Intensität 2 (320 kg Stickstoff/ha) zu bewirtschaften wäre. Die an sich denkbare Schlußfolgerung, daß dies einer Bewirtschaftung mit einer durchschnittlichen Intensitätsstufe (240 kg Stickstoff/ha) auf der gesamten Fläche gleichkäme (siehe S. 38), ist nicht zulässig, weil jedem Düngungs- bzw. Ertragsniveau zwischen den beiden definierten Extremen wiederum eine ganz bestimmte Nutzungsfolge zuzuordnen wäre, die sich jedoch keineswegs aus einer Kombination der Nutzungsfolge 1 und 2 ergibt.

Abgesehen davon, käme der obige Ansatz schon wegen seines erheblichen Umfangs für Planungen in der Praxis nicht in Frage. Dies gilt umso mehr dann, wenn nicht, wie in diesem Beispiel, nur eine, sondern mehrere Flächen mit jeweils unterschiedlichem Ertragspotential und unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten in die Planung miteinbezogen werden müssen.

Bei allen im Zuge der Besprechung der Weidenutzung bereits diskutierten Matrixformulierungen wird auf eine präzise Erfassung der produktionstechnischen Gegebenheiten verzichtet. Es findet sich jeweils folgendes Formulierungsschema:

Abbildung 25

	Futtererzeugung	Futterwerbung u. - bereitung					
	diverse Grünlandaktivitäten mit unterschiedlicher Intensität und unterschiedlichem Ertragsverlauf	Heu			Silage		
		Per. 1	Per. 2	Per. 3	Per. 1	Per. 2	Per. 3
Bruttoertrag Per. 1	$- dz / KSTE$	$dz / KSTE$			$dz / KSTE$		
Bruttoertrag Per. 2	$- dz / KSTE$		$dz / KSTE$			$dz / KSTE$	
Bruttoertrag Per. 3	$- dz / KSTE$			$dz / KSTE$			$dz / KSTE$
Heu		$- KSTE$	$- KSTE$	$- KSTE$			
Silage					$- KSTE$	$- KSTE$	$- KSTE$

Nennenswerte Unterschiede treten nur hinsichtlich der Anzahl der Abschnitte (Perioden) und hinsichtlich der Einheit der Werbungsaktivitäten auf.

Zur Festlegung der Perioden wurden bereits grundsätzliche Überlegungen angestellt (siehe S. 38).

Auf konkrete Probleme, die dabei im Zusammenhang mit der Schnittnutzung auftreten, wie beispielsweise die wechselseitige Abstimmung von Perioden und begrenzenden Zeitspannen, wird bei der Diskussion der Standardmatrix eingegangen (siehe S. 68).

An dieser Stelle soll nun die Bedeutung der Festlegung bestimmter Einheiten für die Werbungsaktivitäten einer genaueren Betrachtung unterzogen werden. Wie sich zeigt, muß auch diesbezüglich ein Kompromiß gefunden werden, und zwar deshalb, weil zwischen dem Futteranfall einerseits und dem Arbeitsbedarf sowie den variablen Spezialkosten für die Futterwerbung andererseits keine linearen Beziehungen bestehen. Der Arbeitsbedarf und die variablen Spezialkosten nehmen vielmehr bei steigendem Futteranfall pro ha und Schnitt stark unterproportional zu. Diese Degression wird dadurch verursacht, daß nur ein Teil der Arbeiten, wie Laden, Einfahren, Abladen und Einlagern, ertragsabhängig ist, während der Arbeitsaufwand und die variablen Spezialkosten für Mähen, Wenden und Schwaden bei unterschiedlichem Futteranfall nahezu gleich bleiben. Verschiedene Autoren, wie ZAPF (83), KÖHNE (37), BRANDES (11), ALVENSLEBEN (1), haben Ansätze entwickelt, mit deren Hilfe auch nichtlineare Beziehungen berücksichtigt werden können. Alle diese Ansätze können aber für das konkrete Problem nur unter ganz bestimmten Bedingungen angewendet werden. Es müssen sich jene Futtermengen bestimmen lassen, die mindestens oder höchstens der Mähnutzung zufallen sollen (31).

Abgesehen davon erhebt sich die Frage, ob ein derartiger formulierungstechnischer Mehraufwand, der sich durch die Berücksichtigung der Degression ergeben würde, in Kauf genommen werden soll. Es ist in der Regel nicht sehr sinnvoll, in einem Teil des Ansatzes bzw. bei einem Teil der Inputkoeffizienten besondere Genauigkeit anzustreben, wenn in den damit korrespondierenden Bereichen eine Reihe von Kompromissen eingegangen werden müssen. So ist doch gerade in diesem Fall zu beachten, daß sämtliche Daten aus dem Bereich der Arbeitswirtschaft der Realität nur bis zu einem gewissen Grad entsprechen können.

Ein wesentlicher Fehler kann aber zumindest dadurch ausgeschaltet werden, daß die Einheit der Werbungsaktivität möglichst groß gewählt wird und die dazugehörigen Arbeitsbedarfswerte sowie die variablen Spezialkosten nach einem durchschnittlichen Futteranfall festgelegt werden.

Vielfach findet man in der Literatur (z.B. RÖTHLISBERGER: 53) bezüglich der Schnittnutzung auch folgendes Formulierungsschema:

Abbildung 26

	Einh.	Grün- land ha	Futterwerbung u.-bereitung					
			Heu			Silage		
			1. Ntzg. ha	2. Ntzg. ha	3. Ntzg. ha	1. Ntzg. ha	2. Ntzg. ha	3. Ntzg. ha
Grünland	ha	1						
1. Nutzung	ha	-1	1				1	
2. Nutzung	ha	-1		1			1	
3. Nutzung	ha	-1			1			1
Heu	KSTE		-KSTE	-KSTE	-KSTE			
Silage	KSTE					-KSTE	-KSTE	-KSTE

Hier tritt dieses Problem nicht auf, weil in diesem Fall der Arbeitsbedarf und die Spezialkosten von vornherein in Abhängigkeit von der jeweils zu erntenden Futtermenge errechnet und im Planungsansatz festgelegt werden. Dies bringt natürlich einen erheblichen Mehraufwand an Kalkulationsarbeit mit sich. Außerdem würde dieser Ansatz ebenso wie jener in Abbildung 24 in seinem Umfang geradezu "explodieren", wenn verschiedene Flächen mit jeweils unterschiedlichem Ertragspotential berücksichtigt werden müssen.

4.23 Fütterung

Das formulierungstechnische Problem bei der tierischen Produktion ist gleichsam als Gegenstück zu der zuletzt behandelten Problematik bei der Grasproduktion anzusehen:

Bei der Grasproduktion kann - wie gezeigt wurde - dem Umstand nicht voll Rechnung getragen werden, daß eine bestimmte Leistung nur durch eine ganz bestimmte Produktionstechnik zu erzielen ist. Umgekehrt muß bei der for-

mulierungstechnischen Erfassung der tierischen Produktion weitgehend darauf verzichtet werden, der im gewissen Rahmen (siehe S. 7) freien Kombinierbarkeit der Produktionsfaktoren (Futtermittel) entsprechend Raum zu geben. Eine modellinterne Optimierung der Futterrationen ist - wie im Abschnitt 2 bereits festgestellt wurde - mit der modellinternen Optimierung der speziellen Intensität der Grasproduktion sowie mit der Gestaltung der Futterwerbung und-konservierung eng verknüpft. Zwangsläufig ist also die Optimierung der Futterrationen umso mehr in Frage gestellt, je mehr und je gravierender Kompromisse bei der Formulierungstechnik im Bereich der Futtererzeugung und Futterbereitstellung eingegangen werden.

Abgesehen davon, ist es im praktischen Planungsfall äußerst schwierig, die für eine Optimierung der Futterrationen erforderlichen Daten in den Griff zu bekommen. Mit welchen Schwankungsbereichen man es dabei zu tun hat, kann schon an Hand folgender Tabelle, die nur auf einen geringen Teil der Ausgangsdaten bezug nimmt, sehr eindrucksvoll vor Augen geführt werden.

Tabelle 6: Futteraufnahme in Abhängigkeit von der Futterqualität

Rauhfutterqualität	Rauhfutter- verzehr pro Tag/kg	Gehalt je kg Trocken- masse in der Ration		Mögliche Milchleistung in kg	
		verd. Eiweiß	Stärke- einheiten	aus verd. Eiweiß	aus Stärke- einheiten
Vorzüglich					
früh geschnitten	19	120	500	16	16
kaltbelüftet	15	85	480	11	10
Sehr gut					
früh geschnitten	19	60	430	10	12
gut eingebracht	15	58	410	6,5	7
Minder					
spät geschnitten	19	40	330	5	6,5
schlecht eingebracht	15	40	320	3	2,5

Q.: (71, S.30)

Legt man also die Futterrationen nicht von vornherein weitgehend fest, dann sind vor Beginn der eigentlichen Planung die Auswirkungen unterschiedlicher Daten auf die Gestaltung der Rationen zu testen (36, S.9). Häufig sind unzählige Durchläufe notwendig, um praktikable Rationen zu erhalten. Ein derartiger Rechen- und Zeitaufwand ist aber im Hinblick auf den Gebrauchswert nicht zu vertreten. Außerdem ist hier darauf hinzuweisen, daß von einer modellinternen Optimierung der Futterrationen bei Planungen im Grünlandbereich nicht solche Aufschlüsse zu erwarten sind, die einen derartigen Aufwand rechtfertigen würden. Die Fragestellungen beschränken sich meist auf den zweckmäßigen Umfang des Kraftfuttereinsatzes. Hier kann man sich dann in der Weise behelfen, daß man für die in Frage kommenden Viehhaltungszweige mehrere Aktivitäten mit jeweils unterschiedlichen Rationen definiert. Dazu stellt WEILENMANN (80) folgendes fest: "Durch die geeignete Beschränkung der Menge aller möglichen Rationen auf einige Rationen und deren lineare Kombination kann

- a) die Güte der optimalen Lösung gewahrt bleiben, sofern der umfaßte Rationsbereich ausreichend groß ist,
- b) die Interpretation der Lösung erleichtert werden."

4.3 Die Erstellung einer Standardmatrix für den Grünlandbereich

Den Ausführungen zu den einzelnen formulierungstechnischen Problemen sind einige Bemerkungen zu den verschiedenen Möglichkeiten der Standardisierung von Planungsansätzen voranzustellen. In der Literatur sind folgende grundlegend verschiedene Systeme anzutreffen:

System 1:

Nach EGLOFF und SCHILLING (13) wird zunächst in einem sogenannten Grundstandard die Struktur der Matrix mit ihren standardisierten Zeilen und Spalten und allen immer wiederkehrenden Koeffizienten erfaßt:

	standardisierte Spalten	Kapazitäten
Standardisierte Zeilen	Inneres Koeffizientenfeld mit stets wiederkehrenden Daten	
Zielfunktion		

Für die praktische Handhabung läßt sich diese Matrix in Teilmatrizen zerlegen. Selbstverständlich bieten sich auch dabei wieder verschiedene Möglichkeiten an (siehe z.B.(19). Der von EGLOFF und SCHILLING beschrittene Weg, die Matrix in der Weise zu zerlegen, daß man bei der Bearbeitung jeweils einen Teilbereich (z.B. Mähdruschfrüchte, Hackfrüchte, Futterpflanzen, Rinderhaltung etc.) mit allen Zeilen und damit mit allen Koeffizienten vor sich hat, erwies sich in der Praxis als besonders vorteilhaft.

In diese Teilmatrizen können schließlich für bestimmte Betriebsgruppen (oder Kleinproduktionsgebiete) neben den immer wiederkehrenden Koeffizienten auch alle übrigen Werte (gruppenspezifische Einzeldaten) eingeführt werden, wodurch nach EGLOFF die sogenannte "Standard-Gruppenmatrix" entsteht. Im konkreten Planungsfall können zur Berücksichtigung der speziellen Gegebenheiten neue Daten hinzugefügt werden bzw. an die Stelle jener Daten treten, die bereits in der Gruppenmatrix vorgegeben sind. In der englischen Literatur (30) wird auch noch von sogenannten betriebsformspezifischen Matrizen berichtet. Dort geht man also in Richtung Standardisierung noch einen Schritt weiter.

System 2:

"Unter Ausnutzung der Speichermöglichkeiten von Großrechenanlagen werden eine ausreichende Anzahl von Planungsaktivitäten gespeichert. Für den einzelnen Planungsfall werden die gewünschten Planungsaktivitäten an Hand entsprechender Aufnahmeformulare bzw. Codeziffern abgerufen und so die Matrix im Kernspeicher zusammengestellt." (13, S.4).

Im Extremfall ist es für den Berater lediglich notwendig, auf dem Betrieb die Kapazitäten zu erfassen und eine verbale Beschreibung der Aktivitäten zu geben (69, S.340).

Während sich das System 1 bereits vielfach bewährt hat (13; 45; 65) liegen zum System 2 erst wenige Erfahrungen vor. Die Vor- und Nachteile dieser beiden Systeme wurden in der Literatur bereits ausführlich beschrieben (siehe 69;80;13). Hier ist nur ein Gesichtspunkt herauszugreifen, der im Hinblick auf die Verwendung solcher Matrizen in Österreich von ausschlaggebender Bedeutung ist:

"Das erste System hat Vorteile, wenn kleinere Betriebe mit vielfach unterschiedlichen Kapazitäten und Produktionsverfahren kalkuliert werden müssen. Unter diesen Umständen ist es notwendig, eine Reihe von technischen Daten neben den üblichen Kapazitätsangaben auf dem Betrieb zu erfassen. Ein nicht exakt bestimmter Wert kann zu unbefriedigenden Planungsergebnissen führen." (69, S.343). In der vorliegenden Arbeit wurde das System 1 gewählt.

4.31 Grünlandspezifischer Bereich der Standardmatrix

Der in Abbildung 27 gezeigte Planungsansatz (Ausschnitt aus der Standardmatrix) ist unter Beachtung der bisher angeführten Überlegungen sowie der in der Praxis vorliegenden Verhältnisse im Verlauf zahlreicher Planungen zustande gekommen. (35): siehe Beilage.

4.311 Futterlieferung

Im praktischen Planungsfall wird das wirtschaftseigene Futter in der Regel von einer mehr oder weniger großen Anzahl von Flächen geliefert, die sich in einer Reihe von Gesichtspunkten voneinander unterscheiden: im Gesamtertrag, im Ertragsverlauf, in der Intensivierungsfähigkeit, in der Weidefähigkeit etc.

Grundsätzlich dürfen bei der Suche nach dem Betriebsoptimum, wie festgestellt wurde, die spezielle Intensität und die Nutzung (Heu, Silage, Weide etc.) nicht vorgegeben werden. Im konkreten Fall ist aber die Problemstellung häufig dahingehend präzisiert, daß die spezielle Intensität und die Nutzung nur für ganz bestimmte Parzellen des Dauergrünlandes optimiert werden sollen, während sie auf anderen Parzellen, aus welchen Gründen auch immer, von vornherein feststehen. Auch beim Feldfutterbau ist die Art der Werbung und Konservierung entweder der Optimierung zu überlassen (wie das vielfach bei Klee-gras der Fall ist), oder aber vorzugeben (z.B. bei Silomais). Ferner muß der Anfall von Feldfutter ebenso wie beim Dauergrünland periodenspezifisch erfaßt werden.

Alle diese Möglichkeiten sind in der Standardmatrix vorgesehen. (Siehe Abb.27: Die in den dunklen Feldern eingetragenen Koeffizienten bleiben von Planungsfall zu Planungsfall gleich - Grundstandard, siehe S.57. In den stark umrandeten Feldern sind die betriebsspezifischen Koeffizienten

festzuhalten. Die in Abb.27 eingetragenen Werte sind also keine "Standards", sie sollen lediglich die nachfolgenden Interpretationen unterstützen. Die Umrandungen als solche finden sich jedoch auch in der Standardmatrix und sollen dem Spezialberater die Bearbeitung der Matrix erleichtern - siehe S. 91: Zur Organisation und zum Ablauf von Betriebsplanungen in der Praxis.)

Für die Eintragung des Futteranfalles vom Dauergrünland stehen sechs Grünlandaktivitäten zur Verfügung, die je nach den betriebsspezifischen Gegebenheiten und Fragestellungen benutzt werden können.

