



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

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

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

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

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

Zimmer, E.: Entwicklung der Produktionstechnik im Futterbau und in der Futterkonservierung. In: Weinschenck, G.: Die zukünftige Entwicklung der europäischen Landwirtschaft – Prognosen und Denkmodelle. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 10, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (1973), S. 58-70.

ENTWICKLUNG DER PRODUKTIONSTECHNIK IM FUTTERBAU UND IN DER FUTTERKONSERVIERUNG

von

Prof. Dr. E. Z i m m e r , Braunschweig-Völkenrode

1	Einleitung	58
1.1	Ein ernährungsphysiologischer Aspekt	58
1.2	Ein technischer Aspekt	58
1.3	Psychologische Momente	58
2	Forderungen an die Produktionstechnik	58
2.1	Biologische Werteigenschaften	58
2.2	Technische Eigenschaften	59
3	Entwicklungen im Futterbau	60
3.1	Ertragssteigerungen	60
3.2	Ertragsverteilung	60
3.3	Beitrag der Pflanzenzüchtung	61
3.3.1	Gramineen und Leguminosen	61
3.3.2	Mais	61
4	Entwicklungen in der Futterkonservierung	62
4.1	Neue Verfahren in Sicht?	62
4.2	Aufbereitung von Futter	63
4.2.1	Verkürzung der Trocknungszeit	63
4.2.2	Mechanische Aufbereitung und Ernteverfahren	64
4.3	Technische Energie in der Trocknung	65
4.3.1	Heuwerbung	65
4.3.2	Heißlufttrocknung	65
4.4	Steuerung des Silierprozesses	66
4.4.1	Gestaltung der Silierbedingungen	66
4.4.2	Einsatz von Agrochemikalien	66
5	Ausblick	67

1 Einleitung

Eine Vorschau auf die mögliche Entwicklung der Produktionstechnik in Futterbau und Futterkonservierung aufgrund heutiger naturwissenschaftlicher Erkenntnisse beginnt zweckmäßigerweise mit einigen Leitgedanken, welche zugleich den Gedankenspielraum abgrenzen.

1.1 Ein ernährungsphysiologischer Aspekt

Die besondere Situation von Futterbau und -konservierung ergibt sich daraus, daß sie die zwangsweise Vorstufe der tierischen Produktion sind.

Biologisch-, mechanisch- und organisatorisch-technischer Fortschritt müssen sich daher sehr stark an den ernährungsphysiologischen Forderungen des Wiederkäuers mit hohem Leistungspotential orientieren.

Bei einer tierischen Produktion auf niedrigerer Leistungsstufe bis dahin, wo Tierhaltung im Sinne einer Landschaftspflege betrieben wird, sind die Wechselbeziehungen Tier - Futter weniger problematisch als die ökonomische Situation insgesamt.

1.2 Ein technischer Aspekt

Von den übergreifend für die gesamte landwirtschaftliche Produktionstechnik gültigen Tendenzen hat die weiter zunehmende Anwendung technischer Energie (KTBL, 20, WENNER, 51) drei Motive:

- zeitgerechte Ausnutzung pflanzenphysiologisch bedingter und durch klimatische Bedingungen noch weiter eingegrenzter Zeitspannen;
- als Voraussetzung dafür, daß Grundfutter in eine transportgünstige, handliche und wiederkäuergerechte Struktur und Form gebracht wird;
- als Ersatz oder Ergänzung risikoreicher natürlicher Sonnenenergie beim Trocknen.

1.3 Psychologische Momente

Arbeiten rund um das Grundfutter gelten als unbeliebt und schwer. Die Gründe reichen von der unzureichenden Mechanisierung mit schwerer physischer Arbeit bis zum Gefühl einer gewissen Hilflosigkeit gegenüber dem Wetterrisiko und dem Gelingen bestimmter Verfahren.

Überlegungen zur Arbeitserleichterung bei gleichzeitigem Streben nach größerer biologischer und technischer Sicherheit der Verfahren werden zunehmend Raum gewinnen. Die Automation, zumindest von einzelnen Abschnitten der Produktionsverfahren, wird angestrebt.

2 Forderungen an die Produktionstechnik

Die Forderungen an eine zukünftige Produktionstechnik lassen sich anhand der skizzierten Leitgedanken weiter konkretisieren. Als übergeordnet kann hierzu wohl auch die Feststellung gelten, daß "eine Erhöhung des Einkommens der Grünlandbetriebe vornehmlich durch eine Steigerung der Leistungen in der Viehwirtschaft sowie durch Rationalisierung in der Futterwirtschaft" zu erreichen sein wird (STEINHÄUSER, 44, S. 139). Ferner wird die Entwicklung zu kostenminimaler Bestandesgröße nicht ohne Rückwirkungen bleiben (HANF, 10; THIEDE, 46).

2.1 Biologische Werteigenschaften

Man kann davon ausgehen, daß zellulosehaltiges Grundfutter nach wie vor vom Wiederkäuer benötigt wird. Seine speziellen Vormagenverhältnisse sind nicht umzufunktionieren.

Die unbedingt notwendige Menge an Grundfutter ist jedoch dank erweiterter Kenntnisse über die Verdauungsvorgänge (KAUFMANN, 16) und konsequenter Anwendung einer verfeinerten Fütterungstechnik (RIEMANN et al., 38) zurückgegangen. Sie liegt ferner beim Mastrind nie-

driger als bei der Milchkuh. Eine wiederkäuergerechte Ration (Milchkuh) fordert noch 18 % Rohfaser, welche durch ca. 8 kg TS aus Grundfutter gedeckt werden können. Nicht unbeachtet bleiben darf das Aufnahmevermögen des Tieres überhaupt, welches mit einer Steigerung seiner Leistung nicht proportional wächst, so daß eine immer höhere Nährstoffkonzentration der Gesamtration erforderlich wird.

Nährwert, d.h. eine hohe Netto-Energiekonzentration und Verdaulichkeit, hat Vorrang vor dem Proteingehalt und anderen Inhaltsstoffen (HENNIG, 12; NEHRING, 26; RAYMOND, 35). In Verbindung mit großer Gleichmäßigkeit ist diese Werteigenschaft auch die erste Voraussetzung für eine hohe Futteraufnahme.