Die Koeffizienten in der Aktivitätengruppe "GRÜNLAND 1" gelten beispielsweise für folgenden Fall:

Ein Betrieb verfügt u.a. über ein 7 ha großes Grundstück (RHS, Zeile 11), von dem aber nur 5 ha beweidet werden können (RHS, Zeile 13). Derzeit wird auf dieser Fläche ein Bruttoertrag von 270 dz Grünmasse je ha erzielt. Der Ertrag könnte jedoch bis 430 dz/ha gesteigert werden. Der Einfachheit halber wird für dieses Beispiel angenommen, daß auf Wiese und Weide die gleichen Ertrags-Aufwands-Verhältnisse vorliegen. (Laut früheren Ausführungen - siehe S. 24- müßte für die Weide wegen der intensiveren Nutzungsmöglichkeiten eine andere Produktionsfunktion unterstellt werden.) Für die Erfassung dieser Gegebenheiten sind im Planungsansatz insgesamt vier Aktivitäten (6-9) vorgesehen. In den Spalten 6 (Wiese) und 8 (Weide) wird jeweils der niedrigste Ertrag periodenspezifisch festgehalten (Zeilen 22-24) und in den Spalten 7 (Wiese) und 9 (Weide) der zusätzlich zu erzielende Ertrag (siehe S. 38). Selbstverständlich ist diesen Aktivitäten auch der zusätzlich erforderliche Düngeraufwand anzulasten. Die Kosten und der Arbeitsbedarf für die Futterwerbung werden in eigenen Aktivitäten (17-26) erfaßt. Ferner sind für die Weidenutzung einige Einschränkungen zu machen (siehe S. 50). In den Zeilen 26-28 wird festgelegt, welcher Anteil vom Gesamtfutteranfall maximal als Weide genutzt werden kann und für welche Viehhaltungsaktivitäten die Weide zur Verfügung steht. Im gegebenen Fall können beim geringsten Ertragsniveau (Spalte 8) maximal 60 % des Futteraufwandes, und zwar von Kühen und vom Jungvieh abgeweidet werden. Bei einer Ertragssteigerung auf 470 dz wird der Weideanteil kleiner. Es wurde im Beispiel angenommen, daß dann nur noch 55 % des Gesamtfutteranfalls bzw. 47 % des zusätzlichen Futteranfalls für die Weidenutzung zur Verfügung stehen. Auf die Funktion der Zeile 25

wird erst später eingegangen (S. 66).

Neben der besprochenen 7 ha-Fläche gibt es auf dem Betrieb beispielsweise ein weiteres, etwas ertragsschwächeres Grundstück - "GRÜNLAND 2" - von 4 ha (Zeile 15), das nur zur Hälfte beweidet werden kann (Zeile 16) und für eine Intensivierung aus bestimmten Gründen nicht in Frage kommt. Es liegt außerdem so weit vom Stallgebäude entfernt, daß zweckmäßigerweise nur das Jungvieh aufgetrieben werden soll (kein Wert in Zeile 27).

Für die Kühe steht dagegen noch eine weitere Fläche von 2 ha - "GRÜNLAND 3" - zur Verfügung, das zur Gänze weidefähig ist. Sowohl vom Grünland 2 als auch vom Grünland 3 können maximal 70 % des Futteranfalls abgeweidet werden. Umgekehrt kann aber jeweils der gesamte Futteranfall von den Aktivitäten "Grünfutter holen" (Spalten 19, 20), "Heu bereiten" (Spalten 21-23) und "Silage bereiten" (Spalten 24-26) abgeschöpft werden. Dasselbe gilt natürlich auch für das Grünland 1.

Auf den weiteren Futterflächen - "GRÜNLAND 4" , "GRÜNLAND 5", "GRÜNLAND 6" - ist dagegen die Nutzung bereits von vornherein festgelegt. Diese Aktivitäten liefern die Erträge abzüglich der Verluste direkt in die Futterbedarfszeilen (Zeilen 30-33). Selbstverständlich müssen in diesem Fall auch die Spezialkosten und der Arbeitsbedarf für die Futterwerbung der Aktivität direkt angelastet werden.

Der Ackerfutterbau ist auf diesem Betrieb durch die Aktivitäten "Klee" und "Silomais" vertreten. Der Ertrag der Kleefläche wird in der gleichen Weise wie bei Grünland 1-3 erfaßt, d.h. es wird auch hier die Art der Futterwerbung der Optimierung überlassen (nur die Weide kommt nicht in Frage). Der Silomaisertrag wird hingegen ebenso wie bei Grünland 4-6 direkt in die Futterbedarfszeilen geliefert. Selbstverständlich bestünde diese Möglichkeit auch bei Klee (Spalte 4, Zeilen 32 und 33).

Aus den bisherigen Ausführungen zur matrixtechnischen Erfassung des Futteranfalls geht nun schon hervor, daß mit dem vorliegenden Planungsansatz die vielfältigsten Gegebenheiten, wie sie in einem Futterbaubetrieb in der Regel anzutreffen sind, mit einem relativ geringen Aufwand an Zeilen und Spalten berücksichtigt werden können. Größere Schwierigkeiten bereitet hingegen die Ermittlung zutreffender Planungsdaten. Im konkreten Planungsfall in der

Betriebsnummer: 69/		5																						
Planungsaktivitäten:				Sitiomais				Wiese				Weide		Sommerfütter bergern oder Weiden von Kühen	Weiden von sonstigen Tieren	Heu bergern teilmechanisiert			Silage bergern vollmechanisiert					
Futterpflanzen:		Fruchtfolge	voll-mech.	Lohn	Zwi-schen-frucht	Klee	Luzerne	1	2	1	2	1	2			1.	2.	3.	1.	2.	3.			
Einheit:	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	100 dz	100 dz	100 dz	100 dz	100 dz	100 dz	100 dz	100 dz	100 dz		
Spalte Nr.		FRUCHT	SMAISV	SMAISL	ZWFRU	KLEE	LUZERNE	WIESE1	WIESE2	WEIDE1	WEIDE2	SOFUTRU	WOFUTSO	EHEUT1	EHEUT2	ESLO1T	ESLO2T	ESLO3T	EHEUV1	EHEUV2	ESLOV1	ESLOV2	ESLOV3	
Ackerfläche	ha	50	7	7		7	7																	
Fruchtfolgefläche	ha	70	100	7		7	7																	
Klee / Luzerne max. % AF	ha	78	20			7	7																	
Grünland 1	ha	52																						
Grünland 1, davon weidefähig	ha	53																						
Grünland 2	ha	54																						
Grünland 2, davon weidefähig	ha	55																						
Grüngut 1. Schnitt	dz	103				-170	-170	-105	-85					+34	+2	100	100		100	100				
Grüngut 2. Schnitt	dz	104				-130	-130	-80	-65					+33	+2	100	100		100	100				
Grüngut 3. Schnitt	dz	105				-100	-100	-65	-50					+33	+2	100	100		100	100			100	
Weidefutter max.	dz	106												100										
Sommerfutter mind.	KSIE	107												990										
Weidefutter an sonstige Tiere	KSIE	108																						
Winterfutter	KSIE	109																						
Saalfutter mind.	KSIE	110				-5355	-5355												-880	-880	-880	-880	-880	
Heu mind.	KSIE	111																	-880	-880	-880	-880	-880	
Maissilage mind.	KSIE	112				-5355	-5355												-880	-880	-880	-880	-880	
Saatgut	DM	39	62	62		54	110																	
Düngemittel	DM	40	372	372		164	144	247	191															
Pflanzenschutz	DM	41	53	53																				
variable Maschinenkosten	DM	42	141	65		20	20	10	10					34	46	46	34	34	34	43	43	28	28	28
Lohnmaschinen	DM	43		250																				
sonstige Kosten der Feldwirtsch	DM	44																						
Summe der variablen Kosten	DM	200	628	882		238	274	257	201					34	46	46	34	34	34	43	43	28	28	28
FB	AKh	152	7	7		1	1																	
HH	AKh	153	2	2											16	16	14							
GE	AKh	154														16	14							
GE, davon SG	AKh	155														16	14							
HE	AKh	156	15	9														14						
Jahr	AKh	158	27	23		6	6	3	3						16	16	14	14	14	8	8	8	8	
tägliche Sommerfütterwerbung	AKmin	163																						
Desrefß 1 (Sommerfütter)		170												100										
nicht ständige AK mögl. in HH	AKh	159																						
nicht ständige AK mögl. in HE	AKh	160																						
Silo	cbm	143	80	80																				
Umlaufkapital (Grünland)	DM	164						200	200	200	200													
Umfang Ist-Betrieb	ha																							

1) = Arbeitsbedarf auf Blatt (DEGRESS), nicht-lineare Ansätze eintragen.

2) = %-Anteil von Grüngut 1,2 und 3 an Sommerfütterperiode.

Abbildung 28: Planungssatz nach EGLOFF und SCHILLING (13)

Praxis kann man sich auf Exaktversuche oder auf großangelegte, statistisch ausgewertete Erhebungen, wie sie im ersten Teil der vorliegenden Arbeit angeführt wurden, nur bis zu einem gewissen Grad stützen. Wegen der in unseren Grünlandgebieten sehr unterschiedlichen Verhältnisse ist man hauptsächlich auf Schätzungen angewiesen. Wie aber noch zu zeigen sein wird, besteht im Zuge der Planung die Möglichkeit, die Ausgangsdaten einer entsprechenden Kontrolle zu unterziehen (siehe S.93).

4.312 Futterwerbung

Aus den allgemeinen Erläuterungen zur Matrixtechnik geht hervor, daß die vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten der Futterwerbung nur dann der Optimierung überlassen werden können, wenn auf eine präzise Beachtung der produktionstechnischen Gegebenheiten verzichtet wird.

4.3121 Weidenutzung

Für die Weidenutzung wurde in der Standardmatrix (siehe Abb.27) folgender Ansatz gewählt:

Der Anspruch an Weidefutter von seiten der einzelnen Viehhaltungsaktivitäten wird nicht wie bei JÖCKEL (siehe Abb.15) in den Futterlieferungszeilen direkt gestellt, sondern, wie bei SKOMROCH, RIEBE und ALVENSLEBEN (siehe Abb.16, 17, 18), über eigene Transferaktivitäten (und zwar getrennt für Kühe und sonstige Rinder). Ferner ist wie bei ALVENSLEBEN und auch bei EGLOFF und SCHILLING (Abb.28) für alle Perioden nur eine einzige und nicht wie bei SKOMROCH und RIEBE für jede Periode eine eigene Aktivität vorgesehen.

Im Hinblick auf die bei der Weidenutzung zu beachtenden Gesichtspunkte (siehe S.39 ff.) sind folgende Eigenschaften dieses Ansatzes hervorzuheben:

- a) Die Weidenutzung kann periodenspezifisch erfaßt werden, d.h., es ist gewährleistet, daß im Zug der Optimierung auf die im Verlauf der Vegetationsperiode unterschiedlichen Gegebenheiten geachtet wird. Für die Kühe kann in der Regel ein im Verlauf der Vegetationsperiode konstanter Weidebedarf unterstellt werden: siehe Aktivität "Weide Kühe" (Aktivität 17) Zeilen 22-24. Die Koeffizienten der Aktivität "Weide sonst.Tiere" (Aktivität 18) Zeilen 22-24 sind zumeist auf den periodenspezifischen Weidebedarf der Kalbinnen abzustimmen (siehe dazu Abb.21: Aktivität 3, Zeilen 1 und 2; S.48).

Spielen jedoch bei einer Planung noch andere Viehhaltungsaktivitäten eine wesentliche Rolle, dann müssen weitere Weidenutzungsaktivitäten eingeführt werden.

Häufig ist auch zu berücksichtigen, daß einzelne "Viehhaltungsaktivitäten" nicht nur auf dem Heimgut, sondern auch auf der Alm weiden. In diesem Fall ist der vorliegende Ansatz in folgender Weise zu handhaben:

Abbildung 29: Ausschnitt aus der Standardmatrix (vgl. Abb. 27)

Spalten Nr.			6	8	16	17	18	27	28
Zeilen Nr.		Einh.	Futtererzeugung			Futterwerbung		Rinderhaltung	
			Grünland1 nicht weidef.	weide- fähig	Grün- land6	Weidegang: Kühe	sonst. Tiere	Kuh	Kalbin.
			ha	ha	ha	100dz	100dz	1Kuh	1Kalbin
22	Grünmasse brutto Per. 1	dz	- dz	- dz		33	50		
23	Grünmasse brutto Per. 2	dz	- dz	- dz		33	/		
24	Grünmasse brutto Per. 3	dz	- dz	- dz		34	50		
26	Weide insgesamt max.	dz		- dz		100	100		
27	davon Kühe max.	dz		- dz		100			
28	davon s. Tiere max.	dz		- dz			100		
29	Sommerfutter f. Kühe	KSTE				- KSTE		KSTE	
30	Sommerfutter f. sonst. Tiere	KSTE			- KSTE		- KSTE		KSTE
31	davon Almweide	KSTE			- KSTE				KSTE

Weil die Futterlieferung von der Alm, wie schon früher besprochen, direkt in die Futterbedarfszeilen einmündet, darf für die Periode, in der gealpt wird (Zeile 23), in die Weidenutzungsaktivität kein Wert eingetragen werden. In dem obigen Beispiel ist unterstellt, daß

die Kalbinnen in der 2.Periode gealpt werden, wobei sich die Alp-
periode mit der 2.Periode genau deckt. Durch entsprechende Koeffi-
zienten in den Zeilen 22, 23, 24 kann man aber allen in der Praxis
anzutreffenden Möglichkeiten gerecht werden.

- b) Die sich im Verlauf der Vegetationsperiode ändernden Nährstoffwerte
können, ebenso wie die Verluste, der Realität entsprechend berücksich-
tigt werden. Dabei ist die Erfassung der Veränderungen im Nährstoff-
wert bei Planungen für die Praxis eher von theoretischer Bedeutung,
weil ja der Ertragsverlauf als solcher in der Regel nur geschätzt
werden kann. In jenen Fällen aber, wo der Ertragsverlauf genau bekannt
ist bzw. wo man Serienrechnungen mit einer ganz speziellen Fragestellung
durchführt, kann diese Möglichkeit von Bedeutung sein.

Dagegen muß der Unterscheidung der Verluste bei einzelnen Werbungs-
und Konservierungsverfahren bzw. bei Kuh- und Jungviehweiden auch bei
der Planung in der Praxis von vornherein besondere Beachtung geschenkt
werden.

- c) Die verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten einzelner Teilstücke (Beweidung
durch Kühe und Jungvieh, durch Kühe allein oder durch Jungvieh allein)
können ohne erheblichen Matrixaufwand berücksichtigt werden (siehe S.60 u.61).
- d) Auch zur Beachtung der produktionstechnischen Erfordernisse bezüglich
der Mindestwinterfutterwerbung ist, wie bereits gezeigt wurde (siehe
S. 60), kein besonderer Matrixaufwand erforderlich. Der maximale Weide-
anteil wird gleichzeitig mit den verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten
(Punkt c) festgelegt. Durch die Zeilen 26-28 der Abbildung 27 ~~was~~ jedoch
noch nicht sichergestellt, daß tatsächlich nur von den als Weide vorge-
sehenen Flächen Weidefutter entnommen wird. An Hand der Abbildung 30, S.66
wird auf dieses Problem näher eingegangen.

Abbildung 30: Ausschnitt aus der Standardmatrix (vgl. Abb. 27)

Zeile Nr.	Spalte Nr.	6		8	17	21	22	23	27	32
		Futtererzeugung			Futterwerbung u. -bereitung			Rinder-	Transfer	
		Grünland 1 nicht weidef.		weide- fähig	Weide kühe	Heu Per. 1 Per. 2 Per. 3			Kuh	Heu
		Einh.	ha	ha	100 dz	100 dz	100 dz	100 dz	1 Kuh	dz
22	Grünmasse brutto Per. 1	dz	-120	-120	33	100				
23	Grünmasse brutto Per. 2	dz	-100	-100	33		100			
24	Grünmasse brutto Per. 3	dz	-50	-50	34			100		-dz
25	Weide Per. 3 max.	dz		(-50)	(34)					(-dz)
26	Weide insgesamt max.	dz		-162 ⁺⁾	100					
29	Sommerfutter f. kühe	KSTE			-KSTE				KSTE	
32	Rauh-u.-Safffutter	KSTE				-KSTE	-KSTE	-KSTE	KSTE	KSTE
33	davon Heu	KSTE				-KSTE	-KSTE	-KSTE	KSTE	KSTE

+) 162 = 60 % von 270 (= 120 + 100 + 50)

Wäre beispielsweise das Niveau der Aktivitäten 6 und 8 jeweils maximal 1 ha, dann würde im Verlauf des Rechenganges von seiten der Futterlieferung als erstes die Beschränkungsgleichung 26 (Weide insgesamt max) wirksam werden. (Die Beschränkungsgleichung 25 - Weide max. 3. Periode - wird dabei vorerst aus der Betrachtung ausgeschieden!) Das bedeutet aber, daß in diesem Fall der Weidebedarf in der futterknappen 3. Periode z.T. auch von der Aktivität 6, die für die Weidenutzung an sich nicht in Frage kommt, gedeckt werden kann. Liegt also dieser Fall vor, dann ergeben sich folgende zwei Möglichkeiten:

- Es wird toleriert, daß auch von der Aktivität 6 "Weide" entnommen wird: In der Praxis wird der letzte Aufwuchs auf sogenannten Mähwiesen tatsächlich häufig über eine Nachweide genutzt, weil dieses Futter für eine Konservierung nicht mehr in Frage kommt. (Am Rande sei in diesem Zusammenhang auf den Vorteil der Formulierung von drei Perioden gegenüber den zwei Perioden bei RIEBE: S. 17 hingewiesen)
- Ist aber durch die Aktivität 6 eine solche Grünlandfläche definiert, die ausschließlich durch Schnitt genutzt werden kann, dann muß die Beschränkungsgleichung 25 eingeführt werden. Dadurch kann die Aktivität 17

(Weide Kühe) maximal das Niveau 1,47 (= 50 : 34), gegenüber 1,62 im ersteren Fall, annehmen. In der Regel ist es aber unrealistisch, wenn sich der Viehbesatz bzw. die Organisation der Rinderhaltung nach der Periode mit der knappsten Futtermittellieferung ausrichtet, Aus diesem Grund wurde auch in der Standardmatrix, ebenso wie bei JÖCKEL (Abb. 15), SKOMROCH (Abb. 16), RIEBE (Abb. 17) und EGLOFF und SCHILLING (Abb. 28) ein "Ventil" vorgesehen: Durch eine Transferaktivität (Aktivität 32) wird eine zusätzliche Fütterung von Heu (bzw. die Substitution von Weide durch Heu) in der letzten Weideperiode ermöglicht. (Heu-, Silage- oder Kraftfuttermittellieferungen, die zusätzlich zur Weide von vornherein vorgesehen sind, werden in den Zeilen 32-46 erfaßt.) Wenn im gegebenen Fall nicht Heu, sondern Silage oder Kraftfutter zusätzlich verabreicht werden sollen, müßten dafür eigene Aktivitäten eingeführt werden. In speziellen Fällen wäre diese Substitution von Weide entsprechend zu begrenzen.

4.3122 Schnittnutzung

Die Ansatztechnik zur Erfassung der Schnittnutzung ist durch die Futterlieferungsaktivitäten einerseits und die Viehhaltungsaktivitäten andererseits bereits weitestgehend festgelegt:

Es müssen für jedes in Frage kommende Werbungs- und Konservierungsverfahren eigene Transferaktivitäten definiert werden (Abb. 27, Spalten 19-26), die den Bruttoertrag (dz Grünmasse) in den einzelnen Perioden aufnehmen (Zeilen 22-24) und die Inhaltsstoffe (KSTE) abzüglich der Verluste an die Viehhaltung liefern.

Der kritische Punkt dieser Formulierung, nämlich die Unterstellung linearer Beziehungen zwischen Futteranfall und Arbeitsbedarf für die Futterwerbung, wurde im Zuge der allgemeinen Überlegungen zur Matrixtechnik (siehe S. 54) ausführlich behandelt.

Bezüglich der Handhabung dieses Ansatzes in der Praxis ist folgendes anzumerken:

- a) Sind auf einem Betrieb für die einzelnen Werbungs- und Konservierungsverfahren jeweils mehrere Techniken in Erwägung zu ziehen, dann müssen weitere "Werbungsaktivitäten" eingeführt werden. Außerdem sind zusätzliche Gleichungen erforderlich, um der unterschiedlichen Witterungsempfindlichkeit der einzelnen Verfahren Rechnung zu tragen.

ZAPF (83) zeigt sogar eine Formulierung für den Fall auf, daß Heu u.U. nicht zeitgerecht geworben werden kann und dadurch ein höherer Arbeitsbedarf und höhere Verluste entstehen. Auf diese letzten Feinheiten wird jedoch bei Massenplanungen für die Praxis angesichts des damit verbundenen Aufwandes und der Datenunsicherheit verzichtet. Dort ist auch zwischen einzelnen Techniken nur dann zu unterscheiden, wenn tatsächlich erhebliche Unterschiede im Arbeitsbedarf und/oder in den Spezialkosten und/oder in den Verlusten bestehen (z.B. zwischen Reutertrocknung und Bodentrocknung). Selbst in diesen Fällen ist es u.U. angebracht, die Auswahl nicht der Optimierung zu überlassen, sondern in einer zusätzlichen Gleichung festzulegen, in welchem Verhältnis die einzelnen Techniken in die Lösung kommen können. Beispielsweise kann bezüglich der Heubereitung auf Grund langjähriger Erfahrungen zumeist angegeben werden, welcher prozentuelle Anteil bei durchschnittlichen Witterungsbedingungen auf die sehr arbeitsaufwendige Reutertrocknung entfällt. Vielfach steht auch schon von vornherein fest, daß auf einer bestimmten Fläche wegen der Hangneigung nur Handarbeit in Frage kommt. In der Regel ist aber auf solchen Flächen auch die Nutzung vorgegeben (siehe Abb.27, Spalte 14). Hier werden früheren Ausführungen zufolge der Arbeitsbedarf und die Spezialkosten jedoch ohnehin der Futterlieferungsaktivität direkt angelastet, sodaß eine Differenzierung der Verfahren keine weiteren Schwierigkeiten bereitet.

- b) Ein besonderes Problem bei der Handhabung dieses Ansatzes in der Praxis ergibt sich aus den Wechselbeziehungen zwischen den Perioden und den arbeitswirtschaftlichen Zeitspannen: Durch die Aufteilung des Futteranfalls auf mehrere Perioden und die Einführung je einer Werbungsaktivität pro Periode ist die Anzahl der Schnittnutzungen formulierungstechnisch noch nicht festgelegt. Dies soll mit Hilfe der Abbildungen veranschaulicht werden.

Abbildung 31

Zeilen-Nr.	Spalten Nr.	Einh.	1	2	3	4
			Grünland	Schnittnutzung		
				Per. 1	Per. 2	Per. 3
1	Grünmasse brutto Per.1	dz	-dz	dz		
2	Grünmasse brutto Per.2	dz	-dz		dz	
3	Grünmasse brutto Per.3	dz	-dz			dz
4	Zeitspanne 1	AKH		AKH		
5	Zeitspanne 2	AKH			AKH	
6	Zeitspanne 3	AKH				AKH

Abbildung 32

Zeilen-Nr.	Spalten Nr.	Einh.	1	2	3	4
			Grünland	Schnittnutzung		
				Per. 1	Per. 2	Per. 3
1	Grünmasse brutto Per.1	dz	-dz	dz		
2	Grünmasse brutto Per.2	dz	-dz		dz	
3	Grünmasse brutto Per.3	dz	-dz			dz
4	Zeitspanne 1	AKH				
5	Zeitspanne 2	AKH		AKH	AKH	
6	Zeitspanne 3	AKH				AKH

Durch die entsprechende Eintragung der Arbeitsbedarfswerte wird nach Abbildung 31 der Futteranfall auf drei Nutzungen und nach Abbildung 32 auf zwei Nutzungen bzw. Schnitte verteilt. (Ob dies produktionstechnisch möglich oder sinnvoll ist, steht hier nicht zur Diskussion.) Die Anzahl der Schnitte kann aber nur dann über die arbeitswirtschaftlichen Koeffizienten gesteuert werden, wenn auf dem Betrieb nur eine einheitliche Grünlandfläche vorliegt. Sind jedoch im Planungsansatz verschiedene Grünlandflächen mit einer unterschiedlichen Anzahl von Schnittnutzungen zu behandeln, dann besteht formulierungstechnisch nur die Möglichkeit, dies bereits bei der Eintragung des Futteranfalls zu beachten. Es wät beispielsweise unrealistisch, einen Gesamtfutteranfall von 140 dz Grünmasse auf drei Schnittnutzungen zu verteilen. Der Aufwuchs wäre zwar folgenderweise festzuhalten: 1. Periode: 60 dz, 2. Periode: 50 dz, 3. Periode: 30 dz, doch könnte das Futter auf Grund seines Entwicklungszustandes erst in der

2. Zeitspanne geworben werden. Da nur die 2. Zeitspanne mit der 2. Periode korrespondiert, ist der Futteranfall (60 dz + 50 dz) in diese Periode einzutragen (siehe Abb. 33 Grünland 2):

Abbildung 33

Spalten Nr.			1	2	3	4	5
Zeilen Nr.			Grün- Land 1	Grün- Land 2	Schnittnutzung		
		Einh.	ha	ha	Per. 1	Per. 2	Per. 3
					100 dz	100 dz	100 dz
1	Grünmasse brutto Per. 1	dz	-120		100		
2	Grünmasse brutto Per. 2	dz	-100	-110		100	
3	Grünmasse brutto Per. 3	dz	-50	-30			100
4	Zeitspanne 1	AKH			AKH		
5	Zeitspanne 2	AKH				AKH	
6	Zeitspanne 3	AKH					AKH

Es sei nun angenommen, das Grünland 2 könnte bis zu einem Ertrag von 300 dz Grünmasse (1. Periode: 130 dz, 2. Periode: 110 dz, 3. Periode: 60 dz) intensiviert werden, wobei aber naturgemäß ein Übergang von der 2-Schnittnutzung zur 3-Schnittnutzung erforderlich wäre. Für die endogene Ermittlung der optimalen speziellen Intensität kann in diesem Fall nicht die in der Standardmatrix vorgesehene Formulierung nach ZAPF (siehe S. 38 und 60) verwendet werden:

Abbildung 34

Spalten Nr.		1	2	3	4	5	6	
Zeilen Nr.		Grünland 1	Grünland 2		Schnittnutzung			Rechte Seite
			extensiv	intensiv	Per.1	Per.2	Per.3	
	Einh.	ha	ha	ha	100 dz	100 dz	100 dz	
1	Grünland 1	ha	1					ha
2	Grünland 2	ha		1				ha
3	Intensivierung Grünland 2	ha		-1	1			0
4	Grünmasse brutto Per. 1	dz	-120		-130	100		0
5	Grünmasse brutto Per. 2	dz	-100	-110			100	0
6	Grünmasse brutto Per. 3	dz	-50	-30	-30			100
7	Zeitspanne 1	AKH				AKH		0
8	Zeitspanne 2	AKH					AKH	0
9	Zeitspanne 3	AKH						AKH

Die Aufteilung des Futteranfalls auf die einzelnen Perioden würde bei Anwendung dieser Formulierungstechnik nur für die beiden extremen Intensivierungsstufen der Realität entsprechen. Kommen beispielsweise die Aktivitäten 2 und 3 mit dem gleichen Niveau in die Lösung, dann bedeutet dies eine volle Intensivierung von Grünland 2. Es ergibt sich folgende Ertragsverteilung: 1. Periode: 130 dz, 2. Periode: 110 dz, 3. Periode: 60 dz. Ist jedoch das Niveau der Aktivität 3 in der Lösung beispielsweise nur halb so hoch wie jenes der Aktivität 2, dann ergibt sich eine unrealistische Ertragsverteilung: 1. Periode: 65 dz, 2. Periode: 110 dz, 3. Periode: 45 dz.

Zur Ermittlung der optimalen Intensität muß also in diesem Spezialfall der weniger elegante und in bezug auf die Ergebnisinterpretation weniger vorteilhafte Weg beschritten werden (siehe S. 38):

Abbildung 35

Zeilen Nr.	Spalten Nr.							Rechte Seite
		1	2	3	4	5	6	
		Grünland 1	Grünland 2		Schnittnutzung			
Einh.	ha	ha	ha	Per. 1	Per. 2	Per. 3		
		ha	ha	ha	100dz	100dz	100dz	
1	Grünland 1	ha	1					ha
2	Grünland 2	ha		1	1			ha
3	Grünmasse brutto Per. 1	dz	-120		-130	100		0
4	Grünmasse brutto Per. 2	dz	-100	-110	-110		100	0
5	Grünmasse brutto Per. 3	dz	-50	-30	-60			100
6	Zeitspanne 1	AKH				AKH		0
7	Zeitspanne 2	AKH					AKH	0
8	Zeitspanne 3	AKH						AKH

4.313 Fütterung

Wie sich aus den allgemeinen Überlegungen zur Matrixtechnik ergab (siehe S. 55), kann der freien Gestaltung der Futterrationen kein allzu großer Spielraum gegeben werden. Demnach wurde für die Standardmatrix eine Formulierung gewählt (siehe Abb.27), die folgenderweise gehandhabt wird:

Zunächst sind die Komponenten

- Sommerfutter insgesamt (Weide, Grünfutter),
- Rauh- und Saftfutter insgesamt (Heu, Silage) und
- Kraftfutter

festzulegen. Innerhalb und zwischen diesen Komponenten kann ein kleiner Spielraum offengehalten werden.

So ist beispielsweise über die Aktivität "Heutransfer" (Spalte.32), wie schon früher erläutert (siehe S.67), eine Substitution von Sommerfutter durch Heu möglich. Dies ist jedenfalls in der Standardmatrix vorgesehen. Wäre in speziellen Planungsfällen darüber hinaus auch die Möglichkeit eines teilweisen Austausches von Sommerfutter durch Silage, durch Kraftfutter oder durch eine bestimmte Kombination von Heu, Silage und Kraft-

futter etc. offenzuhalten, dann müßten dafür zusätzliche Aktivitäten eingeführt werden. Diese Substitutionsmöglichkeiten wären gegebenenfalls auch durch zusätzliche Gleichungen zu begrenzen.

Innerhalb der Komponente Rau- und Saftfutter kann zwischen der Hau- und Silagegabe trotz Nichtbeachtung der Trockensubstanz und Eiweißwerte ebenfalls ein kleiner Spielraum gegeben werden. Diese Möglichkeit ist allerdings auf reine Grünlandbetriebe beschränkt.

Auch in der Zusammensetzung der Kraftfuttergabe ist je nach Planungsfall eine bestimmte Wahlmöglichkeit offenzuhalten. Die einzelnen Komponenten (diverse Getreidearten, Mais, etc.) werden über Transferaktivitäten jeweils in eine "Summenzeile" (Zeile 37) geliefert und können dann in einer weiteren Gleichung den Umständen entsprechend nach oben oder unten begrenzt werden.

Eiweißfuttermittel und etwaige Fertigfuttermittel werden gesondert erfaßt. Ist in einem Planungsfall die Frage zu beantworten, ob günstigerweise mit Fertigfuttermitteln oder mit eigenen Futtermischungen gearbeitet werden soll, dann müssen für jede in Frage kommende Alternative eigene Viehhaltungsaktivitäten definiert werden (siehe dazu S.57). Diese Vorgangsweise bietet sich auch dann an, wenn sich die in Grünlandbetrieben sehr häufige Frage nach dem günstigsten Abkalbetermin stellt.

4.32 Sonstige Bereiche der Standardmatrix

Eine Behandlung jener Bereiche der Standardmatrix, die zu den Problemen des Dauergrünlandes nicht unmittelbar in Beziehung stehen, ist im Rahmen dieser Arbeit nur insoweit vorgesehen, als es gilt, Formulierungstechniken in bezug auf eine arbeitsparende und zweckmäßige Handhabung der linearen Programmierung in der Praxis aufzuzeigen. In dieser Hinsicht treten bei den verschiedenen in der Literatur beschriebenen Ansätzen erhebliche Unterschiede auf. Die Schwierigkeit, die bei der Diskussion der grünland-spezifischen Ansätze immer wieder im Vordergrund stand, nämlich eine möglichst präzise Erfassung der Realität ohne daß Vorentscheidungen getroffen werden, ist hier - wenn man vom Investitions- und Finanzierungsbereich ab- sieht - nicht in dem Maße gegeben.

				Tier-	Sommer-	entlohnte AK		außerlandw.		nichtständige AK			nicht produ-	verfügbare Tage		AKh je AK	RHS
				haltung	futter-	ständig	zeitw.	Tätigkeit	ständig	zeitw.	in	HH	HE	...	gebundene	in Zeitspannen	
				XXXXXX	XXXXX	LOHNAKS	LOHNAKZ	NLANDS	NLANDZ	NSTAK	NSTAK	NSTAK	FIX	VIEHARB	FUARB	AK	
										HHH	HHA	AKH.					
nicht entlohnte AK ständig	AK	144	L			-1		1								1	AK
entlohnte AK ständ.	AK	145	L			1											AK
" " " zeitw.	AK	146	L				1										AK
außerlandw. Tätig- keit ständig	AK	147	L					1									AK
außerlandw. Tätig- keit zeitweise	AK	148	L						1								AK
Net.AK in HH ver- fügbar	AKh	149	L							1							AKh
" " " HE "	AKh	150	L								1						AKh
" " " .. "	AKh	151	L									1					AKh
FB	AKh	152	L				-AKh		AKh				AKh	Tage 1)	Tage 2)	-AKh	0
HH	AKh	153	L				-AKh		AKh	-1			AKh	Tage 1)	Tage 2)	-AKh	0
GE	AKh	154	L				-AKh		AKh				AKh	Tage 1)	Tage 2)	-AKh	0
" , davon SG	AKh	155	L				-AKh		AKh				AKh	Tage 1)	Tage 2)	-AKh	0
HE	AKh	156	L				-AKh		AKh		-1		AKh	Tage 1)	Tage 2)	-AKh	0
...	AKh	157	L				-AKh		AKh				AKh	Tage 1)	Tage 2)	-AKh	0
Jahr insgesamt	AKh	158	L	AKh			-AKh		AKh	-1	-1	-1	AKh	365	Tage 3)	-2400	0
Net.AK in HH mög- lich	AKh	159	L							1							0
" " " HE "	AKh	160	L								1						0
" " " .. "	AKh	161	L									1					0
tägl. Vieharbeiten	AK- min	162	L	AKmin										-60			0
tägl. Sommerfutter- werbung	AK- min	163	L		AKmin										-60		
FIX		177	E										1				1
sonst. Einnahmen der Unternehmng.	DM	178	L					-DM	-DM								
Deckungsbeitragsz.	DM	200	L			DM	DM			DM	DM	DM					-0,1

1) verfügbare Tage je Zeitspanne

2) verfügbare Tage je Zeitspanne, soweit sie in die Sommer-
fütterperiode fallen

3) Summe der Tage der Sommerfütterperiode

4.321 Arbeitswirtschaft

Ein im Hinblick auf die Handhabung besonders günstiger Ansatz findet sich bei EGLOFF und SCHILLING (13, S.40): Abb.36.