Die ökologischen Bedingungen des gemäßigten, humiden Klimas begünstigen das Wachstum sehr produktiver Futterpflanzen. Aber dem kontinuierlichen Bedarf des Tieres nach einem gleichmäßigen, energiereichen Grundfutter steht ein momentanes Optimum der Beziehung Ertrag x Nährwert x Konservierungseignung der Futterpflanze gegenüber. Düngungsintensiver Futterbau zur Erzielung hoher Nährstoffträge verstärkt diese Problematik. Die stofflichen Eigenschaften der Futterpflanze werden im Hinblick auf die notwendige Konservierung verschlechtert. Zusätzlich mag die Frage aufgeworfen werden, ob den Landwirtschaften industrialisierter und kaufkräftiger Länder auch künftig der unbegrenzte Zugriff zu Futtermitteln anderer Märkte möglich sein wird, um ein fehlendes Flächenäquivalent von beispielsweise 3 Mio ha für die Bundesrepublik durch Importe auszugleichen oder, ob eine bessere Ausnutzung eigener Ressourcen nicht erzwungen werden wird.

Die bestmögliche Erhaltung gegebener Werteigenschaften und die Minimierung von Verlusten sind eine hieraus abzuleitende Forderung an die Futterkonservierung und eine Rationalisierungschance der Betriebe.

Die Verbesserung bestimmter Werteigenschaften - z.B. der Verdaulichkeit der Nährstoffe, des N-Angebotes, der Proteinausnutzung - durch biotechnische Maßnahmen bleibt darüber hinaus anzustreben.

2.2 Technische Eigenschaften

Es ist eine Notwendigkeit bei Höchstleistungen, das Nährstoffangebot direkter als bisher dem Nährstoffbedarf anzupassen; die Fütterungstechnik zu vereinfachen, ist eine arbeitswirtschaftliche Forderung.

Diese Überlegungen führen in Konsequenz auf ein Alleinfutter für eine bestimmte Leistungseinrichtung 1). Da das Grundfutter ein integrierter Bestandteil auch eines solchen Alleinfutters bleibt, sind bestimmte Eigenschaften unerlässlich. Die Dosier- und Mischfähigkeit und die Lagerstabilität müssen gegeben sein, um der Herstellung des Alleinfutters nicht große technische Schwierigkeiten zu bereiten.

Die strenge Flächenbindung des Wiederkäuers über seine Versorgung mit Grundfutter verhindert die Realisierung mancher ökonomischer Chancen. Dabei ist die unterlassene Viehaufstockung bei an sich hoher Produktivität der Futterfläche, aber infolge Nichtverfügbarkeit von Arbeitskraft und Kapital sicher die bekannteste Erscheinung. Aber auch die Nutzung von Standortvorteilen oder solchen einer Bestandeskonzentration bei der Milchproduktion unterbleibt, was in Zukunft schwerer wiegen mag.

Gute Transporteignung des Grundfutters, wie hohe Dichte und Schüttgutcharakter, würde daher die zwischenbetriebliche wie die überregionale Arbeitsteilung zwischen Grundfutterproduktion und -verbrauch fördern.

1) Im gleichen Sinne:
all in one ration
Monodiät

in der englischsprachigen Literatur
in der osteuropäischen Literatur

3 Entwicklungen im Futterbau

3.1 Ertragssteigerungen

Zwischen dem Ertragspotential von Grünland oder Feldfutter und den tatsächlichen Erträgen besteht eine große Diskrepanz. Sie wird weiter verschärft, wenn man die Verluste der Futterkonservierung mit einbezieht. Somit werden der statistische Ertrag von 58,5 dz/ha TS (BML, 2) für Wiesen und Ackerfutter und eine jährliche Steigerungsrate von 0,5 - 1,0 % des Ertrages in den letzten beiden Jahrzehnten (KUCHS, 21) relativiert durch einen unter vielen Verhältnissen erreichbaren Ertrag von 150 dz/ha TS (= 9000 KStE/ha). Das veranlaßte (PLATE, 33) zu folgender Feststellung: "Im Dauergrünland sind so große, meist leicht erschließbare Intensitätsreserven vorhanden, daß auf der vorhandenen Futterfläche ohne wesentliche Erhöhung der realen Stückkosten viel mehr Rauh- und Saftfutter erzeugt werden könnte, als in übersehbarer Zeit benötigt wird".

Auf der Einzelfläche werden höhere Erträge trotzdem durch eine bessere Beherrschung der Faktoren Stickstoffdüngung, Nutzungszeit und -frequenz und ihrer Wechselwirkungen weiter angestrebt werden 1). Bei gegebenen ökologischen Bedingungen wird auch die Neuansaat oder wenigstens die Nachsaat mit leistungsfähigen Zuchtsorten zur Erzielung höherer, vor allem auch gleichmäßigerer Erträge eingesetzt werden. Es ist aber nicht zu erwarten, daß kurzfristiges Wechselgrünland ganz wesentliche Flächenanteile einnehmen wird (KLAPP, 17, S. 369). Alle Bemühungen werden darauf gerichtet sein, dem Optimum zwischen Ertrag und Verdaulichkeit resp. Nährwert näherzukommen und vor allem die sehr große Streubreite in der Grundfutterqualität zu vermindern, welche rund ± 45 % vom Mittelwert beträgt (SCHNEEBERGER, 41; ZIMMER, 54).

Es erscheint schließlich nicht ausgeschlossen, daß der Einsatz von Wachstumsregulatoren zur Steuerung der pflanzlichen Entwicklung (WAREING, 49), ebenso wie zur Verbesserung ihrer Anpassungsfähigkeit auch im Futterbau die Ertragsbildung sichern und die Produktionstechnik vereinfachen kann.

3.2 Ertragsverteilung

Die zeitgerechte Nutzung der Futterpflanzen gemäß der Qualitätsansprüche, die Wachstums- spitze im Mai/Juni und die Sommerdepression in Verbindung mit den begrenzten Zeitspannen sind das die Grundfutterproduktion - ebenso wie die Weidewirtschaft - zentral beherrschende Thema.

Da sich die technische Schlagkraft der Betriebe nicht beliebig steigern läßt, werden die Überlegungen zu einer Glättung der Ertragskurve Raum gewinnen.

Eine gezielte Wasserversorgung (HILBERT, 13; BLATTMANN, 1; SIMON, 43), besonders wirksam auf Grenzstandorten für den "natürlichen" Futterbau, und die sog. zunehmende Verteilung der Stickstoffgaben 2) (VOIGTLÄNDER, 47) vermögen den Produktionsrückgang auf Grünland im Sommer deutlich zu mildern. Der Jahresertrag kann zwar um 5 - 10 % gegenüber einer Stickstoffverteilung niedriger liegen, welche das Wachstumspotential des Frühjahres voll auszunutzen sucht, doch wiegt der Vorteil einer besseren Ertragsverteilung schwerer.