Dieser Ansatz bietet beim Einsatz der linearen Programmierung in der Beratungspraxis eine Reihe von Vorteilen, ohne daß dabei Qualität in bezug auf den Ergebniswert verloren geht:

- Der Arbeitsbedarf für die Viehhaltung wird nicht, wie üblich, in Stunden pro Zeitspanne, sondern in Minuten pro Tier und Tag erfaßt. Die Umrechnung erfolgt automatisch über die Aktivitäten "VIEHARB" und "FUARB". Damit wird die Handhabung der Standardmatrix, im speziellen die Anpassung der Standardmatrix bzw. der Gruppenmatrix (siehe S.58) an betriebsspezifische Daten wesentlich erleichtert. Besonders vorteilhaft ist diese Formulierung dann, wenn bei einer Betriebsplanung verschiedene Um- oder Neubauten, oder auch verschiedene Arbeitsverfahren in der Innenwirtschaft auf ihre Rentabilität hin geprüft werden sollen. Über die "Umrechnungsaktivitäten" VIEHARB und FUARB erhält man gleichzeitig eine Information über den täglichen Gesamtarbeitsbedarf für die Viehhaltung. (Niveau der Aktivitäten in der Lösung = täglicher Arbeitsbedarf in Stunden.) Wie eigene Erfahrungen zeigten, kommt dieser Information bei Planungen in der Praxis eine sehr wesentliche Bedeutung zu. Bei der Gegenüberstellung verschiedener Planungsalternativen wird häufig neben dem jeweils zu erzielenden Gesamtdeckungsbeitrag der tägliche Arbeitsaufwand für die Viehhaltung als Entscheidungskriterium wirksam.

Noch bedeutsamer wird diese "Kennzahl" bei der Planung von Nebenerwerbsbetrieben. Dort muß sich eine anzustrebende Betriebsorganisation u.U. sogar in der Hauptsache danach richten, wieviel Zeit täglich für die Stallarbeit erübrigt werden kann.

Die gesonderte Erfassung des Arbeitsaufwandes für die Viehhaltung ist auch zur Überprüfung der Wirtschaftlichkeit der Einstellung eines Melkers von besonderem Vorteil. Mit einem geringen Mehraufwand an Zeilen kann das Arbeitspotential eines Melkers dem Arbeitsaufwand in der Viehhaltung unmittelbar gegenübergestellt werden. Auf das Problem der Ganzzahligkeit, das in diesem Zusammenhang auftaucht, wird später (S. 87) eingegangen. Ebenso wird die Formulierungstechnik zur Berücksichtigung von Arbeitsbedarfsdegressionen erst später behandelt.

- Auch der Arbeitsvorrat wird in dieser Formulierung nicht wie üblich in der 'Rechten Seite', sondern über Transferaktivitäten angeboten: siehe Aktivität "AKh je AK in Zeitspannen". Dadurch wird die Handhabung der Matrix ebenfalls erleichtert. Soll beispielsweise die Betriebsorganisation bei verschiedenen Kapazitäten an Arbeitskräften untersucht werden, so braucht man jeweils nur einen Koeffizienten zu ändern. Auch für eine Parametrisierung des Arbeitspotentials eines Betriebes ist diese Formulierung sehr vorteilhaft.

Dieser Ansatz nach EGLOFF und SCHILLING wurde mit folgenden kleinen Abänderungen in die Standardmatrix übernommen:

Abbildung 37

Spalten Nr.			1	2	3	4
Zeilen Nr.			Tier- haltung	Verfügbare Tage Sommer	Winter	AKH je AK
			Stück	h/tag	h/tag	AK
1	tägl. Vieharb. Sommer	E	AK min	-60		
2	tägl. Vieharb. Winter	E	AK min		-60	
3	Zeitspanne 1	L		Tage	(Tage)	-AKH
4	Zeitspanne 2	L		Tage		-AKH
5	Zeitspanne 3	L		Tage		-AKH
6	AKH im Jahr insges.	N		Tage ⁺⁾	Tage ⁺⁺⁾	

+) Anzahl der Tage in der Sommerfütterperiode

++) Anzahl der Tage in der Winterfütterperiode

- a) Die tägliche Vieharbeit wird getrennt nach Winter- und Sommerfütterung erfaßt, damit auch solche Fälle berücksichtigt werden können, in denen eine oder mehrere begrenzende Zeitspannen teilweise oder zur Gänze in die Winterfütterperiode fallen. (Bei EGLOFF wird von vornherein angenommen, daß sämtliche Zeitspannen in der Sommerfütterperiode liegen.)

b) Es wird zwar auf die Begrenzung, nicht aber auf die Erfassung des Arbeitsbedarfes im Jahr insgesamt verzichtet (siehe Zeile 6, N-Zeile). Dieser Wert stellt wiederum eine sehr wesentliche Information für den Vergleich einzelner Alternativpläne dar.

4.322 Fruchtfolgebedingungen

Auch für diesen Matrixbereich findet sich bei EGLOFF und SCHILLING eine im Hinblick auf die Handhabung sehr zweckmäßige Formulierung (13, S.30).

Abbildung 38

				Frucht- folge	W.Weizen	S.Gerste	Hafer	Körner- mais
				FRUCHT	WWEIZxx	GERSTxx	HAFERxx	KMAISxx
					ha	ha	ha	ha
Fruchtfolgefläche	ha	70	L	100	-1	-1	-1	-1
Getreide max.	ha	71	L	- %	1	1	1	
Weizen max.	ha	72	L	- %	1			
Gerste und Hafer max.	ha	73	L	- %		1	1	
Körnermais max.	ha	74	L	- %				1
Gründung mind.	ha	75	L	+ %				
Kartoffeln max.	ha	76	L	- %				
Beta-Rüben max.	ha	77	L	- %				
Klee/Luzerne max.	ha	78	L	- %				
Extensivfrucht max.	ha	79	L	- %				

Q.: (13)

Dieser Ansatz vereint die Vorteile von interner und externer Fruchtfolgebegrenzung (13, S.29). Durch die Formulierung einer eigenen Fruchtfolgeaktivität können die einzelnen Begrenzungen direkt in Prozenten der Ackerfläche angegeben werden. Änderungen sind sehr rasch und einfach durchzuführen. In dieser Formulierung sind die Fruchtfolgebegrenzungen auch einer Parametrisierung leicht zugänglich, was bei bestimmten Fragestellungen von Vorteil sein kann.

4.323 Formulierungstechnik zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit von Investitionen

Im Zusammenhang mit der Behandlung von Investitions- und Finanzierungsproblemen treten eine Reihe von Problemen auf, zu deren Lösung komplizierte Techniken entwickelt wurden, die aber für Planungen in der Praxis vorerst nicht in Frage kommen (21, S.72). Hier steht man vor der Alternative, sich entweder mit Kompromißlösungen zu begnügen, oder auf den Einsatz der linearen Programmierung zur Behandlung derartiger Fragen überhaupt zu verzichten. Selbstverständlich ist, wie sich RIEBE ausdrückt, "... eine praktikable Näherungslösung der Formulierung besser als der Verzicht auf Orientierung und Planung überhaupt." (54, S.507).

Bei der Erstellung der Standardmatrix wurde folgende Formulierung nach GURTNER gewählt (21, S.66): Abbildung 39, S.79.

Hier geht es zunächst nur um Gebäudeinvestitionen. (Bei Maschineninvestitionen tritt noch ein zusätzliches Problem auf, weil derartige Investitionsgüter nur in ganzen Einheiten beschafft werden können, während bei Gebäuden eine rechnerische Unterteilung nach bestimmten Stallplatzeinheiten erfolgen kann. In Anwendung des "Separable Programming" bietet sich aber auch für dieses Problem eine praktikable Lösung an. Darauf wird später noch eingegangen. Siehe S.87).

Mit Hilfe dieser Formulierung kann sowohl die Wirtschaftlichkeit als auch die Finanzierbarkeit einer Gebäudeinvestition geprüft werden, wobei weder hinsichtlich des Umfanges der Investition noch hinsichtlich der Finanzierung (Eigenkapital, diverse Kredite) eine Vorentscheidung getroffen werden muß.

Bezüglich der Ermittlung der Wirtschaftlichkeit kommt dieser Ansatz der Wirklichkeit sehr nahe, soweit dies im Rahmen einer statischen Betrachtungsweise überhaupt möglich ist. Zwei Gesichtspunkte sollen diesbezüglich besonders hervorgehoben werden:

- Der Umstand, daß die Kreditlaufzeit in der Regel nicht mit der präliminierten Nutzungsdauer der Gebäude übereinstimmt, kann in den Zielfunktionswerten der Finanzierungsaktivitäten berücksichtigt werden. (Zur Ermittlung dieser Werte: siehe 21, S.66).

Abbildung 39: Formulierungsbeispiel für die Einbeziehung von Investitions- und Finanzierungsaktivitäten in den Planungsansatz nach GURTNER (21)

Zielfunktion →	5000	5000	- 300	- 200	- 640	- 608	- 831	Rechte Seite
Aktivitäten →	Milch- kühe 1 Stk. (min. 10)	Milch- kühe 1 Stk. (max. 50)	Stallbau- 1 Stand- platz f. 10 Stk.	Stallbau- 1 Stand- platz bei 50 Stk.	Eigen- kapital 4 %, 25 J	A I K 3 %, 10 J	Normal- kredit 8 %, 15 J	Kapazitäten
Reihenbezeichnung ↓	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_0
1. Arbeitsbedarf/Kuh und Jahr	150	100						≤ 8500
2. Stallplätze für 10 Stück	1		-1					≤ 0
3. Stallplätze für 11-50 Stück		1		-1				≤ 0
4. Kapitalbedarf			30000	20000	-10000	-9700	-9700	≤ 0
5. AIK-Anteil 60 % des Gesamtk.					-15000	10000	-15000	≤ 0
6. Eigenkapital					10000			≤ 500000
7. Normalkredithöchstgrenze							10000	≤ 200000
8. Kopplungsgleichung	5	1						= 50
9. Kapitaldienstgrenze	5000	5000	-300	-200		-1172	-1168	≥ 100000

- Es kann dem Umstand Rechnung getragen werden, daß sich die Kosten für die Stallplatzeinheit bei zunehmendem Niveau der Investitionsaktivität degressiv verhalten. Diesbezüglich wurde hier der Ansatz von ZAPF (83, S. 94) gewählt. In der Standardmatrix wird dagegen auch in diesem Fall aus später noch zu erwähnenden Gründen das bereits genannte "Separable Programming" eingesetzt.

Zur Überprüfung der Finanzierbarkeit der in Frage kommenden Investition ist die Liquiditätsgleichung (Zeile 9) vorgesehen. Dieser kommt aber nach GURTNER eher theoretische Bedeutung zu: "... im Einzelfall sind oft sehr diffizile Überlegungen hinsichtlich der Verwendung von Abschreibungsbeiträgen bestehender Anlagen, der Berücksichtigung bereits laufender Kredite und deren Restlaufzeit, der Möglichkeit kurzfristiger Einschränkungen der Lebenshaltungskosten u.ä. notwendig." (21,S.70). Aus diesen und aus anderen Gründen (... "Eine Liquiditätsgleichung bewirkt im Planungsmodell eine nicht überschreitbare Begrenzung für die möglichen Kapitaldienstleistungen, während in Wirklichkeit hier eine gewisse Elastizität gegeben ist" 21,S.71) empfiehlt GURTNER, im Rahmen einer LP-Planung eine Investition nur vom Standpunkt der Wirtschaftlichkeit zu beurteilen und Liquiditätsüberlegungen außerhalb des Planungsmodelles anzustellen. In der Standardmatrix wurde auf die Liquiditätsgleichung verzichtet.

4.324 Formulierungstechnik und Handhabung der Standardmatrix in bezug auf methodische Schwächen des LP-Standardmodells

Zur Behebung der Schwächen des LP-Standardmodells wurden eine Reihe von Modellmodifikationen entwickelt (siehe dazu auch S.12). Der für die Handhabung dieser Verfahren erforderliche Aufwand steht aber in keinem sinnvollen Verhältnis zu dem Gewinn an zusätzlicher Information. An das absolute Optimum kommt man auch mit diesen Methoden nicht vollständig heran (S.12). Es gilt also auch hier, einen Kompromiß im Hinblick auf Ergebnis- und Gebrauchswert zu finden.

In der Folge ist aufzuzeigen, daß man bei Planungen in der Praxis bei entsprechender Handhabung des Standardmodells bzw. bei entsprechender Formulierungstechnik unter Verwendung des Zusatzprogrammes "Separable Programming" auf diese Modellmodifikationen verzichten kann. Im einzelnen geht es um die Überwindung folgender methodischer Schwächen:

Prinzip der eindeutigen Erwartungen

Im Standardmodell werden Erträge und Preise als mit Sicherheit feststehende Werte behandelt. Mit Hilfe der stochastischen Programmierung können bezüglich der errechneten Optimallösung simultan Informationen über Gewinnhöhe und Gewinnsicherheit gewonnen werden (47). Die Gewinnsicherheit kann aber auch bei Anwendung des Standardmodells durch Parametrisierung der relevanten Input-Outputkoeffizienten und Zielfunktionswerte in einer für die Praxis durchaus befriedigenden Weise "abgetastet" werden. Bei den Möglichkeiten, die das MPS/360 in der Richtung bietet (16), bedeutet dies nur einen geringfügigen Mehraufwand an Rechenzeit. Der Mehraufwand an Rechenvorbereitung kann sehr gering gehalten werden, wenn die Matrix dementsprechend formuliert wird, d.h. wenn die zu parametrisierenden Werte direkt in Erscheinung treten. Dies erfordert zwar eine weitgehende Disaggregation und damit eine Ausweitung der Matrix, doch steht dieser Nachteil in keinem Verhältnis zu dem Vorteil, der im Hinblick auf die Handhabung erzielt wird.

Prinzip der statischen Betrachtungsweise

Im Zusammenhang mit der Behandlung von Investitions- und Finanzierungsfragen ist bereits angedeutet worden, daß bei einer statischen Betrachtungsweise die Wirklichkeit nur unvollkommen erfaßt werden kann. Strenggenommen wäre eine simultane Betrachtung der Produktion, der Investition und der Finanzierung sowohl in horizontaler, d.h. für eine bestimmte Produktionsperiode, als auch in vertikaler Richtung, d.h. unter Berücksichtigung mehrerer aufeinander folgender Produktionsperioden, notwendig (44, S.129). Damit bestünde theoretisch die Möglichkeit, die Wirkung zukünftiger Datenkonstellationen auf die in der Gegenwart zu treffenden Entscheidungen abzuschätzen und ihren Einfluß bei der Ermittlung des optimalen Anpassungspfadess simultan zu berücksichtigen (58, S.230). Die Interdependenz zwischen Investition und Liquidität wäre nur auf diese Weise in ihrer vollen Bedeutung erfaßt. Es ließe sich der optimale Zeitpunkt des optimalen Investitionsprogramms bestimmen. Der dafür erforderliche dynamische Ansatz ist aber in Hinblick auf die Ansprüche an den Gebrauchswert bei Planungen in der Praxis untragbar und kann dort auch zu keiner entscheidenden Verbesserung des Ergebnisses beitragen. GURTNER gibt in diesem Zusammenhang zu bedenken, daß "... die wirtschaftlichen Veränderungen, der technische Fortschritt,

aber auch sonstige, den Einzelbetrieb berührende Entwicklungen für einen langen Zeitraum auch nicht annähernd abgeschätzt werden können". (21, S.72). Es kann also auf dynamische Ansätze vorerst verzichtet werden, umso mehr, als nach RIEBE "... in der überwiegenden Zahl von betriebswirtschaftlichen Beratungsfällen in der Praxis, die statische Linearplanung mit parametrischer Behandlung des Kapitals und anschließenden manuellen Hilfsrechnungen zu ähnlichen Ergebnissen führen wie die Mehrperiodenplanung" (58, S.230). Das heißt, das Prinzip der statischen Betrachtungsweise kann ebenso wie das Prinzip der eindeutigen Erwartungen allein durch eine zweckmäßige Handhabung des Standardmodells weitestgehend durchbrochen werden, jedenfalls so weit wie es für Planungen in der Praxis erforderlich ist. Das gleiche gilt auch in bezug auf das

Prinzip der Gewinnmaximierung

Dieses kann "... durch entsprechende Nebenbedingungen des Modells viel von seiner scheinbaren Ausschließlichkeit einbüßen. So lassen sich z.B. ohne weiteres gewinnreduzierende Einschränkungen einführen, die subjektive Interessen des Betriebsführers berücksichtigen"(82, S.397).

Linearitätsprinzip

Die der LP zugrunde liegende Annahme linearer Produktions- und Kostenfunktionen hat beim Einsatz dieses Planungsmodells in der Landwirtschaft von Anfang an Schwierigkeiten bereitet. Wie bereits erwähnt, wurden eine Reihe von Ansatztechniken entwickelt, die eine Erfassung von Aufwands- und Leistungsdegressionen oder -progressionen auch im Rahmen des linearen Modells wenigstens näherungsweise ermöglichen. Im deutschen Sprachraum hat ein Formulierungsvorschlag von ZAPF (83) große Verbreitung gefunden. Für die Benutzer des MPS/360 steht aber nun das bereits mehrfach erwähnte "Separable Programming" zur Verfügung (17), mit dessen Hilfe neben den nichtlinearen Beziehungen auch Ganzzahligkeitsbedingungen (wie später noch zu zeigen sein wird) in sehr einfacher Weise berücksichtigt werden können, wobei gleichzeitig einige Nachteile, die der ZAPF-Ansatz mit sich bringt, wegfallen. Dies soll an einem konkreten Beispiel gezeigt werden:

Folgende Degressionen werden unterstellt:

Tabelle 7

Bestandesgröße	S pro Standplatz ^{*)}	S insgesamt	Arbeitsbedarf/Kuh u. Tag
18 Stände	31.033	558.594	19 AK min.
26 "	29.117	757.042	
34 "	28.064	954.176	
42 "	27.335	1.148.070	
50 "	25.817	1.290.850	13 AK min.