Übereinstimmend negativ sind dagegen Versuchsergebnisse mit einmaligen Gaben langsam wirkender N-Dünger auf Grünland. Wachstumsmaximum, Sommerdepression und Herbstabfall treten noch ausgeprägter auf. Die organisatorischen Probleme der Grünlandnutzung werden dadurch ungleich verstärkt.

1) In zusammenfassender Form (KLAPP, 17), ferner Arbeiten von VOIGTLÄNDER, ZÜRN, KÖNEKAMP, BLATTMANN, u.a.

2) Zusammenfassend bei (KLAPP, 17, S. 208)

3.3 Beitrag der Pflanzenzüchtung

3.3.1 Gramineen und Leguminosen

In Landbauzonen mit ausgeprägtem Ley-farming System oder mit einer höheren Rate an Neuansaat von Dauergrünland spielen Züchtungsfortschritte bei Gräsern und Leguminosen bereits eine größere Rolle. Neben den klassischen Zielen, wie Ertragssteigerung, Resistenz usw., ist die züchterische Ausnutzung von Unterschieden in der Stoffbildung und Reifezeit bei Futterpflanzen von besonderem Interesse. (RAYMOND, 34, 35) formulierte: "Basierend auf den Tendenzen in der Fütterung ist die Einführung der Verdaulichkeit, des Zuckergehaltes, auch des Mineralstoffgehaltes als Selektions-Parameter nötig und erfolgversprechend." Eine methodische Voraussetzung für ein solches Vorgehen war die Entwicklung der in-vitro Methode zur schnellen und einfachen Bestimmung der Verdaulichkeit als einer für die Tierernährung relevanten Größe im Labor.

Im Feldgrasbau ist die aufeinanderfolgende Nutzung verschiedener Sorten bei definierten Ansprüchen an den Nährwert bereits möglich (GREEN, 9). Der Aufbau spezieller Futterbaufolgen, beispielsweise für die Heißlufttrocknung, wird hierdurch gleichfalls viel von seiner Kompliziertheit verlieren.

3.3.2 Mais

Die geglückte Kombination von Frühreife und Ertrag bei Mais hat dessen Anbaugrenzen weit verschoben und die futterwirtschaftliche Situation vieler Betriebe grundlegend verändert. Die Wertprüfungen 1) und Landessortenversuche (KLUSMANN, 18) lassen erkennen, daß diese Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist (OLTMANN, 27). Steigende Erträge und höherer Reifegrad kennzeichnen seine zunehmende Anpassung in Nordwesteuropa (SCHUSTER, 42). Auch sehr positive Prognosen hinsichtlich seiner Flächenausdehnung sind daher wahrscheinlich (EISENMANN, 6). Die Unabhängigkeit von der Nutzungszeit (HENNIG, 11; SCHNEEBERGER, 41) und seine universelle Verwendbarkeit für Rind und Schwein haben folgerichtig zur Ausbildung neuer Technologien geführt:

1. Die Körnersilierung ist für hohe Kornfeuchten eine echte Alternative zur Trocknung geworden.
2. Die technische Anpassung von Mähdreschern an ein Pflück-Drusch-Verfahren führte zum Entverfahren für Maiskolbenschrot (corn-cob-mix) (RIEMANN, 39). Ein für Rindvieh und Mastschweine gleichermaßen geeignetes Produkt, ein Mehrertrag von ca. 300 kStE/ha und bessere Fördereigenschaften durch den Spindelanteil sind die Vorteile.
Da im Körnermaisbau wohl stets zugunsten des höchstmöglichen Ertrages - bei technologisch noch zu bewältigendem TS-Gehalt des Entematerials - gegenüber frühreiferen Sorten entschieden werden wird, kommt diesem Verfahren zukünftig mehr Bedeutung zu. Unter diesen Bedingungen ist es der Körnersilierung überlegen, da hohe Kornfeuchten zu technischen Schwierigkeiten bei der mechanisierten Entnahme führen.
3. Die hohen Kosten für Lagerbehälter haben schließlich die Anwendung mikrobizider Agrochemikalien gefördert, welche auf einfachere Weise die biologische Aktivität eines Materials mit hoher Restfeuchte stoppen. Diese Verfahren werden ein fester Bestandteil in der Produktionstechnik werden. Die Eignung und Anwendung von Propionsäure zur Haltbarmachung von Körnern 2) und Kolbenschrot ist prinzipiell geklärt (RINTELEN, 40, S. 205, FINK, 8). Leistungsfähige Dosiergeräte sind entwickelt; es stellt sich die Frage, inwieweit der Einzelbetrieb zu ihrer Auslastung in der Lage ist oder nicht besser eine Gemeinschaft.

1) Eigene Auswertung, Vortrag Deutsches Maiskomitee, Nienburg 27.9.1972

2) Gilt für alle Feuchtgetreide.

Falls dieses Verfahren weiteren Anklang findet, so ist der Aufbau von Zwischenlagern und Abfüllstationen eine Notwendigkeit. Hieran wird jedoch bereits gearbeitet 1).

4 Entwicklungen in der Futterkonservierung

Die Produktionstechnik in der Futterkonservierung entwickelt sich im Spannungsfeld von Bedingungen aus drei Bereichen:

- der Zielvorstellung, welche Werteigenschaften Grundfutter haben soll;
- den technisch-ökonomischen Beziehungen, also fördernden oder einengenden Faktoren für den technologischen Prozeß;
- den biologischen Möglichkeiten, d.h., welche Prinzipien zur Haltbarmachung von Grünfutter anwendbar sind.

Somit werden Verfahren mit einer guten Anpassung an die allgemeinen Entwicklungstendenzen bedeutungsvoll, diejenigen mit einer mangelhaften und/oder stark schwankenden Grundfutterqualität und einem hohen Arbeitsaufwand verlieren an Bedeutung (REINHARDT/STEINHAUSER, 36).

4.1 Neue Verfahren in Sicht?

Die heutige Situation in der Futterkonservierung wird zuweilen als unbefriedigend empfunden, da die Erfolge unsicher erscheinen. Die angespannte arbeitswirtschaftliche Situation der Betriebe bringt sogar den Trend zur Qualitätsverschlechterung mit sich 2). Organisatorische Versäumnisse, eine schlechte Arbeitsqualität infolge Überlastung und das erhöhte Konservierungsrisiko düngungsintensiver Futterproduktion sind die Ursache. Daher ist die immer wiederkehrende Frage nach dem Durchbruch zu völlig neuen Prinzipien der Futterkonservierung verständlich.

Futterpflanzen werden haltbar und lagerfähig, wenn pflanzeneigene Enzymsysteme der Atmung und Proteolyse inaktiviert, sowie schädliche mikrobielle Aktivitäten unterbunden worden sind.