*) Q.: Baukosten-Richtwerte (86, S.16)

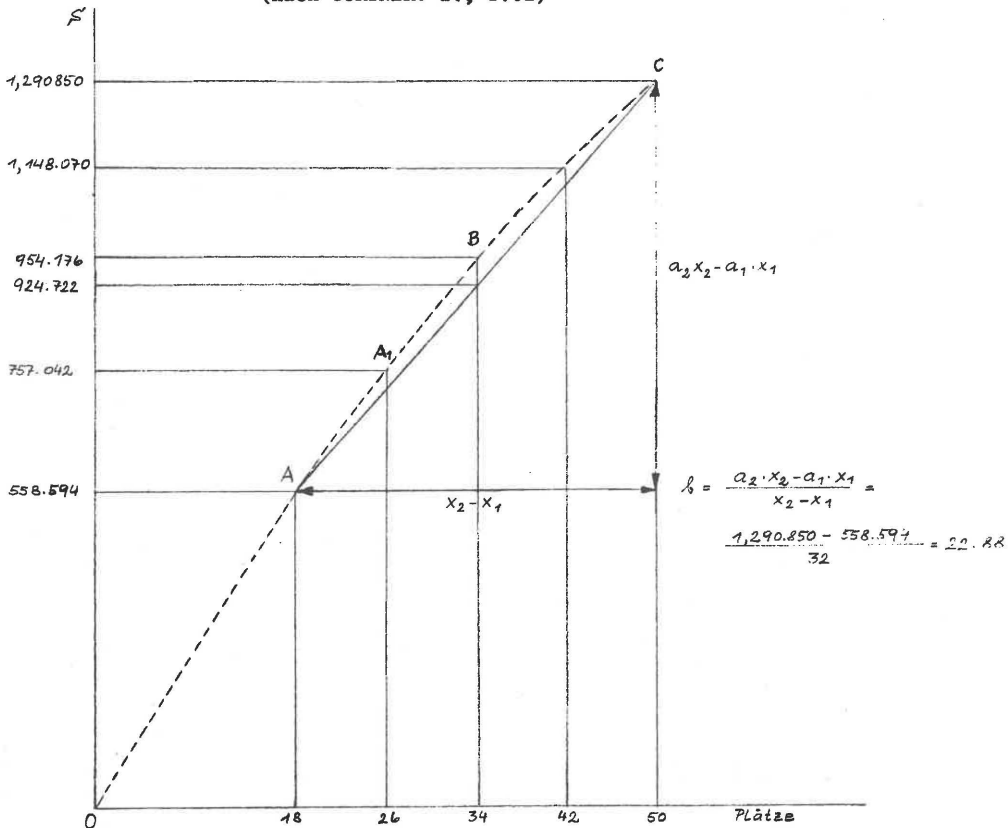
Diese Degressionen können bei Verwendung des "Separable Programming" in folgender Weise in die Matrix eingebaut werden:

Abbildung 40

Zeilen Nr.	Spalten Nr.										Rechte Seite	
		1	2	3	4	5	Spezialvariable		Kapitalbed.			
		Kuh	Stallbau	Eigenkapit.	AIK	Norm. kred.	Arbeitsbed.					
		1Stk.	1Platz	10000	10000	10000						
1	tägl. Vieharb. Sommer	L					19	9,6			0	
2	Stallplätze	L	1	-1							0	
3	Kapitalbedarf	L			-10000	-9700	-9700			31033	22.643	0
4	AIK-Anteil 60%	L			-15000	10000	-15000					0
5	Eigenkapital max.	L			10000							800.000
6	Normalkredit max.	L					10000					200.000
7	Kopplung Spezialvariable Arbeitsbedarf	E	1				-1	-1				0
8	Kopplung Spezialvariable Kapitalbedarf	E		1						-1	-1	0
9	UP-Bound						18		18			
	Zielfunktion	N	S		-640	-608	-831			-310	-230	

Auch bei diesem Ansatz wird die Degression, so wie bei ZAPF, durch lineare Approximation erfaßt. An Hand der Abbildung 41 soll dies für die Baukostendegression näher erläutert werden (analoge Überlegungen gelten für den Arbeitsbedarf):

Abbildung 41: Graphische Darstellung der linearen Approximation sowie Ermittlung des Steigerungsmaßes zwischen 2 Punkten (nach GURTNER: 21, S.62)



Die im Schaubild dargestellte lineare Annäherung an den Kurvenverlauf (zwischen Punkt A und C) wird im obigen Ansatz durch die Formulierung von Subaktivitäten erreicht. Für die ersten 18 Plätze ist der Kapitalbedarf je Platz gleich dem Tangens des Steigungswinkels im Ursprung, also 31.033,- S. Dafür ist im Ansatz die erste Subaktivität (Aktivität 8) vorgesehen.

Kommen aber mehr als 18 Plätze in die Lösung, so ergibt sich, z.B. für 34 Plätze, folgender Wert:

$$\begin{array}{r} \text{Kapitalbedarf für 18 Plätze: } 18 \times 31.033 \text{ S} = 558.594 \text{ S} \\ \text{plus} \quad 16 \times 22.883 \text{ S} = \underline{366.128 \text{ S}} \\ 924.722 \text{ S} \end{array}$$

wobei der Wert 22.883 dem Tangens des Steigungswinkels im Punkt A entspricht ("Knickpunkt" der Geraden).

Übertragen auf den Planungsansatz heißt das: Es muß eine zweite Subaktivität für das Steigungsmaß AC formuliert werden (Aktivität 9). Durch Anwendung des "Separable Programming" ist sichergestellt, daß diese Subaktivität erst dann zum Zug kommen kann, wenn die ungünstige, also die erste Aktivität (Aktivität 8) ihr höchstmögliches, durch UP-Bound (Zeile 9) festgelegtes Niveau erreicht hat. Durch eine Ist-gleich-Bedingung (Zeile 8) wird schließlich erzwungen, daß die Niveaus der Subaktivitäten in Summe dem Niveau der Stallbauaktivität (Aktivität 2) entsprechen.

Soll nun eine genauere Annäherung an den tatsächlichen Kurvenverlauf erreicht werden als es hier gezeigt wurde, dann muß in mehrere Teilabschnitte zerlegt werden. Planungstechnisch ist der Anzahl der Subaktivitäten keine Grenze gesetzt. Für Planungen in der Praxis findet man aber in der Regel mit zwei Approximationspunkten das Auslangen. Dies gilt gerade in Hinblick auf diesen Ansatz, weil hier die beiden Punkte beliebig festgelegt werden können, ohne daß eine Vorentscheidung bezüglich des Umfanges der Investition getroffen werden muß. Ist beispielsweise in einem Planungsfall von vornherein abzusehen, daß zumindest 26 Plätze in die Lösung kommen werden, dann wird man die erste Subaktivität nicht mit 18, sondern mit 26 begrenzen und erzielt damit im Bereich 26-50 eine günstigere Annäherung an die tatsächlichen Werte. Kommen aber dann unerwarteterweise doch nur 18 Plätze zum Zug, so muß man eine relativ große Abweichung in diesem Bereich in Kauf nehmen. Siehe dazu folgende Tabelle:

Tabelle 8: Approximation bei verschiedenen Intervallen

UP-BOUND = 18 ("Knickpunkt" der Geraden in Punkt A₁; siehe Abb.41)

Anzahl der Plätze	K a p i t a l b e d a r f		
	tatsächlich ^{+))}	errechnet	Abweichung
18	558.594	558.594	0
26	757.042	741.658	15.384
34	954.176	924.722	29.454
42	1,148.070	1,107.786	40.284
50	1,290.850	1,290.850	0

UP-BOUND = 26 ("Knickpunkt" der Geraden in Punkt A₁; siehe Abb.41)

Anzahl der Plätze	K a p i t a l b e d a r f		
	tatsächlich ^{+))}	errechnet	Abweichung
18	558.594	525.186	33.408
26	757.042	757.042	0
34	954.176	934.978	19.198
42	1,148.070	1,112.914	35.156
50	1,290.850	1,290.850	0

+) laut Tabelle 7

Die gleichen Werte ergeben sich auch bei Verwendung des Ansatzes von ZAPF, und zwar ebenfalls durch eine Kombination von zwei Aktivitäten, wobei die eine Aktivität in allen Inputkoeffizienten für die Mindestausdehnung (in diesem Beispiel für 18 Plätze) und die zweite Aktivität für die Höchstausdehnung (also für 50 Plätze) definiert ist.

Soll nun auch wie oben der Kapitalbedarf für 34 Plätze ermittelt werden, so müssen folgende zwei Gleichungsbedingungen erfüllt werden:

1. $x_1 + x_2 = 34$

x_1 und x_2 = Niveau der Aktivität 1 und 2

2. $2,8 x_1 + 1 x_2 = 50$

Die Aktivitäten können nur innerhalb eines bestimmten, durch die Approximationspunkte vorgegebenen Rahmens kombiniert werden (2,8 = 50 : 18).

Löst man dieses Gleichungssystem auf, so erhält man für $x_1 = 9$ und für $x_2 = 25$. Diese Werte sind nun mit den entsprechenden Inputkoeffizienten zu multiplizieren:

$$9 \times 31.033 \text{ S (Kapitalbedarf bei 18 Plätzen)} + 25 \times 25.817 \text{ S (Kapitalbedarf bei 50 Plätzen)} = 924.722 \text{ S.}$$

Das Ergebnis ist also in beiden Fällen das gleiche. Beim ZAPF-Ansatz muß aber in Kauf genommen werden, daß der jeweils vorgesehene Mindestumfang in die Optimallösung hineingezwungen wird. Dies ist besonders dann von Nachteil, wenn z.B. im Rahmen von Stallinvestitionsplanungen mehrere Viehhaltungszweige alternativ in Erwägung gezogen werden. "Will man dabei vermeiden, daß alle Viehhaltungszweige gleichzeitig mit dem Mindestbestand in einer Optimallösung enthalten sind, dann müssen mehrere Durchläufe, zumindest mit je einer Viehhaltungsaktivität vorgesehen werden." (21, S.71). Darüber hinaus müßten aber auch noch verschiedene Kombinationsmöglichkeiten geprüft werden. Damit wird der bei Planungen in der Praxis vertretbare Rechenaufwand sicherlich überschritten.

Prinzip der unbegrenzten Teilbarkeit

Bei bestimmten Fragestellungen ist die in der linearen Rechentechnik gegebene unbegrenzte Teilbarkeit von großem Nachteil und erfordert ebenfalls eine Reihe von Alternativrechnungen, damit man zu brauchbaren Ergebnissen gelangt. Man kann sich aber auch hier, wie bereits angedeutet, die Besonderheiten des "Separable Programming" zunutze machen.

Dazu zwei Beispiele:

1. Eine bestimmte Frucht kann nur dann gebaut werden, wenn auch die dafür erforderliche Spezialmaschine (Kaufpreis 60.000 S) angeschafft wird.

Abbildung 42: Der Einsatz des "Separable Programming" zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit von solchen Investitionsgütern, die nur in ganzen Einheiten beschafft werden können. (Anschaffung einer Spezialmaschine)

Spalten Nr.		1	2	3	4	5	
Zeilen Nr.		Ackerfrucht	Spezialvariable		Eigenkapital	Kredit	
	1	Kapitalbedarf	L	60000	-	-10.000	-9.700
	2	Kopplung Spez. var.	E	1	-1		
	3	UP-Bound		1			
		Zielfunktion	N	S		-S	-S

In diesem Ansatz ist sichergestellt, daß die Ackerfrucht bei jeder Ausdehnung ≥ 1 ha mit den gesamten Kapitalkosten der Spezialmaschine belastet wird. Die unbelastete Spezialvariable (Aktivität 3) kann erst dann in die Lösung kommen, wenn die Aktivität 1 das Niveau 1 bereits angenommen hat. Das heißt aber nicht, daß die Aktivität 1 in die Lösung gezwungen wird. SEUSTER (67) stellt dazu ausdrücklich fest, daß beim "Separable Programming" ein aus mehreren Teilen bestehender Prozeß erst dann in das Programm gelangt, wenn er insgesamt im Sinne der Zielfunktion zweckmäßig ist.

Nach SEUSTER besteht das Formulierungsproblem nun darin, die Begrenzung der ersten Spezialvariablen so zu wählen, "... daß dann, wenn der Prozeß überhaupt in die Lösung gelangt, gleich die gesamten Kosten bzw. der gesamte Kapitalbedarf erfaßt werden." SEUSTER empfiehlt, jeweils die geringstmögliche praktische Größenordnung zu wählen. Dieses Problem tritt in dem zweiten Beispiel besonders in Erscheinung.

2. In Abbildung 43 wird eine Formulierungsmöglichkeit unter Benützung des "Separable Programming" zur Prüfung der Wirtschaftlichkeit der Einstellung eines Melkers aufgezeigt. Am Rande sei hier auf den Vorteil der in der Standardmatrix vorgesehenen gesonderten Erfassung des Arbeitsaufwandes für die Viehhaltung hingewiesen (siehe S.75).

Abbildung 43: Der Einsatz des "Separable Programming" zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit der Einstellung eines Melkers

Spalten Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	
Zeilen Nr.		Boden- prod.	Tier- haltg.	verfügbare Tage		AKH je AK	Melker	Spezial- variable		Rechte Seite
	1	ständ. famil.eig. AK	L				1			
2	Melker	L					1			1
3	tägl. Vieharb.	E	AKmin	-60	-60					0
4	Zeitspanne 1	L	AKH	Tage		-AKH				0
5	Zeitspanne 2	L	AKH	Tage		-AKH				0
6	Zeitspanne 3	L	AKH	Tage		-AKH				0
7	AKH im Jahr insg.	M	AKH	Tage	Tage					0
8	Zeitspanne 1	L			Tage		-AKH			0
9	Zeitspanne 2	L			Tage		-AKH			0
10	Zeitspanne 3	L			Tage		-AKH			0
11	Kopplung Spez.var.	E					1	-1	-1	0
12	UP-Bound							x)		
	Zielfunktion	M	S	S					-80000	

x) Siehe Abb. 44

Es ist nun vor der Planung abzuwägen, welche Größenordnung für den UP-Bound gewählt werden soll. Strenggenommen müßte er so festgelegt werden, daß bereits dann die gesamten-Kosten für den Melker anfallen, wenn dieser auch nur eine Stunde im Betrieb arbeitet. Um dies zu veranschaulichen, sei angenommen, die Aktivität "Melker" liefere 200 Stunden pro Zeitspanne:

Abbildung 44

Spalten Nr.		6	7	8	
Zeilen Nr.		Melker	Spezialvariable		Rechte Seite
2	Melker	L 0,005			1
8	Zeitspanne 1	L -1			0
9	Zeitspanne 2	L -1			0
10	Zeitspanne 3	L -1			0
11	Kopplung Spez. var.	E 0,005	-0,005	∅	0
12	UP-Bound		0,005		
	Zielfunktion	N	-80.000	0	

Die Festlegung derartig kleiner Bounds führt aber, ebenso wie der in Abbildung 42 eingeführte UP-Bound 1, im Rechengang zu Schwierigkeiten. Mehrere Tests haben gezeigt, daß solche Barrieren nicht überwunden werden können. Insbesondere SCHNEEBERGER⁺⁾ hat darauf aufmerksam gemacht. Es empfiehlt sich daher, jeweils verschiedene Größenordnungen zu prüfen. In nächster Zukunft ist mit weiteren Veröffentlichungen auf diesem Gebiet zu rechnen.

+) mündliche Mitteilung

4.4 Zur Organisation und zum Ablauf von Betriebsplanungen in der Praxis mit Hilfe der linearen Programmierung

Mit der Erstellung einer Standardmatrix ist eine wesentliche Voraussetzung für den Einsatz der linearen Programmierung in der Beratungspraxis erfüllt. Die Vorteile, die eine Standardmatrix mit sich bringt, kommen aber erst dann richtig zum Tragen, wenn eine Reihe weiterer sachlicher und organisatorischer Voraussetzungen gegeben sind, die eine zweckmäßige und reibungslose Durchführung der gesamten Planungstätigkeit ermöglichen. Die Einführung der linearen Programmierung in die Beratungspraxis stößt nicht zuletzt deshalb immer wieder auf Schwierigkeiten, weil diese Gesichtspunkte zu wenig beachtet werden.