Von fünf grundsätzlich möglichen Prinzipien werden drei angewendet:

1. Wasserentzug durch Trocknen;
2. Reaktionsverschiebung durch Vergären;
3. Inhibierung durch Agrochemikalien;
4. die Anwendung tiefer Temperaturen (ERBELDING/DANIEL, 7) befindet sich im Versuchsstadium.
Über das Stoffverhalten ähnlicher Güter liegen aus der Lebensmitteltechnologie oder aus der Probenverarbeitung im Forschungsbetrieb fundierte Erfahrungen vor, gleichfalls über die technischen Konstanten, wie Kältebedarf u.a.
Die Investitionskosten des Lagerraumes und die Energiekosten bestimmen daher, ob und wann Tiefkühlung für die Grundfutterproduktion infrage kommt.
5. Für die Anwendung hoch energiereicher Strahlen reicht schließlich unser Wissen über das Verhalten des sehr heterogenen Materials Grünfutter und seines epiphytischen Keimbesatzes noch nicht aus, um eine fundierte Prognose zu wagen (WEISE, 50).

Muß somit die Frage nach neuen Prinzipien verneint werden 3), so bleibt diejenige nach der optimalen Technologie bestehen; im einzelnen

-
- 1) Chilla, BASF, persönliche Mitteilung Sept. 1972.
 - 2) PFULB, HEIGNER, 1972, persönliche Mitteilung, Ergebnisse aus LUFA-Untersuchungen und eigene Feststellungen.
 - 3) Vergleiche hierzu Aussagen bei (MOHN, 25, S. 35, 44, 50). Herr Dipl.-Ldw. R. MOHN hat dem Autor freundlicherweise einen Teil der bisher unveröffentlichten Studie, Literatur Nr. 25, zur Einsicht überlassen, wofür besonders gedankt wird.

nach der Aufbereitungsart der Futterpflanze,
nach Energiequelle und -menge in der Trocknung,
nach der Steuerung des Silierprozesses durch Agrochemikalien
oder Gestaltung der Milieubedingungen.

4.2 Aufbereitung von Futter

4.2.1 Verkürzung der Trocknungszeit

Als echte Direktverfahren sind nur die Heißlufttrocknung und die Naßsilage anzusprechen. Letztere wird jedoch in ihrer Konkurrenzfähigkeit immer stärker durch die Qualitätsunsicherheit, die geringe Futteraufnahme, wie durch das Umweltproblem Sickersaft eingeschränkt.

Das Vorwelken auf dem Felde bleibt somit notwendiger Verfahrensschritt, gleichgültig ob Heuwerbung oder Silierung folgen.

Mit Bestimmtheit werden die TS-Grenzwerte für die Folgeverfahren modifiziert, um nicht unnötige Risiken einzugehen:

für Welkheu genügen 50 % TS-Gehalt;
abnehmende Vorteile für den Gärverlauf, steigendes Wetter- und Nachgärrisiko fixieren bei Vorwelksilagen den TS-Gehalt auf 35 - 45 %, inwieweit ein mäßiges Vorwelken auf ca. 25 % für die Heißlufttrocknung eine realistische Chance zur Senkung der Energiekosten sein kann, muß noch geprüft werden.

Im Vordergrund stehen weiter alle Bemühungen um eine Verkürzung der Trocknungszeit auf dem Felde. Eine Spanne von 1 - 3 Tagen ist noch mit einem zu hohen Wetterrisiko behaftet (PFAU, 28), so daß 12 - 6 Stunden angestrebt und als realisierbar angesehen werden (MOHN, 25, S. 33).

Ferner soll eine gleichmäßige Trocknung erreicht werden und ihr Verlauf in gewisser Weise vorkalkulierbar sein, damit die Futterernte kontinuierlich ablaufen kann.

Entscheidend für die Brauchbarkeit künftiger Verfahren ist, ob die Wasserabgabe aus der Pflanze beschleunigt wird bzw., ob sie auch noch unter erschwerten Bedingungen, wie höherer Luftfeuchte, vonstatten geht 1). Hinzu kommt die Überlegung, inwieweit ein Vorwelken im stehenden Bestand -vorausgesetzt mit gutem Trocknungseffekt - eine Vereinfachung und höhere Leistungen der Erntetechnik zur Folge haben kann.

Schon jetzt ist abzusehen, daß mechanische Verfahren des Quetschens oder Reißens unter humiden Klimabedingungen an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit stehen. Der Aufschluß der Pflanze kann nicht intensiv genug erfolgen, ohne die für eine schnelle Wasserabgabe ebenso wesentliche, lockere Struktur des Schwades nicht nachteilig zu beeinflussen. Auch das Abpressen von Zellwasser führt nicht zum Erfolg, insbesondere wegen der Verluste an löslichen, verdaulichen Nährstoffen (DERBYSHIRE et. al., 4). Gleiche Beobachtungen ergaben sich bei eigenen Versuchen mit der Wickelbrikettierung als Direktverfahren.

Die kurzzeitige thermische Behandlung des stehenden Bestandes durch Abflammen oder Bedampfen ist wirkungsvoller und weniger witterungsabhängig (PHILIPPSEN, 29, 30). Derartige Maschinen sind schon bis zur Serienreife entwickelt 2). Der Versuch, durch beheizte Walzen die Wirkung von Quetschzettern zu verbessern, stellt dagegen eine mehr theoretische Variante dar. Der technische Aufwand, die hohe Schlagkraft andererseits, verweisen ein solches Verfahren allerdings

1) Eine Analyse verschiedenster Verfahren gibt (WIENEKE, 52).

2) Thermische Gewasbehandelingsmaschine; van den Broek's Maschinenfabrik, Niederlande.

in Lohnunternehmen, Maschinengemeinschaften, Großbetriebe. Da dort das Vorwelken bei gleichzeitigem Zwang zur vollen Ausnutzung der verfügbaren Zeitspannen immer schon organisatorische Probleme aufwirft, liegen jedoch auch besondere Chancen seines Einsatzes.

Die Sikkation 1) von stehenden Beständen m.H. geeigneter Agrochemikalien wird vielleicht eher zu erwarten sein, als es derzeit prognostiziert wird (MOHN, 25, S. 35). Agrochemikalien mit Trocknungseffekt sind in der Saatgutproduktion, der Baumwoll- und Kartoffelernte zur Unterstützung der Erntetechnik, wie zur Verbesserung der Werteigenschaften des betreffenden Gutes, schon vielfach im Einsatz (HERBST, 12). Ihre Anwendung im Futterbau muß zusätzliche Nebenbedingungen beachten (ZIMMER, 56, S. 7). Die Trocknungszeit sollte unter unseren Klimabedingungen z.B. kurz sein, um den Nachwuchs und damit den Jahresertrag nicht negativ zu beeinflussen. Ferner können nur rückstandlose und physiologisch unbedenkliche Mittel ernsthaft in Betracht gezogen werden, weshalb eine Reihe von Stoffen trotz günstiger Wirkung ausscheidet. Während die Verwendung von Herbiziden einen Zeitvorlauf von 5 - 7 Tagen nötig macht, also mehr auf das kontinentale Klima Osteuropas zugeschnitten ist, sind rascher wirkende organische Säuren für uns von Interesse. Versuche ergaben bisher eine TS-Zunahme von 8 - 10 Punkten innerhalb von 6 - 8 Stunden (PIRKELMANN, 32; ZIMMER, 56). Der Engpaß liegt derzeit noch in der Applikationstechnik. Nach Überwindung dieser Schwierigkeiten würden vereinfachte Ernteverfahren, wie "Spritzen - Mähladen" mit großer Arbeitsbreite möglich, welche zu einer Senkung des Zeitbedarfes und erhöhter Bergeleistung führen könnten (HERBST, 12; PIRKELMANN, 31). Selbst wenn der für Vorwelksilagen angestrebte TS-Grenzwert nicht ganz erreichbar wird, ergibt sich aus der Kombination von "mäßigem Vorwelken plus Zusatzmittelfeffekt" wahrscheinlich eine genügende biologische Sicherheit.

4.2.2 Mechanische Aufbereitung und Ernteverfahren

Mit Blick auf die weitere Entwicklung bleiben Häcksel- und Brikettierverfahren zu beachten (MATTHIES, 23), da weder das Preßverfahren noch das Ladewagen-Longgutverfahren vernünftig zu mechanisieren sind. Die volle Mechanisierung setzt derzeit Häckselgut voraus, wie sich in allen Ländern mit starker Silowirtschaft zeigt (KROMER, 19). Der Trend zum leistungsstarken Trommelfeldhäcksler hält an. Auch der als Spezial-Maisfeldhäcksler konzipierte Anbauhäcksler unterliegt diesem Trend. Je klarer der Zusammenhang zwischen technischer Schlagkraft und schneller Silobefüllung sowie dem Konservierungsverlauf demonstriert werden kann, desto eher werden mehr Einzelbetriebe, Maschinengemeinschaften, Lohnunternehmer diese Vorteile nutzen. Bei den Häcksellängen dürfte mit theoretischen Einstellwerten zwischen 5 - 10 mm, teilweise noch unterstützt durch Recutter, eine Grenze erreicht sein. Der Kraftbedarf steigt deutlich, höhere Lagerdichten sind kaum noch möglich. Dafür mögen wir schon in einen für den Wiederkäuer kritischen Bereich vorstoßen. Ein zu hoher Anteil an Feinteilen im Grundfutter ist nicht wiederkäuergerecht und führt zu den bei der Verfütterung gemahlenen, pelletierten Trockengutes auftretenden Störungen.

Die Kombination von Häckselgut, einer starken mechanischen Verdichtung und luftdichter Lagerung in Foliensilos, ist das Kennzeichen der Silopresse 2). Sofern wenigstens dazu mäßig vorgewelkt wird, sind gärbologisch sehr günstige Bedingungen geschaffen. Kapitalkosten für Silos werden zu Betriebsmittelkosten für die verlorene Folienpackung. Begrenzend für den Einsatz sind derzeit noch die relativ kleinen Siloeinheiten von ca. 80 cbm, welche für den größeren Betrieb oder bei gemeinschaftlichem Maschineneinsatz ein zu häufiges Umsetzen mit hohen Rüstzeiten bedeuten. Hier müßte die Weiterentwicklung ansetzen. Das Verfahren ist jedoch deshalb von Interesse, weil es den Betrieben die Flexibilität erhält und die Rindviehhaltung nicht durch Gebäudeinvestitionen für Silos belastet.

1) Sikkation von lateinisch (ex) siccare - trocknen, austrocknen.

2) Silopresse: Firma Gebr. Eberhardt, Ulm.

Als konkurrierendes Ernteverfahren befindet sich ein unter europäischen Klimabedingungen brauchbares Feld – Brikettierverfahren noch in der Entwicklung. Es kann sich nur um ein Wickelverfahren handeln, welches in einem weiten Feuchtebereich des Futters einsatzfähig wird. Trocknung, Silierung oder chemische Konservierung bzw. eine Kombination dieser Prinzipien als Folgemaßnahme zur eigentlichen Haltbarmachung des mechanisch aufbereiteten Schüttgutes mit hoher Dichte müssen möglich sein. (MATTHIES, 24) schätzt die Chancen positiv ein, zumal inzwischen Forschungsergebnisse über die konstruktiven Forderungen, die Stoffeigenschaften der Wickel und ihre weitere Behandlung vorliegen 1).

4.3 Technische Energie in der Trocknung

4.3.1 Heuwerbung

Es entsprach einer logischen Entwicklung, wenn in der Heubelüftung zunehmend mehr technische Energie Verwendung fand. Eine Senkung des Wetterrisikos bei gleichzeitiger Verbesserung der Heuqualitäten und Ausnutzung früher Schnittzeiten ließ konsequenterweise nur dieses Vorgehen zu. Die beschränkten Mechanisierungsmöglichkeiten, trotz Heuturm, und die wenig günstigen Transporteigenschaften für Lang- oder Häckselheu setzen der Heuwerbung jedoch eine Grenze. Auch die Preßballenkette bietet, abgesehen vom Lagerungsrisiko bei höheren Restfeuchten bzw. den Schwierigkeiten einer Belüftung, keine Voll-Lösung.

Möglicherweise kann als Sonderfall eine extensive, voll mechanisierte Boden-Heuwerbung mit einer Preßgutkette u.U. mit Großballen dort interessant werden, wo Grünlandwirtschaft zur Landschaftspflege wird. Der Vorteil eines flächendeckenden, arbeitsextensiven Verfahrens tritt in den Vordergrund, Schnittzeitüberlegungen sind untergeordnet, höhere Gutsfeuchten werden durch fungizide Zusatzmittel risikolos gemacht.

4.3.2 Heißlufttrocknung

Das am höchsten technisierbare und industrialisierbare Verfahren der Futterkonservierung, die Heißlufttrocknung, wird wesentlich stärker das Feld beherrschen, als es dem heutigen Stand entspricht (THIEDE, 46, S. 160).