Die Schwierigkeiten beginnen damit, daß in der Regel nur wenige Rechenanlagen zur Verfügung stehen, die den hohen Anforderungen der Rechenprogramme entsprechen. Muß aus diesem Grund auf die heute zur Verfügung stehenden Programme verzichtet werden, so ist der Einsatz derart leistungsfähiger Planungsmethoden von Haus aus in Frage gestellt. Will man aber die wenigen Anlagen nutzen, dann ist zur Überwindung der großen Entfernungen vom Planungsbetrieb zum Rechenzentrum eine Arbeitsteilung zwischen Berater und einem etwaigen Planungszentrum, das mit dem Rechenzentrum in unmittelbarem Kontakt steht, unerlässlich. Eine Planungsabwicklung über den Postweg ist nach in- und ausländischen Erfahrungen von vornherein zum Scheitern verurteilt. Es treten während des Rechnens immer wieder formale und sachliche Flüchtigkeitsfehler auf, die sofort an Ort und Stelle behoben werden müssen, da ansonsten der finanzielle Aufwand untragbar und die gesamte Planungsabwicklung über Gebühr verzögert wird (13, S.55). Eine Arbeitsteilung ist aber auch noch aus folgendem Grund erforderlich:

Wenn auch die Anforderungen an Spezialkenntnisse durch den Einsatz einer Standardmatrix wesentlich herabgesetzt werden können, so ist vom örtlichen Berater dennoch nicht zu verlangen, daß er die gesamte Planung selbständig durchführt. Neben rein matrixtechnischen Kenntnissen sind noch erhebliche programmtechnische Spezialkenntnisse und Erfahrungen nötig, damit ein möglichst hoher Ergebniswert mit einem möglichst geringen Aufwand an Zeit und Geld erzielt werden kann. Vielfach wird sogar eine Arbeitsteilung innerhalb einer Planungszentrale gefordert, da auch die ständigen Weiterentwicklungen in allen Bereichen verfolgt, getestet und in die Praxis übertragen werden müssen (65, S.96).

Die nachfolgende Darstellung des gesamten Planungsablaufes, von der Datenerhebung bis zur Ergebnisinterpretation, soll nun im einzelnen aufzeigen, wie die lineare Programmierung angesichts der in der Praxis vorliegenden Gegebenheiten und Schwierigkeiten in Ausschöpfung der derzeitigen technischen und organisatorischen Möglichkeiten sinnvoll und erfolgversprechend eingesetzt werden kann. Dabei kann bereits auf in- und ausländische Erfahrungen hingewiesen werden.

4.41 Datenaufnahme und Erstellung der Rechenmatrix

Diese Arbeiten können - soweit es sich um Routinefälle handelt - dank der vorliegenden Standardmatrix, von einem örtlichen Berater durchgeführt werden. Ergeben sich besondere Probleme, die über den Rahmen der Standardmatrix hinausgehen (selbstverständlich können in einer Standardmatrix nicht sämtliche Spezialfälle berücksichtigt werden), so ist es zweckmäßig, diese verbal festzuhalten und zur weiteren Behandlung an die Planungszentrale zu übersenden.

Bezüglich der Vorgangsweise bei der Datenerhebung läßt sich keine Norm festlegen, die in allen Fällen gleich gut geeignet ist. Am zeitsparendsten wäre sicherlich die direkte Bearbeitung der Standardmatrix (bzw. der Teilmatrizen - siehe S.57). Dies ist sicherlich aber erst dann möglich, wenn für das betreffende Gebiet eine sogenannte Gruppenmatrix (siehe S.57) und ein sehr reichhaltiger Datenkatalog vorliegen.

4.42 Rechenvorbereitung

Die Rechenvorbereitungen sollten aus Gründen, die zum Teil bereits genannt wurden, in der Planungszentrale erfolgen.

Nach einer Überprüfung der Rechenmatrix auf ihre sachliche und logische Richtigkeit sind die Daten- und Programmkarten zu lochen und zusammenzustellen. Einige Autoren sind der Ansicht, daß die Übertragung der Ausgangsdaten auf konventionelle Lochkarten nur dann zu empfehlen ist, wenn nur einzelne Betriebe zur Programmierung anstehen (65, S.84). Sobald mehrere Betriebe auf einmal gerechnet werden sollen, sei der Einsatz von Belegen und Beleglesern technisch einfacher und kostenmäßig günstiger. Im allgemeinen wird aber nach wie vor die Lochkarte als Datenträger verwendet.

Wenn die Standardmatrix bereits gespeichert ist und für den speziellen Planungsfall nur einzelne Daten geändert werden müssen bzw. neu hinzukommen, ist nach EGLOFF (13) die Verwendung von Lochkarten durchaus zweckmäßig. Die mehrfache Übertragung von Daten (von Erhebungsblättern in die Matrix, von der Matrix auf Lochlisten, von Lochlisten auf die Lochkarte) ist allerdings tunlichst zu vermeiden, und zwar nicht nur wegen des hohen Arbeitsaufwandes, sondern vor allem wegen der nie vollständig zu vermeidenden Übertragungsfehler. Die einfachste Lösung wäre eine direkte Ablochung von der Standardmatrix. Voraussetzung dafür ist, daß die Matrix in eine handliche und übersichtliche Form gebracht wird (siehe Teilmatrizen, Seite 57) und eine dafür geschulte Arbeitskraft zur Verfügung steht.

4.43 Rechnen

Zur Ermittlung brauchbarer Planungsergebnisse sind mehrere "Rechendurchgänge" erforderlich, d.h. es ist bei der eigentlichen Rechnung stufenweise vorzugehen, wobei in der Regel der örtliche Berater und der Betriebsleiter nochmals in den Planungsablauf eingreifen.

Folgende Vorgangsweise hat sich besonders bewährt (13; 69):

1. Stufe: Simulation des Ist-Betriebes

Die Simulation des Ist-Betriebes ("Ist-Betriebsrechnung") ist aus folgenden zwei Gründen besonders wichtig und wertvoll:

- a) sie bietet eine Vergleichsbasis für die Beurteilung des Optimalplanes,
- b) sie ermöglicht die Kontrolle der eingegebenen Daten.

Dieser zweite Gesichtspunkt ist bei Planungen im Grünlandbereich von besonderer Bedeutung, weil dort viel mehr auf Schätzungen zurückgegriffen werden muß als im Ackerbaubereich. Bei den bisher durchgeführten Planungen hat sich beispielsweise gezeigt, daß bezüglich des Futteranfalls in der Regel viel zu optimistische Vorstellungen vorherrschen. Die entsprechenden Werte mußten nach Durchführung der Ist-Betriebsrechnung häufig um nicht weniger als 20 % reduziert werden. Auch die arbeitswirtschaftlichen Daten sind im Grünlandbereich viel schwerer in den Griff zu bekommen als im

Ackerbaubereich.

Darüber hinaus können im Rahmen einer Ist-Betriebsrechnung auch Flüchtigkeitsfehler aufgedeckt werden, die bei der Ermittlung von Optimalplänen u.U. verborgen bleiben.

Auf die matrix- und programmtechnischen Probleme einer solchen Ist-Betriebsrechnung kann hier nicht ausführlich eingegangen werden. Im Prinzip sind in die für die Betriebsoptimierung erstellte Matrix einerseits eine Reihe von "FX-Bounds" einzuführen, andererseits sind eine Reihe von Kleiner-gleich-, Größer-gleich- oder Gleich-Gleichungen in nicht beschränkend wirkende Gleichungen umzuwandeln. Ein auf sämtliche Planungsfälle anzuwendendes Schema kann nicht gegeben werden. Dies ist mit ein Grund, daß ein örtlicher Berater bei der selbständigen Durchführung der gesamten Planung trotz Standardmatrix in der Regel überfordert wird.

2. Stufe: Ermittlung eines Optimalplanes unter den derzeitigen Kapazitäts- und Produktionsbedingungen ("Ist-Betriebsoptimierung")

In vielen Planungsfällen ist die Frage zu prüfen, ob eine Einkommensverbesserung auch ohne Änderung der gegebenen Kapazitäts- und Produktionsbedingungen möglich ist. Interessanterweise hatte ein erheblicher Prozentsatz der bisher durchgerechneten Betriebe das Optimum nahezu erreicht. Dieser etwas überraschende Umstand läßt sich sicherlich dadurch erklären, daß zunächst nur sehr gut geführte Betriebe mit ausgebildeten und sehr aufgeschlossenen Betriebsführern geplant wurden. Ein ähnliches Bild ergab sich beispielsweise bei der Durchführung des Forschungsauftrages in Nordrhein-Westfalen (45). Dort wurden an die 200 Betriebe nach verschiedenen Gesichtspunkten ausgewählt. Nach NEUMANN und SCHÄFERKORDT ging die Differenz zwischen den Deckungsbeiträgen des Ist-Betriebes und denen des "optimierten" Ist-Betriebes im Durchschnitt nicht über 12 % hinaus, wobei aber auch nur die eher besser geführten Betriebe erfaßt wurden.

Ist das Optimum unter den gegebenen Bedingungen bereits erreicht, so bedeutet das keineswegs, daß für solche Betriebe der Einsatz anspruchsvoller Planungsmethoden nicht von Bedeutung wäre. Das Gegenteil ist der Fall. Gerade für solche Betriebe, in denen die gegebenen Kapazitäts- und

Produktionsbedingungen voll ausgenutzt sind, ist die Frage sehr schwierig zu beantworten, in welcher Weise sie mit dem jährlichen Einkommenswachstum in den übrigen Bereichen der Wirtschaft Schritt halten können.

3. Stufe:

Die Ergebnisse der ersten beiden Läufe gehen in der Regel zurück an den Berater bzw. Betriebsleiter. Es sind etwaige Datenänderungen vorzunehmen und zweckmäßigerweise ist erst in diesem Stadium festzulegen, welche Planungsalternativen gerechnet werden sollen.

4. Stufe: Eigentliche Planung; Rechnung verschiedener Planungsalternativen

Bei der Festlegung und Rechnung einzelner Planungsalternativen ist eine Fülle von Gesichtspunkten zu beachten: Einerseits sind die grundsätzlichen Möglichkeiten des Betriebes nach vielen Richtungen hin abzutasten; andererseits ist auch auf die Vorstellungen, Ziele, Neigungen und Fähigkeiten des Betriebsführers einzugehen.

Darüber hinaus müssen die Preisentwicklung, eine mögliche Änderung der Produktionstechnik und der Marktlage etc. im Auge behalten werden. Im Abschnitt 4.324 wurde gezeigt, daß auch derartige Momente in die Planung miteinbezogen werden können, obwohl der linearen Programmierung an sich das "Prinzip der eindeutigen Erwartungen" und das der "statischen Betrachtungsweise" zugrunde liegt.

Wollte man jedoch alle genannten Gesichtspunkte berücksichtigen, würde das zu einer unüberschaubaren Anzahl von Alternativplänen und damit zu untragbaren Rechenkosten führen. In einzelnen Fällen, wo die Planungsergebnisse für Zwecke der Beratung auf breiterer Ebene von Bedeutung sind (4), dürfte dies keine Rolle spielen. Im allgemeinen bleibt es jedoch dem Geschick und der Erfahrung des Beraters und des Planungsspezialisten überlassen, mit einem Minimum an Alternativplänen ein Maximum an Information zu erzielen. Erleichtert wird diese Aufgabe jedoch dadurch, daß nicht in jedem Fall "alles" neu zu planen ist, sondern daß man sich von vornherein auf bestimmte Fragestellungen konzentrieren kann.

Verfügt der Betriebsleiter über ganz konkrete Vorstellungen, dann ist es im Hinblick auf jene Phase des Beratungsvorganges, die von RHEINWALD (52) als "Überzeugungsphase" bezeichnet wird, von nicht zu unterschätzen- dem Wert, wenn auch diese Betriebsleitervorstellung in derselben Weise wie der Ist-Betrieb simuliert wird. Damit kommt man zur Ergebnisinter- pretation.

4.44 Ergebnisinterpretation

Der Erfolg des Einsatzes der linearen Programmierung in der Beratungs- praxis hängt nicht zuletzt davon ab, inwieweit es gelingt, die Planungs- ergebnisse dem Klienten nahezubringen und ihn von der Richtigkeit und Zweckmäßigkeit der einen oder anderen Lösung zu überzeugen (28). Daraus lassen sich folgende zwei Forderungen ableiten:

1. Die Ergebnisse müssen auf solche Weise dargeboten werden, daß sie auch von LP-unkundigen Personen gelesen werden können. Da dies auf den Standardausdruck der linearen Programmierung in der Regel nicht zutrifft, ist eine entsprechende Aufbereitung der Ergebnisse erforder- lich. Das bringt für den Berater einen erheblichen Arbeitsaufwand mit sich. Es ist deshalb sehr wünschenswert, daß diese Arbeit auch von der Maschine durchgeführt wird. Entsprechende Zusatzprogramme und Er- fahrungen auf diesem Gebiet liegen bereits vor (87;80;29;65). Eine solche Ergebnisdarstellung kann natürlich nicht die Interpretation er- setzen. Dies gilt umso mehr, als eine Reihe von Informationen über das Zustandekommen und über die Stabilität einer bestimmten Lösung aus einer vereinfachten Ergebnisdarstellung in der Regel nicht ent- nommen werden können. Damit aber der Klient von der Richtigkeit und Zweckmäßigkeit einer Lösung überzeugt werden kann, muß
2. ein solches Maß an Information zur Verfügung stehen, daß auf alle Einwände, Überlegungen und Vorstellungen des Klienten eingegangen werden kann. Dafür reicht aber der Standardausdruck auch nicht aus. Erst durch die Ausschöpfung aller programmtechnischen Möglichkeiten, wie zum Beispiel die schrittweise Änderung von Zeitfunktionswerten (z.B. Zukaufs- und Verkaufspreise), von Daten der rechten Seite (Flä- chen-, Stall-, Arbeitskapazität) oder von sonstigen Inputkoeffizienten

(Erträge, Arbeitsbedarf etc.) einerseits, sowie durch die Errechnung diverser Alternativpläne (siehe dazu Stufe 4) andererseits wird dieses geforderte Maß an Information erbracht werden können. Die zweckmäßige Ausschöpfung und Überbringung dieser Information an den Klienten liegt hauptsächlich in der Hand des Beraters. In diesem Zusammenhang kommt die Notwendigkeit und Bedeutung der Arbeitsteilung zwischen Planungszentrum und Berater erneut zum Ausdruck: Einerseits können die diversen programmtechnischen Möglichkeiten wohl nur von einem Planungsspezialisten in sinnvoller Weise ausgenutzt werden, andererseits ist die Ergebnisinterpretation zweckmäßigerweise von jemandem durchzuführen, der über die örtlichen Verhältnisse und über die Person des Klienten, also über sein Können und seine Neigungen bestens Bescheid weiß. Außerdem obliegt dem Berater die weitere Betreuung des Klienten bei Konkretisierung der errechneten Lösung.

Rein technisch dürfte die Ergebnisinterpretation dem Berater keine Schwierigkeiten bereiten, da er die Rechenmatrix selbst erstellt und auch in den gesamten Planungsablauf einen gewissen Einblick hat.

Die Standardmatrix ist also auch in dieser Beziehung von großem Vorteil.

5. ZUSAMMENFASSUNG

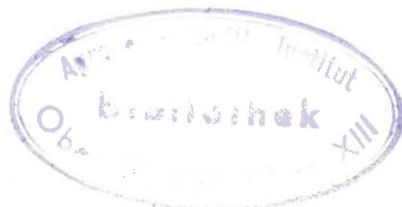
Eine Entscheidungshilfe wird üblicherweise nach ihrer Aussagekraft (auch Ergebniswert, Informationswert) und nach ihrem Gebrauchswert (Zeitbedarf, Schwierigkeitsgrad, Bedarf an Hilfsmitteln etc.) beurteilt (Abschnitt 3). Eine exakte Einstufung der einzelnen Kalkulationsverfahren nach diesen Kriterien ist jedoch nur mit Vorbehalt möglich, weil sich sowohl die Aussagekraft als auch der Gebrauchswert einer allgemein und längerfristig gültigen Quantifizierung entziehen. Die laufende Weiterentwicklung im technischen, methodischen und organisatorischen Bereich, sowie zahlreiche subjektive Momente, wie die Art und der Umfang des Problems, der Übungsgrad des Bearbeiters, "die Intensität bei der Suche nach der ökonomisch vorteilhafteren Lösung" (58, S.604) etc. müssen in die Betrachtung miteinbezogen werden. Schließlich ist gerade im Hinblick auf die lineare Programmierung zu beachten, daß schon bei der Erstellung des Planungsansatzes ein sehr weiter Spielraum zwischen einer möglichst genauen Abbildung der Wirklichkeit und der Vermeidung jeglicher Vorentscheidungen (hoher Ergebniswert) auf der einen Seite und dem Streben nach einem möglichst geringen Matrixumfang (hoher Gebrauchswert) auf der anderen Seite gegeben ist.

Bei wissenschaftlichen Arbeiten kommt dieser Umstand nicht so sehr zum Tragen, weil hier der Gebrauchswert in der Regel von untergeordneter Bedeutung ist. Beim Einsatz dieser Methode in der Praxis muß jedoch ein Kompromiß gefunden werden: Einerseits muß in der Aussagekraft eine Überlegenheit gegenüber den an sich praxisgerechteren Handrechenverfahren gewahrt bleiben, andererseits muß bezüglich des Gebrauchswertes die Wettbewerbsgleichheit mit diesen einfacheren Methoden angestrebt werden. Die Suche nach einem solchen Kompromiß ist nun bei der Erstellung eines Planungsansatzes für den Grünlandbereich zweifellos schwieriger als für den Ackerbaubereich.