Der Wert von Trockengut als Futtermittel, seine Witterungsunempfindlichkeit und die Nährstoff-erhaltung (LAUBE u. HENK, 22) waren nie umstritten. Nachdem es technisch möglich wurde, Halmfutter in einer wiederkäuergerechten Struktur als Cobs oder Briketts aufzupressen, ist es als Grundfutter einsetzbar (BURGSTALLER, 3). Die Wechselbeziehungen zwischen der Gutform, dem Zerkleinerungsgrad, dem Alter der Pflanze und der Futteraufnahme sind im Prinzip erkannt; "bessere Preßlinge" sind also nur eine Frage der Zeit. Die Anpassung an die Forderungen der Massentierhaltung, nämlich Transport- und Lagerfähigkeit des Grundfutters, hohe Schüttdichte, billige Lagerbehälter, ist bisher unübertroffen. Die Diskussion um zwischenbetriebliche und überregionale Arbeitsteilung im Futterbau gewinnt daher eine echte Basis. Der Weg zu höherer Düngungsintensität und Mehrschnittnutzung auf Grünland (RIEDER, 37), wie zu spezialisierten Futterbaufurthfolgen im Ackerfutterbau (SIMON, 43) wird eröffnet. Der Einzelbetrieb erlangt eine größere Unabhängigkeit, besonders wenn der Transport schlagkräftig gestaltet – Agrobile – und durch das Trocknungswerk organisiert wird (STELZLE, 45; WAGNER, 48). Die Automation des Trocknungsprozesses mit Hilfe der Regeltechnik ist bereits soweit fortgeschritten, daß mobile Trocknungen in Kombination mit Spezialernteketten im 1-Mann-Verfahren betrieben werden können 2). Hinsichtlich des Energieeinsatzes und des Arbeitskräftebedarfes für Operation und Wartung ist man bereits ziemlich nahe am theoretisch Möglichen.

1) Arbeiten von MATTHIES und Mitarb., ferner HONIG/SCHILD (15).

2) Fa. Claas – Apollo;

Fa. Fahr – Feldtrockner-System.

Die Konkurrenzfähigkeit mit anderen Verfahren wird daher ganz wesentlich durch die Kapitalkosten und die Auslastung (REINHARD, 36; DÖRFLER, 5) bestimmt. Es wird weiterer Erfahrungen bedürfen, ob die stationäre Anlage mit dem Trand zu größerer Verdampfungsleistung oder aber die mobile Anlage mit relativ kleiner Kapazität, aber ihrer Unabhängigkeit von Gebäudeinvestitionen eine wirksame Senkung der Kapitalkosten erlauben. Die Auslastung bleibt immer auch ein Organisationsproblem. Im reinen Grünlandbetrieb wird außerdem bewußt die höchstmögliche Ausweitung der Wachstumszeit durch pflanzenbauliche Maßnahmen angestrebt werden müssen.

4.4 Steuerung des Silierprozesses

Die Gärfutterbereitung wird noch auf längere Zeit eine tragende Stellung in der Futterkonservierung einnehmen. Die besondere Eignung einiger Futterpflanzen, der bereits erreichte Stand der Mechanisierung und die Schlagkraft der heutigen Verfahren, sowie Kostenüberlegungen, rechtfertigen diese Aussage. Weitere Bemühungen sind aber notwendig, um den Gärverlauf besser zu beherrschen.

4.4.1 Gestaltung der Silierbedingungen

Die Gärung muß anaerob verlaufen, weil nur dann Haltbarkeit, minimale Verluste, das richtige Säuremuster garantiert werden (ZIMMER, 55; HONIG, 14). Die technische Forderung nach gasdichten Silos läßt sich aber relativieren.

Der Trend zu größeren Siloeinheiten und zu schnellerer Befüllung wird anhalten. Größere Silos sind billiger; das Anwachsen der Viehbestände, der Übergang zu ganzjähriger Stallfütterung sind andere Gründe 1). Hohe Lagerdichten und die relativ geringe Oberfläche vermindern dann den schädlichen Einfluß des Faktors Luft. Andererseits machen Kunststoff-Folien eine billige und luftdichte Lagerung möglich. Während der Entnahme sind die Verhältnisse hier jedoch gärbologisch und arbeitswirtschaftlich ungünstiger als bei Massivbehältern. Daher werden Überlegungen angestellt, zwar billig zu lagern, aber bei Bedarf in einen mechanisierten Silo umzulagern. Das setzt voraus, daß dieser erneute Eingriff in das erreichte biologische Gleichgewicht ohne Folgen abgefangen werden kann, wozu sich Zusatzmittel anbieten.

4.4.2 Einsatz von Agrochemikalien

Generell kann man die Hemmung mikrobieller Aktivitäten, die Selektion der vorhandenen Mikroorganismen-Population, wie die Inaktivierung pflanzlicher Enzymsysteme mit Hilfe von Agrochemikalien erreichen. So alt an sich der Gebrauch von Zusatzmitteln ist, so unbefriedigend waren die Ergebnisse, bis technisch funktionierende und einfache Dosiergeräte entwickelt worden sind (ZIMMER, 56). Damit wurde die Verteilgenauigkeit entscheidend verbessert und die Wirkung gleichmäßiger. Ferner ist die Zudosierung nun in den Arbeitsablauf integriert ohne wesentliche Arbeitsbelastung.

Heute ist es das Ziel, Mittel oder Mittelkombinationen mit einem breiteren Wirkungsspektrum zu finden, um die natürliche Gärung zu stützen und zu steuern. Die Veränderung der Konkurrenzverhältnisse zugunsten der Gärorganismen, die Minderung des Risikos der Nacherwärmung und Verbesserung der Stabilität durch Fungizide können im einzelnen genannt werden. Bereits erprobte Lösungen, wie verschiedene Versuchsansätze lassen folgende Möglichkeiten erkennen:

Auf die Kombination eines nur mäßigen Vorwelkens bis ca. 30 % TS-Gehalt mit zwar nicht ausreichender Sicherheit, aber zugunsten des verminderten Wetterrisikos mit dem Zusatzmittelfeffekt, wurde schon hingewiesen.

1) Vergleiche Entwicklungen in den USA, Schweden, Oststaaten.

Die Ausschaltung luftliebender Organismen, verantwortlich für die Nacherwärmung, vermag negative Einflüsse weniger optimaler Lagerbedingungen zu mindern.

Ein mehrere tagelang stabiles Gärfutter kann als eine Komponente für ein kontinuierlich erzeugtes und verbrauchtes Alleinfutter durchaus infrage kommen. Selbst eine, wenn auch gegenüber Trockengut begrenztere Transporteignung wäre dann gegeben.