Wie aus dem einleitenden Abschnitt dieser Arbeit hervorgeht, beschränkt sich die Fragestellung und die Problematik bei Planungen im Ackerbaubereich in der Hauptsache auf die Auffindung der optimalen Produktionsrichtung. Die Ermittlung der optimalen speziellen Intensität läßt sich bei der Erzeugung von Marktfrüchten aus dem Wirkungszusammenhang des Gesamtbetriebes herauslösen und gesondert errechnen, weil zwischen der speziellen Intensität einerseits und der Produktionsrichtung und der Organisation der Arbeitswirtschaft andererseits vorwiegend ein

einseitiges Abhängigkeitsverhältnis gegeben ist. Im Grünlandbereich ist dagegen die optimale spezielle Intensität in starkem Maß von der organisationsbedingten Verwertung des Futters abhängig. Die Nutzungsform (Milchviehhaltung, Kalbinnenaufzucht, Rindermast etc.) wirkt über die ihr eigene Intensität auf die Intensität der Grünlandbewirtschaftung ein. Es besteht also ein gegenseitiges Abhängigkeitsverhältnis. Will man bei der Erstellung des Planungsansatzes schwerwiegende Vorentscheidungen vermeiden, die die Auffindung des gesamtbetrieblichen Optimums von vornherein ausschließen, dann darf die spezielle Intensität nicht vorgegeben werden. Daraus ergeben sich jedoch eine Reihe von formulierungstechnischen Komplikationen.

Bei der Graserzeugung handelt es sich um Produktionsprozesse, die nicht zur biologischen Reife gebracht werden müssen und innerhalb gewisser Grenzen willkürlich mehrmals während des Jahres wiederholt werden können, d.h., die Erreichung einer bestimmten Gesamtertragshöhe ist nicht nur von der Düngung, sondern auch von der Nutzung (Anzahl, Art und Verteilung der Ernteeingriffe) abhängig. Die Forderung nach einer genauen Beachtung der Wechselbeziehungen zwischen Ertrag, Ertragsverlauf, Düngung und Nutzung (siehe Abschnitt 4.1) würde bedeuten, daß im Planungsansatz jeder möglichen Intensität in der Futtererzeugung strenggenommen eine ganz bestimmte Nutzung bzw. ein ganz bestimmter Nutzungsablauf zugeordnet werden müßte. Es ist unschwer einzusehen, daß dies zu untragbaren Matrixdimensionen führen würde, insbesondere dann, wenn mehrere Grünlandaktivitäten mit jeweils unterschiedlichem Ertragspotential und unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten (Wiese, Weide, für Kühe, für Jungrinder etc.) definiert werden müssen. Mit Rücksicht auf den Gebrauchswert ist also ein ansatztechnischer Kompromiß unerlässlich, d.h., es muß auf eine genaue Beachtung der produktionstechnischen Gegebenheiten im Bereich der Futtererzeugung, -werbung und -konservierung verzichtet werden. Dies hat wieder einen weiteren Kompromiß im Bereich der Fütterung zur Folge, der darin besteht, daß der Gestaltung der Rationen (im Zuge des Rechenganges) kein allzu großer Spielraum gegeben werden darf. Im Übrigen spielt in diesem Zusammenhang auch das Datenproblem eine wesentliche Rolle. Da man im praktischen Planungsfall - insbesondere im Grünlandbereich - bei der Ermittlung zahlreicher Input-Outputkoeffizienten (Erträge, Ertragsverlauf, Nährstoffwerte, Verluste etc.) auf Schätzungen angewiesen ist, bekommt man die Realität auch bei höchster "Matrixakrobatik" nicht vollständig in den Griff bzw. führt die Vermeidung jeglicher Vorentscheidungen häufig zu unpraktikablen Lösungen. So wären bei der modellinternen Optimierung der Futterrationen zumeist



eine Reihe von Rechengängen erforderlich, um die Auswirkungen unterschiedlicher Koeffizienten auf die Gestaltung der Ration zu testen, bevor man in die eigentliche Planung gehen kann. Dies ist jedoch beim Einsatz der linearen Programmierung in der Praxis mit einem zu hohen Aufwand verbunden. Allein von diesem Gesichtspunkt her empfiehlt sich bei Planungen im Grünlandbereich die Fixierung der Futterrationen. Den Wechselwirkungen zwischen der Gestaltung der Rationen und der Betriebsorganisation kann dadurch Rechnung getragen werden, daß man für die in Frage kommenden Viehhaltungszweige jeweils mehrere Aktivitäten mit unterschiedlichen Rationen definiert (siehe Seite 57). Im reinen Grünlandbetrieb wird man von dieser Möglichkeit aber gar nicht allzuviel Gebrauch machen müssen. Schließlich ist darauf hinzuweisen, daß bei Fixierung der Futterrationen die Input-Outputkoeffizienten im Bereich der Futtererzeugung und Futterwerbung im Rahmen einer sogenannten "Ist-Betriebsrechnung" einer gewissen Kontrolle unterzogen werden können (siehe Seite 93).

Ausgehend von diesen Überlegungen, die in Abschnitt 4.2 an Hand zahlreicher bereits vorliegender Planungsansätze angestellt wurden, konnte gezeigt werden, daß es bei der Erstellung einer Standardmatrix für den Grünlandbereich durchaus möglich ist, den Ansprüchen an den Gebrauchswert sehr weit entgegenzukommen (geringer Matrixumfang, günstige Handhabung etc.) und sämtlichen in der Praxis gegebenen Verhältnissen gerecht zu werden (Abschnitt 4.3). Kompromisse bezüglich der Abbildung der Wirklichkeit und der Berücksichtigung produktionstechnischer Gegebenheiten müssen nur insoweit eingegangen werden, als dies infolge der Datenunsicherheit ohnedies notwendig wäre. Anders ausgedrückt: Jedes Streben nach einer höheren Genauigkeit würde zu einer erheblichen Matrixausweitung führen, wobei dieser "Verlust an Gebrauchswert" in keinem Verhältnis zu dem Gewinn an Information steht. Dies trifft nicht nur auf den hier besonders angesprochenen Komplex 'Futtererzeugung - Futterwerbung - Futterkonservierung - Viehfütterung' zu, sondern u.a. auch auf die methodischen Schwächen des Standardmodells.

An sich stehen bereits eine Reihe von Modellmodifikationen zur Verfügung. Nimmt man den erheblichen Mehraufwand an Arbeit und Kosten in Kauf, den etwa der Einsatz der dynamischen und der stochastischen Programmierung erfordert, dann kann zwar das Gewicht der Vorentscheidungen reduziert werden, aber gleichzeitig treten neue Probleme auf, die nicht durch die verbesserte Methode, sondern wiederum nur durch Vorentscheidungen gelöst werden können. Dem steht nun gegenüber, daß bei einer entsprechenden Handhabung des Standardmodells unter sinn-

voller Ausnutzung der hochleistungsfähigen Rechenprogramme die Schwächen, die aus dem Prinzip der eindeutigen Erwartungen und jenem der statischen Betrachtungsweise erwachsen, weitgehend abgebaut werden können; zumindest aber soweit, als es im Rahmen von Planungen in der Praxis erforderlich ist (siehe Kapitel 4.324). Das Linearitätsprinzip und das Prinzip der unbegrenzten Teilbarkeit wurden in ihrer praktischen Auswirkung sicherlich überschätzt. Die Ausschaltung dieser Mängel ist aber heute dank des "Separable Programming" ohnedies kein Problem mehr. Die Anwendung dieses Zusatzprogrammes wurde ebenfalls im Kapitel 4.324 demonstriert.

Mit der Erarbeitung zweckmäßiger Matrixformulierungen ^{bzw.} respektive mit der Erstellung von Standardmatrizen ist zwar eine wesentliche Voraussetzung für einen erfolgreichen Einsatz der linearen Programmierung in der Praxis erfüllt, eine breitere Anwendung dieser Methode auf Beratungsebene erfordert aber darüber hinaus eine entsprechende Organisation in der gesamten Planungsdurchführung. Eine sinnvolle Arbeitsteilung zwischen der örtlichen Beratung und einem Planungszentrum ist ^{hier} unerlässlich. In welcher Weise diese Arbeitsteilung erfolgen soll bzw. wie der gesamte Planungsablauf zu gestalten ^{wäre} ist, wurde im letzten Abschnitt ^{dieser} Arbeit untersucht. ^{Vgl. Kapitel 4.324}

Abschließend ist darauf hinzuweisen, daß sich die vorliegende Standardmatrix ^{Matrix} und der aufgezeigte Weg einer arbeitsteiligen Planungsabwicklung in der Praxis bereits vielfach bewährt haben. Der unbestrittenen Leistungsfähigkeit der linearen Programmierung, die bei der rechnerischen Erfassung und Durchdringung eines Grünlandbetriebes ganz besonders in Erscheinung tritt, steht nun auch ein relativ hoher Gebrauchswert gegenüber.

SUMMARY

It is a common practice to evaluate the performance of an instrument, used in a decision-making process, according to two criteria:

- the information content of this instrument, and the
- ease of application of this instrument to specific problems.

Unfortunately we were not able to obtain a rigorous ranking of the several planning techniques, presented above, based solely on these two criteria; a host of other factors (i.e., dimensions of the problem, degree of familiarity with the necessary analytical tools, the intensity of the search for the "best" solution, ...) must be taken into consideration too. Finally, especially with respect to linear programming, one must try to obtain an optimal balance between these two criteria, that is to say, one should try to avoid implicate decisions hidden in the formulation of the constraint set of the problem and at the same time one should try to keep the constraint set of this LP as small as possible.

The ease of application of the instrument is of secondary importance, if one wants to conduct a scientific investigation of a particular problem. However, if this instrument should be used in an every day decision process, one is forced to compromise

- on one hand it is evident that the information content of this instrument should be superior to the information content of the more traditional planning techniques;
- on the other hand it is also understandable that the amount of preparations necessary for the actual application of this instrument should not be excessive if compared to the traditional techniques.

As we mentioned in the introductory chapter of this study it is sufficient for a farm firm (i.e., almost no grassland production) to compute the optimal mix of enterprises of this firm; the problem of the optimal intensity of these enterprises can be taken up separately, as these two problems are not mutually interdependent. In ranching operations (i.e., mainly grassland production) matters are far more complicated, as in this case these two problems are mutually interdependent. Hence, the optimal intensity of a particular enterprise depends on the optimal mix of enterprises, as the output of a particular enterprise may serve as the input of another enterprise.

For this reason, one should try to avoid hidden decisions in the formulation of the constraint set of the problem (failing this, one could, although only in the worst possible case, even prohibit the existence of a "truly" globally optimal solution to the problem).

However, without neglecting these considerations, we were able to show that it is possible to define a constraint set, called the "Standard Matrix", which ranks top place with respect to the ease of application and at the same time encompasses almost all constraints and activities which can be used to formulate problems existing on farm firms.

A more sophisticated approach to the definition of this constraint set would imply an enormous increase in the dimensions of the "Standard Matrix"; if one takes into consideration the generally poor quality of the available data it is plausible to assume that to high a price must be paid for this increase in the informational content of the solution to this enlarged problem.

Nevertheless, a quite basic problem still exists. Any linear programming analysis requires a certain set of assumptions concerning the structure of the model analysed and more often than not these assumptions have quite severe consequences. Hence one tried multi-period and stochastic formulations of farm firm models; however although these improved models tended to decrease the impact of hidden decisions in the construction of the model, they still pose new problems which could not be answered by these different methods, but could only be solved by additional hidden decisions.

Moreover, one must consider, that we do not have the thoroughly tested commercial algorithms for these methods for high speed digital computers; a serious drawback indeed.

On the other hand, LP-algorithms exist. Hence, if one uses the "Standard Matrix" in a clever way almost all deficiencies of an analysis, conducted in a LP-framework, can be removed. Anyway, if one tries to solve "extension service" type problems. That is to say, uncertainties and sometimes a dynamic aspect can be introduced into these models by some rudimentary approach to simulation. Also, the consequences of the assumption about the linearity of the model can be weakened by some linear approximations built into the model, which is then

solved by a separable programming algorithm.

However, one fact remains undisputed; the very fact that a "Standard Matrix" is defined makes it much easier to apply LP to "extension service" type problems. Nevertheless, one must be careful; a sensible division of labour between regional extension service planning offices and a central planning office must be in effect. It was the task of the last part of this study to investigate how this could be accomplished.

Finally we can state that this "Standard Matrix" in combination with the above mentioned division of labour between regional and central planning offices was and is highly successful. LP analyses of a farm firm have now a high practical value.

LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS

1. ALVENSLEBEN, R.: Kritische Stellungnahme zur Methode nicht-linearer Ansätze in der linearen Programmierung.
Berichte über Landwirtschaft (Hamburg), Heft 2/1966.
2. ALVENSLEBEN, R.: Derzeitige und zukünftige optimale Betriebsorganisationen in der Niederrhein-Niederung.
Forschungsgesellschaft für Agrarpolitik und Agrarsoziologie e.V. (Bonn), Heft 183/1967.
3. ALFONS, H.: Die Programmplanung, vereinfacht für die bäuerliche Betriebsberatung.
Der Förderungsdienst (Wien), Sonderheft 1/1967.
4. BISCHOFF, T.: Einführung in die Betriebsplanungsmethoden
1.Folge: Einleitung und Anwendungsbereich.
Ausbildung und Beratung (München), Heft 3/1965.
5. BLOHM, G.: Die optimale Bemessung des Aufwandes.
Agrarwirtschaft (Hannover), Heft 8/1960.
6. BLOHM, G.: Die Betriebswirtschaft der Grünlandnutzung.
Frankfurt a.M.: DLG-Verlag 1967.
7. BLOHM, G.: Die Neuorientierung der Landwirtschaft.
Stuttgart: Eugen Ulmer 1966.
8. BOCHSBICHLER, K.: Betriebswirtschaftliche Fragen des Einsatzes
Ökonometrischer Methoden in der Planung landwirtschaftlicher Betriebe unter besonderer
Berücksichtigung der Verhältnisse in Österreich.
Diss.Hochschule für Bodenkultur. Wien: 1964.
9. BOCHSBICHLER, K. und SCHMOTZER, U.: Die Konkurrenzkraft des Waldes als bergbäuerlicher Betriebszweig.
Mittellungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien. Heft 85. Wien: Österreichischer Agrarverlag: 1969.
10. BOGUSLAWSKI, E.: Das Zusammenwirken der Wachstumsfaktoren.
Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau (Hamburg), Bd.98, Jg.1959.

11. BRANDES, W., WOERMANN, E.: Landwirtschaftliche Betriebslehre, Bd.1.
Hamburg: Parey 1969.
12. CAPUTA, J., SCHECHTNER, G.: Wachstumsrhythmus und Stickstoffwirkung
auf natürlichen Beständen der Bergweiden.
Das wirtschaftseigene Futter (Frankfurt
a.M.), Heft 3/1970.
13. EGLOFF, K., SCHILLING, A.: Darstellung einer LP-Standard-Gruppenmatrix
für Optimumskalkulationen und Simulations-
rechnungen landwirtschaftlicher Betriebe.
Informationen für die Landwirtschaftsbe-
ratung in Baden-Württemberg (Donaueschingen),
LP-Brief Nr.4/1970.
14. EIMERN, J., van: Zur Witterung während der Heuernte an der
Küste und im Binnenland in den vergangenen
9 Jahren.
Das Grünland (Hannover), Heft 10/1956.
15. EISGRUBER, L.M.: Zur Auswahl von Planungsverfahren.
In: Quantitative Methoden in den Wirtschafts-
und Sozialwissenschaften des Landbaues.
S.21-33.
München: BLV 1967 (= Schriften der Gesellschaft
für Wirtschafts- u. Sozialwissenschaften des
Landbaues, Bd.4).
16. ENGEL, B., KLARDNEY, G.: Lineare Programmierung mit dem Elektronen-
rechner, dargestellt am Beispiel der land-
wirtsch. Betriebsplanung mit dem Mathemati-
schen Programmierungssystem 360 (MPS/360)
der IBM.
Informationen für die Landwirtschaftsberatung
in Baden-Württemberg (Donaueschingen), LP-
Brief Nr.2/1968.
17. ENGEL, B., KLARDNEY, G.: Der nichtlineare Ansatz bei der landwirt-
schaftlichen Betriebsplanung mit dem MPS/360
(Separable Programming).
Informationen für die Landwirtschaftsberatung
in Baden-Württemberg (Donaueschingen), LP-
Brief Nr.3/1969.

18. GEISSLER, B., RINTELEN, P., ZAPP, R.:
Leitorganisationsformen landwirtschaftlicher Betriebe für das Schwäbisch-bayerische Hügelland und das Juragebiet unter den derzeitigen und mutmaßlichen Bedingungen um 1970.
Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch (München), Sonderheft 4/1960.
19. GLÖCKL, H.:
Entwicklung eines Standardmodelles für Ackerwirtschaften des Nordöstlichen Flach- und Hügellandes.
Diss.Hochschule für Bodenkultur. Wien: 1970.
20. GROFFMANN, H.:
Wirtschaftliche Einsatzbereiche arbeitssparender Verfahren in der Milcherzeugung.
KTL-Berichte über Landtechnik (München-Wolfratshausen) Nr.98/1966.
21. GURTNER, O.:
Methodische Grundlagen der Investitions- und Finanzierungsplanung im landwirtschaftlichen Betrieb.
Studienbehelf. Hochschule für Bodenkultur. Wien: 1971.
22. GURTNER, O.:
Möglichkeiten der Produktionsteilung in der Rinderhaltung.
Der Förderungsdienst (Wien), Heft 12/1967.
23. GURTNER, O.:
Programmplanungsmethode für die Wirtschaftsberatung.
Der Förderungsdienst (Wien), Sonderheft 2/1967.
24. GURTNER, O.:
Neue Methoden in der Betriebsplanung.
Der Förderungsdienst (Wien), Heft 1/1964.
25. HEIDHUES, T.:
Entwicklungsmöglichkeiten landwirtschaftlicher Betriebe unter verschiedenen Preisannahmen.
Berichte über Landwirtschaft (Hamburg), Sonderheft 181/1966.
26. HEIDHUES, T.:
Grundfutter und Kraftfutter in der Rindviehhaltung - betriebswirtschaftlich gesehen.
Das wirtschaftseigene Futter (Frankfurt a.M.), Heft 2/1964.
27. HENKE, G.:
Einführung in die Betriebsplanungsmethoden. 8. Folge: Aussagekraft und Gebrauchswert der Betriebs-Optimierungsverfahren.
Ausbildung und Beratung (München), Heft 11/1965.