Im Rückblick auf die zur Trocknung gemachten Aussagen kann ergänzt werden, daß Agrochemikalien in der Heuwerbung das Risiko von zu hohen Restfeuchten im Material mindern helfen, z.B. in der Preßballenkette bei Anwendung fungizid wirkender Mittel (WIENEKE, 53).

Die biologisch unbedenkliche Trocknungszeit in der Heubelüftung läßt sich verlängern, was zu einer größeren Flexibilität dieses Verfahrens gegenüber den Luftbedingungen, der Einfahrmenge, der Gutsfeuchte führt.

Schließlich kann das zu starke Heruntertrocknen mit der Gefahr der Nährstoffschädigung und einem hohen spezifischen Energiebedarf in der Heißlufttrocknung möglicherweise überflüssig werden, wenn Zusatzmittel die Lagerstabilität in einem Feuchtebereich von 15 - 17 % aufrechterhalten.

5. Ausblick

Die Fortschritte in der Produktionstechnik können nicht spektakulär sein im Sinne grundsätzlich neuer Verfahren. Die Übertragung und Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse über Wachstum und Stoffbildung der Futterpflanzen einerseits und die Wechselbeziehungen zwischen Konservierungsprozeß und Technologie andererseits werden systematische und schrittweise Verbesserungen ergeben. Technische Fortschritte werden ganz wesentlich darauf abzielen, ein Grundfutter mit den ernährungsphysiologisch erwünschten Kennwerten hoher Energiegehalt und hohe Verdaulichkeit verlustarm und in gleichmäßiger Beschaffenheit zu konservieren.

In erster Linie werden die Verfahren Vorwelsilage und Heißlufttrocknung in Frage kommen. Ihre Mechanisierbarkeit ist bereits hoch. Sie bieten in verschiedenen Abschnitten noch wirkungsvolle Ansatzmöglichkeiten zu Verbesserungen. Auf die Unterstützung durch umweltfreundliche Agrochemikalien wird man nicht verzichten können und sollen. Ihr Einsatz, ebenso wie der von mehr Energie, tragen zur Risikominderung bei.

Literatur

- 1 BLATTMANN, W.: Ergebnisse eines langj. Weideleistungsversuchs mit und ohne Beregnung. - Unveröffentlichte Institutsergebnisse 1972, Braunschweig-Völkenrode.
- 2 BML: Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1971.
- 3 BURGSTALLER, G.: Zur Futteraufnahme bei Alleinfütterung von heißluftgetrocknetem Gras. - Das wirtschaftseigene Futter, Bd. 18 (1972), 134 - 139.
- 4 DERBYSHIRE, J.C. et. al: Evaluation of dewatering and wilting as moisture reductions methods for hay-crop silage. - Agronomy J., Vol. 61 (1969), 928 - 931.
- 5 DÖRFLER: Die Konservierung von Grünfutter. - Manuskript Nov. 1971.
- 6 EISENMANN, H.: Zukunftsperspektiven der Landwirtschaft in Bayern. Bayern auf dem Wege in das Jahr 2000, 1971.
- 7 ERBELDING, H. und P. DANIEL: Über die Möglichkeiten der Kühlagerung von zerkleinertem Grünfutter in Luft und CO₂-Atmosphäre. - Landtechn. Forschung, Bd. 19 (1971), 123 - 126.
- 8 FINK, F.: Die Konservierung von Körnemaïs und Getreide mit Propionsäure. - Landtechnik, Bd. 26 (1971), 334 - 338.
- 9 GREEN, J.O.; CORALL, A.J.; TERRY, R.A.: Grass species and varieties - relationships between stage of growth, yield and forage quality. - Grassl. Res. Inst., Hurley. Techn. Rep. No. 8, Febr. 1971.
- 10 HANF, C.H.: Anpassungschancen landw. Betriebe an kostenminimale Bestandesgrößen in der Milchviehhaltung. - Schrift.d.Ges.f.Wirtschafts- u. Sozialwissenschaften, Bd. 7, 1969.
- 11 HENNIG, A.: Überlegungen zur Gestaltung der Futterwirtschaft und Fütterung unter industriemäßigen Produktionsbedingungen. - Wiss. Z. d. Friedr. Schiller Univ. Jena, Bd. 17 (1968), 587 - 598.
- 12 HERBST, E.: Futterpflanzen - Sikkation. - Diss. Landw. Hochschule Bernburg, DDR, 1968.
- 13 HILBERT, M.: Wachstumsrhythmus von Grünlandarten und Möglichkeiten seiner Beeinflussung. - Z. Acker- u. Pflanzb., Bd. 131 (1970), 137 f.
- 14 HONIG, H.: Einfluß unterschiedlich anaerober Lagerungsbedingungen auf den Gärverlauf. - Berichte d. 3. Kongr. d. Europ. Grünlandvereinigung, Braunschweig 1969, 173 - 182.
- 15 HONIG, H. u. SCHILD, G.J.: Untersuchungen über die Silierfähigkeit von Wickelbriketts. - Landbauforschung, Bd. 20 (1970), 101 - 106.
- 16 KAUFMANN, W.: Verdauungsphysiologische Messungen zur biologischen Fütterungstechnik bei Milchkühen. - Kieler Milchwirtsch. Forschungsberichte, Bd. 24 (1972), 139 - 155.
- 17 KLAPP, E.: Wiesen und Weiden. - 4. Auflage, 1971.
- 18 KLUSMANN, W.: Betriebswirtschaftl. Mitteilungen der LK Schleswig-Holstein. - Beitragsfolge Nr. 169 - IX. Silomais, 1969; Beitragsfolge Nr. 200/201 - XXI. Silomais, 1971.