28. HESSELBACH, J.L.: Kritische Würdigung moderner Kalkulationsverfahren nach beratungspraktischen Gesichtspunkten.
Forschung und Beratung, Reihe C, wissenschaftliche Berichte und Diskussionsbeiträge, Heft 7, Hilstrup (1964).
29. HORNER, K.O.: Verbindung des Mathematischen Programmierungssystems 360 (MPS/360) der Firma IBM mit FORTRAN-Abschluß-Programmen.
Informationen für die Landwirtschaftsberatung in Baden-Württemberg (Kemmat), LP-Brief Nr.6/1972.
30. JAMES, P.J.: "Computerised Fram Planning"
Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, National Agricultural Advisory Service, Farm Management Dept., Reading 1971.
Zitiert bei STEFFEN (69).
31. JÖCKEL, K.-H.: Zur Ökonomik der Graserzeugung und Grasverwertung.
Diss.Landw.Fak.Univ.Gießen. Gießen: 1969.
32. JUNGEHÜLSING, H.: Grundsätze der Betriebsorganisation in grünlandstarken Betrieben.
Betriebs- und Arbeitswirtschaft in der Praxis (Hamburg), Heft 9/1963.
33. KLAPP, E.: Wiesen und Weiden.
Hamburg: Paul Parey 1953.
34. KLASZ, W.: Untersuchungen über Zeitspannen und Verfügbarkeitsfaktoren bei der Futterernte im Grünlandbetrieb.
Gumpenstein: Bundesversuchsanstalt für alpenländische Landwirtschaft 1967.
35. KLASZ, W.: Der Einsatz moderner Planungsmethoden in der Beratung.
Gumpenstein: Bundesversuchsanstalt für alpenländische Landwirtschaft 1969.
36. KLASZ, W.: Optimumskalkulationen für das Oststeirische Hügelland.
Wien: Agrarwirtschaftliches Institut 1971.

37. KÖHNE, M.: Ansätze zur Berücksichtigung nichtlinearer Relationen in der landwirtschaftlichen Programmierung.
Agrarwirtschaft (Hannover), Heft 11/1965.
38. KOPETZ, H.: Quantitative Methoden in der Agrarökonomie.
Der Förderungsdienst (Wien), Sonderheft 3/1968.
39. KOPETZ, L.M.: Düngen wir richtig?
Graz: Leopold Stocker 1953.
40. LERMER, J.: Arbeitszeitspannen und verfügbare Arbeitstage unter dem Einfluß von Klima und Bodenart im niederbayerischen Raum.
Diss. Technische Hochschule München.
München-Weihenstephan: 1960.
41. LÜDEMANN, H., RIEBE, K.: Rationelle Futterwirtschaft, der Weg zum Erfolg.
Frankfurt a.M.: DLG-Verlag 1967.
42. MARCUSSEN, N.: Der Wachstumsrhythmus des Grases, seine Bedeutung und seine Beeinflussung.
Das Grünland (Hannover), Heft 85/1956.
43. MOTT, N.: Nährstoffverluste bei Weidegang.
Mitteilungen der DLG (Frankfurt a.M.), Heft 13/1968.
44. MUS, P.: Zur Ökonomik von Konservierungsverfahren und Stallformen der Rindviehhaltung auf verschiedenen Standorten.
KTL-Berichte über Landtechnik (München-Wolfratshausen), Nr. 119/1968.
45. NEUMANN, D., SCHÄFERKORDT, H.: Bericht über die Durchführung von Optimumskalkulationen in landwirtschaftlichen Betrieben Nordrhein-Westfalens.
Landwirtschaft - Angewandte Wissenschaft, Heft 143, Hiltrup (1969).
46. OPPERMAN, W.G., SCHELLENBERG, R., BRANDES, W.: Bericht über die Durchführung von Optimumskalkulationen in landwirtschaftlichen Betrieben Niedersachsens.
Landwirtschaft - Angewandte Wissenschaft, Heft 156, Hiltrup (1971).

47. ORTMAIER, E.: Zur Lösung linearer stochastischer Optimierungsprobleme bei der landwirtschaftlichen Betriebsplanung.
Veröffentlichter Auszug aus der gleichnamigen Diss. Technische Hochschule München. München-Weihenstephan: 1969.
48. OSTENDORF, H.: Ein Beitrag zur Datensammlung für die Grünlandwirtschaft Schleswig-Holsteins.
Diss.Christian-Albrechts-Universität. Kiel: 1970.
49. PETERS, U.: Zum Unternehmerverhalten in der Landwirtschaft.
Berichte über Landwirtschaft (Hamburg), Heft 3/1968.
50. REICHSTHALER, R.: Untersuchung der Wettbewerbsverhältnisse innerhalb der Rinderhaltung in Hinblick auf eine Spezialisierung und Arbeitsteilung.
Diss.Hochschule für Bodenkultur. Wien: 1970.
51. REISCH, E.: Bewährte Instrumente für mikro-ökonomische Planungen und Entscheidungen.
Vortragsmanuskript (Seminar über Ökonomische Modelle und quantitative Methoden für Planung und Entscheidung in der Landwirtschaft, Keszthely, Juli 1968).
52. RHEINWALD, H., PREUSCHEN, G.: Landwirtschaftliche Beratung.
Bonn-München-Wien: BLV 1956.
53. RIEBE, K.: Die Betriebsoptimierung in ihrer Rückwirkung auf Buchführung und Betriebsstatistik.
In: Quantitative Methoden in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues. S.47-61.
München: BLV 1967 (= Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues. Band 4.).
54. RIEBE, K.: Standardmatrizen der linearen Programmierung.
Berichte über Landwirtschaft (Hamburg), Heft 3/1969.
55. RIEBE, K.: Planungsmethoden für die Betriebsleitung.
Hamburg: Paul Parey 1968.

56. RIEBE, K.:
Verfahrensforschung im landwirtschaftlichen Betrieb.
Agrarwirtschaft (Hannover), Heft 3/1968,
57. RIEBE, K., PETERS, U.:
Kritische Betrachtungen zur Planungsmethodik im Rahmen der Wirtschaftsberatung.
Berichte über Landwirtschaft (Hamburg), Heft 4/1967.
58. RIEBE, K., PETERS, U.:
Anwendungsmöglichkeiten der Mehrperiodenplanung in der Wirtschaftsberatung.
Berichte über Landwirtschaft (Hamburg), Heft 2/1968.
59. RÖTHLISBERGER, P.:
Betriebswirtschaftliche Untersuchungen im Emmental sowie Berechnung optimaler Wirtschaftsformen für Hangbetriebe mit Hilfe der linearen Programmierung.
Diss.ETH Zürich. Zürich: 1967.
60. SCHECHTNER, G.:
Die meisten Weiden sind zu klein.
Praktische Landtechnik (Wien), Heft 9/1969.
61. SCHECHTNER, G.:
Ein geschichtlicher Überblick über die Düngung des Dauergrünlandes in Österreich.
Der Förderungsdienst (Wien), Heft 7/1971.
62. SCHECHTNER, G.:
Mögliche Nutzungsintensitäten auf alpenländischem Grünland.
Der Förderungsdienst (Wien), Heft 4/1971.
63. SCHECHTNER, G.:
Probleme der Grünlanddüngung.
Die Bodenkultur (Wien), Heft 3/1964.
64. SCHECHTNER, G.:
Verbesserung der Futterqualität auf dem Grünland durch pflanzenbauliche Maßnahmen.
Der Förderungsdienst (Wien), Heft 5/1970.
65. SCHRÖDER, F., WAGENBACH, H., WEIK, R.:
Bericht über die Durchführung von Optimumskalkulationen in landwirtschaftlichen Betrieben Hessens.
Landwirtschaft - Angewandte Wissenschaft, Heft 155. Landwirtschaftsverlag GmbH, Hiltrup (1971).
66. SENFT, W.:
Erfolgreiche Düngerwirtschaft.
Graz: Leopold Stocker 1966.
67. SEUSTER, H.:
Investitionsrechnung mittels Separable Programming.
Agrarwirtschaft (Hannover), Heft 1/1971.

68. SKOMROCH, W.: Zum Ansatz von Tableaus für betriebswirtschaftliche Kalkulationen.
Vervielfältigtes Manuskript.
69. STEFFEN, G.: Inhalt, Ablauf und Organisation von Betriebsanalysen und -planung mit Hilfe von Computern.
Berichte über Landwirtschaft (Hamburg), Heft 3-4/1971.
70. STEINECK, O.: Neue Erkenntnisse über Nährstoffwirkungen bei Pflanzen.
Der Förderungsdienst (Wien), Heft 3/1963.
71. TUREK, F.: Futteraufnahmevermögen und Zusammensetzung der Ration bei der Milchkuh.
Alm und Weide (Innsbruck), Bd.20, Jg.1970, Folge 2.
72. URFF, W.: Produktionsplanung in der Landwirtschaft.
Berlin: Duncker u.Humblot-Verlag 1964.
73. VETTER, H., KUBA, F.: Trockensubstanz- und Nährstoffträge bei gesteigerter Düngungshäufigkeit und Stickstoffdüngung in Weiden- und Wiesenversuchen in Hohenschulen.
Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau (Hamburg), Heft 4/1962.
74. VOGEL, G.: Die Methoden der Betriebsplanung.
Mitteilungen der DLG (Frankfurt a.M.), Heft 28/1968.
75. VOIGTLÄNDER, G.: Voraussetzungen einer erfolgreichen Weidewirtschaft.
Vortrag auf dem Rendsburger Grünlandtag (1969).
Zitiert bei OSTENDORF (48, S.33).
76. VOIGTLÄNDER, G.: Wachstumsverlauf und Weideertrag.
Das wirtschaftseigene Futter (Frankfurt a.M.), Heft 1/1964.
77. WEDEL, H.: Kritische Beurteilung von Kalkulationsverfahren und Vergleichsmethoden hinsichtlich ihrer Eignung zur ökonomischen Eingliederung des Betriebszweiges Rindviehhaltung-Futterbau.
Berichte über Landwirtschaft (Hamburg), Heft 3/1962.

78. WEINSCHENCK, G.: Die optimale Organisation des landwirtschaftlichen Betriebes.
Hamburg: Paul Parey 1964.
79. WEINSCHENCK, G.: Zur Theorie und Praxis der Kalkulation im landwirtschaftlichen Betrieb.
Berichte über Landwirtschaft (Hamburg), Heft 4/1956.
80. WEILENMANN, P.: Vereinfachte Anwendung der Linearen Programmierung in der landwirtschaftlichen Betriebsplanung.
Diss.ETH Zürich. Zürich: 1971.
81. WENZEL, D.: Einfluß von Betriebsgröße, AK-Besatz und Düngeraufwand auf den Netto-Ertrag des Futterbaues in südbayerischen Grünlandbetrieben.
Das wirtschaftseigene Futter (Frankfurt a.M.), Heft 2/1970.
82. ZAPF, R.: Ökonomische Modelle und ihre Anwendung in der landwirtschaftlichen Betriebswirtschaft.
Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch (München), Heft 4/1969.
83. ZAPF, R.: Zur Anwendung der linearen Optimierung in der landwirtschaftlichen Betriebsplanung.
Berichte über Landwirtschaft (Hamburg), Sonderheft 179/1965.
84. ZAPF, R.: Entwicklung in der Anwendung ökonomischer Methoden in der landwirtschaftlichen Betriebswirtschaft in Deutschland.
Agrarpolitische Revue (Bern), Heft 7-8/1966.
85. ZÜFFLE, A.: Zur Problematik der Kalkulation von Teilbereichen des landwirtschaftlichen Betriebes im Rahmen der Beratung.
Diss.Universität Hohenheim, Stuttgart-Hohenheim: 1967.
86. Baukosten-Richtwerte.
Bundesversuchs- und Prüfanstalt für landwirtschaftliche Maschinen und Geräte, Wieselburg. (Zusammengestellt nach Unterlagen von KNOLL.)
87. Jahresbericht 1971 der Landesanstalt für die Anpassung der Landwirtschaft Donaueschingen.

ABBILDUNG 27: STANDARDMATRIX (AUSZUG)

Einheit: Spalte Nr.	Einheit	Zeile Nr.	FUTTERERZEUGUNG															FUTTERWERBUNG UND -KONSERVIERUNG									RINDERHALTUNG			TRANSFER			ZUKAUF			RHS		Zeile Nr.				
			Fruchtfolge	Gerste	Körnermais	Klee	Silomais	Grünland 1			Grünland 2		Grünland 3		Grünland 4	Grünland 5	Grünland 6	Weidegang		Grünfütter- holen		Heu			Silage			Kuh	Kalbin	Maststier	Gerste	Körnermais	Heu	Gerste	Körnermais	diverse Futter- mittel			Rechte Seite			
								nicht weidef.	weide- fähig	nicht weidef.	weide- fähig	nicht weidef.	weide- fähig	Kühe				Sonst. Tiere	Kühe	Sonst. Tiere	Per. 1	Per. 2	Per. 3	Per. 1	Per. 2	Per. 3	Stck.									Stck.	Stck.			dz	dz	dz
	ha	1	1	1	1	1																																				
Ackerfläche	ha	1	1	1	1	1																																				≤ ha
Fruchtfolgefläche	ha	2	100	-1	-1	-1	-1																																		≤ 0	
Gerste max. % Afl.	ha	3	-33	1																																				≤ 0		
Getreide max. % Afl.	ha	4	-66	1																																				≤ 0		
Körnermais max. % Afl.	ha	5	-50		1																																			≤ 0		
Silomais max. % Afl.	ha	6	-50																																					≤ 0		
Mais insg. max. % Afl.	ha	7	-50		1																																			≤ 0		
Klee max. % Afl.	ha	8	-20			1																																		≤ 0		
Ertrag: Gerste	dz	9		-38																																				≤ 0		
Körnermais	dz	10			-46																																			≤ 0		
Grünland 1	ha	11					1		1																															≤ 0		
Intensivierung (nicht weidef. grld. 1)	ha	12					-1	1																																≤ 7		
Grünland 1 weidefähig	ha	13							1																															≤ 0		
Intensivierung (weidef. grld. 1)	ha	14						-1	1																															≤ 5		
Grünland 2	ha	15								1	1																													≤ 0		
davon weidefähig	ha	16									1																													≤ 4		
Grünland 3	ha	17										1	1																											≤ 2		
davon weidefähig	ha	18											1																											≤ 2		
Grünland 4	ha	19												1																										≤ 2		
Grünland 5	ha	20													1																								≤ 5			
Grünland 6	ha	21														1																							≤ 8			
Grünmasse brutto Periode 1	dz	22			-200		-120	-80	-120	-80	-100	-100	-100	-100					33	1)	33	1)	100					100											≤ 4			
Grünmasse brutto Periode 2	dz	23			-160		-100	-50	-100	-50	-85	-85	-85	-85					33	1)	33	1)		100															≤ 0			
Grünmasse brutto Periode 3	dz	24			-90		-50	-30	-50	-30	-45	-45	-45	-45					34	1)	34	1)		100				100											≤ 0			
Weidefutter Periode 3 max.	dz	25						-2)	-2)		-2)		-2)						2)	2)																			≤ 0			
Weidefutter insges. max.	dz	26						-162	-76		-160		-160						100	100																				≤ 0		
davon für Kühe max.	dz	27						-162	-76		-		-160						100																					≤ 0		
davon für sonst. Tiere max.	dz	28						-162	-76		-		-160							100																				≤ 0		
Sommerfutter (Weide-, Grünfütter.) f. Kühe	KSTE	29																																						≤ 0		
Sommerfutter (Weide-, Grünfütter.) f. sonst. T.	KSTE	30																																						≤ 0		
davon Almweide	KSTE	31																																						≤ 0		
Rauh- und Saftfutter	KSTE	32			-	-5500									-2200																									≤ 0		
davon Heu (mind.)	KSTE	33			-	-									-2200																									≤ 0		
davon Saftfutter (mind.)	KSTE	34			-	-																																		≤ 0		
davon Maissilage	KSTE	35			-	-5500																																		≤ 0		
davon Grassilage	KSTE	36			-	-5500																																		≤ 0		
Kraftfutter (ausg. Futtermittel: Zeile 44-46)	KSTE	37																																						≤ 0		
davon (mind./max.) Gerste mind.	KSTE	38																																						≤ 0		
Körnermais mind.	KSTE	39																																						≤ 0		
Körnermais max.	KSTE	40																																						≤ 0		
	KSTE	41																																						≤ 0		
	KSTE	42																																						≤ 0		
	KSTE	43																																						≤ 0		
diverse Futtermittel (Eier-/f.m., Feilgfm., etc.)		44																																						≤ 0		
		45																																						≤ 0		
		46																																						≤ 0		

1) siehe Text Seite 63ff.
 2) siehe Text Seite 66