- 19 KROMER, K.H.: Mechanisierung der Futterwirtschaft in den USA. - Grüne Schriftenreihe d. Landtechnik Weihenstephan 1971, H. 13.
- 20 KTBL: Landwirtschaft der Zukunft - Tendenzen der Entwicklung. - Manuskriptdruck Nr. 32, Frankfurt 1971.
- 21 KUCHS, W.: Die voraussichtliche Entwicklung der Bodenproduktion in den Wirtschaftsgebieten der Bundesrepublik Deutschland bis 1980. - Z. Agrarwirtschaft, 1969, SH 38.
- 22 LAUBE, W. u. HENK, G.: Untersuchungen über Heißlufttrocknung.
1. Verluste an Rohnährstoffen und Karotin
2. Verluste an verdaulichen Nährstoffen.
Archiv f. Tierernährung, Bd. 18 (1968), 428 - 436 u. 437 - 446.
- 23 MATTHIES, H.J.: Entwicklungstendenzen auf dem Gebiet der Halmfuttertechnik. - Berichte d. 3. Kongr. d. Europ. Grünlandvereinigung, Braunschweig 1969, 315 - 326.
- 24 Wie steht es mit der Heubrikettierung. - Mittlg. d. DLG, Bd. 86 (1971), 524 - 526.
- 25 MOHN, R.: Vorläufige Auswertung einer Expertenbefragung m.H. der Delphi-Methode über mögliche technische Fortschritte in der Rauhfutterbereitung. - Bisher unveröffentl. Manuskript, Stuttgart - Hohenheim 1972.
- 26 NEHRING, K.: Qualitätsprobleme der Züchtung von Futtergräsern. - Berichte für Pflanzenzüchter 1968 (II.), 19 - 26, Quedlinburg.
- 27 OLTMANN, W.J. u. ALBERS, K.D.: Maisanbau erst am Anfang der Entwicklung? Ernährungsdienst, Bd. 27 (1972), S. 11.
- 28 PFAU, R.: Verfügbare Feldarbeitstage für die verschiedenen Verfahren der Futterernte. KTBL Manuskriptdruck Nr. 38, 1971.
- 29 PHILIPSEN, P.J.J.: Methods of drying and changes in the crop especially after killing the standing crop by thermal treatment. Proc. 3. Kongr. d. Europ. Grünlandvereinigung, Braunschweig 1969, 77 - 80.
- 30 Heat treatment of growing crops. - Publikation Nr. 223, 1970, IBVL, Wageningen.
- 31 PIRKELMANN, H.: Bringt chemisches Vorwelken Fortschritte in der Halmfutterernte? Mittlg. d. DLG, Bd. 86 (1971), 552 - 554.
- 32 Die chemische Desikkation von Halmfutter im stehenden Bestand. - Das wirtschaftseigene Futter, Bd. 18 (1972), 140 - 153.
- 33 PLATE, R.: Landwirtschaft 1980 - Voraussichtliche Entwicklung der Nachfrage nach Agrarprodukten sowie der Produktion, des Aufwandes und der Wertschöpfung der Landwirtschaft in der BRD bis 1980. Zur Sache, Bd. 2 (1971), 37 f.
- 34 RAYMOND, W.F.: Ziele in der Futterpflanzenzüchtung. - Acker- und Pflanzenbau, Bd. 125 (1967), 319 - 330.
- 35 The nutritive value of forage crops. - Advances in Agronomy, Bd. 21 (1969).
- 36 REINHARDT, H. u. STEINHAUSER, H.: Beitrag zur ökonomischen Beurteilung der Heißlufttrocknung. - Das wirtschaftseigene Futter, Bd. 18 (1972), 125 - 133.
- 37 RIEDER, J.B.: Hohe Nährstoffgaben zu voralpinen Grünlandflächen in Verbindung mit Vielschnittnutzung und Heißlufttrocknung. - Vortrag Limburgerhof, Januar 1972, vielfältigstes Manuskript.

- 38 RIEMANN, U. et. al: Automatische Anlage zur biologischen Fütterung von Milchkühen. Kieler Milchwirtsch. Forschungsberichte, Bd. 24 (1972), 157 - 165.
- 39 RIEMANN, U. u. VOGT, C.: Mechanisierungsverfahren in der Maiskolbenernte. - Landwirtschaftsbl. Weser-Ems, Bd. 119 (1972), 10 - 12.
- 40 RINTELEN, P.: Mais - ein Handbuch über Produktionstechnik und Ökonomik. - DLG-Verlag, Frankfurt, 1971.
- 41 SCHNEEBERGER, H.: Das wirtschaftseigene Futter - aktuelle Probleme der Verwertung. Schweiz. Landw. Monatshefte, Bd. 49 (1971), 213 - 225.
- 42 SCHUSTER, W.: Die Ertragssteigerungen bei einigen Kulturpflanzen von 1952 bis 1969. - Z. Acker- u. Pflanzenbau, Bd. 132 (1970), 189 - 206.
- 43 SIMON, H.: Die Perspektive des Ackerfutterbaues mit Gräsern und sich daraus ergebende Forderungen an die Züchtung. - Berichte f. Pflanzenzüchter 1968, II/S. 3 - 18, Quedlinburg.
- 44 STEINHAUSER, H.: Landwirtschaft 1980 - Regionale Aspekte der Wirtschaftsentwicklung - spezielle Berücksichtigung einzelbetrieblicher Verhältnisse. - Aus den Anhörungen des Ausschusses f. Ern., Landw. u. Forsten. Zur Sache, Bd. 2 (1971), S. 129 f.
- 45 STELZLE, M.: Der selbstfahrende Futterernter. - Landtechnik, Bd. 14 (1971), 370 - 372.
- 46 THIEDE, G.: Technologische Fortschritte und Erzeugungszuwachs. - Agrarwirtschaft, Bd. 21 (1972), H. 5.
- 47 VOIGTLÄNDER, G.: Der Wachstumsverlauf auf Weiden und Mähweiden. - Landbauforschung Völkenrode, Bd. 13 (1963), S. 21.
- 48 WAGNER, M.: Bauarten und Einsatzmöglichkeiten des Selbstfahrer-Ladewagens. - Landtechnik, Bd. 14 (1971), 440 - 444.
- 49 WAREING, P.F.: Plant Science and Food production. - Advancement of Science, Bd. 27 (1970), 38 - 47.
- 50 WEISE, F.: Forschung im Bereich des BML. - Jahresbericht 1968, S. Q 60 Inst. f. Grünlandwirtschaft - Mikrobiologie.
- 51 WENNER, H.L.: Aspekte der zukünftigen Landtechnik. - Agrarwirtschaft 2000 - Beiträge zu einer langfristigen Prognose - 1968, H. 24 der AVA.
- 52 WIENEKE, F.: Neue Verfahren in der Halmgutaufbereitung. - Grundl. der Landtechnik, Bd. 21 (1971), 161 - 166.
- 53 WIENEKE, F. u. HARTMANN, D.: Anwendung von Propionsäure zur chemischen Aufbereitung von Halmfutter. - Das wirtschaftseigene Futter, Bd. 17 (1971), 147 - 152.
- 54 ZIMMER, E.: Futterkonservierung - Voraussetzung leistungsstarker Veredlung. - Vortrag Jahrestagung der AG Futterkonservierung in Hannover 27.6.1968 (ervielfältigtes Manuskript).
- 55 - Factors affecting fermentation in silo. - Technological Papers. - Int. Silage and Research Conference, Washington D.C. 1971, S. 58 - 78.
- 56 - Agrochemische Verfahren in der Halmgutaufbereitung und Halmgutkonservierung. - Grundl. der Landtechnik, Bd. 22 (1972), 7 - 10.