

Landwirtschaftliches Unternehmer - Seminar Gut Schlüterhof

Heft 2

1978

Maisanbau und innerbetriebliche Verwertung

Veranstalter:
Firma Anton Schlüter München
Werk Freising

Beratung:
Landtechnik Weihenstephan
Institut für Landtechnik
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik
Landtechnischer Verein in Bayern e. V.

| | |
|---|-------|
| ... | Seite |
| ... des Landes... | 5 |
| ... des Landes... | 26 |
| Maisanbau und innerbetriebliche Verwertung | |
| ... | 52 |
| ... von Dr. Kurt Hempel. | 58 |
| ... von Universitäts- | 66 |
| ... von Dr. Arno | 79 |
| ... von i.D. Dr. Manfred | 111 |
| ... von Dr. habil. Manfred Zoller. | 141 |
| ... von Dr. habil. Hermann Kötter | 153 |
| ... von Dr. habil. Hermann Kötter. | 173 |

Maisanbau und innerbetriebliche Verwertung

bode

Eine Zusammenfassung landtechnischer Fachvorträge, die von ihren Verfassern anlässlich der Landwirtschaftlichen Unternehmerseminare auf Gut Schlüterhof im Februar 1978 gehalten wurden.

| | Seite |
|---|-------|
| 1. Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbskraft des Körnermais- und Silomaisanbaus; von RD Dr. Heinrich Neumann, Bayer. Landesanstalt für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur, München | 5 |
| 2. Züchterische Tendenzen und Sortenwahl; von RD Johannes Zscheischler, Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Freising-Weihenstephan | 26 |
| 3. Pflanzenschutzprobleme im Mais; von RD Dr. Klaus König, Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, München, Abt. Pflanzenschutz | 52 |
| 4. Optimale Düngung bei Mais; von Dr. Kurt Hempler, Guano-Werke AG, Hamburg | 56 |
| 5. Moderne Bestelltechnik im Maisanbau; von Universitätsdozent Dr. habil. Manfred Estler, Institut für Landtechnik, Freising-Weihenstephan | 65 |
| 6. Ernte und Trocknung von Körnermais; von AOR Dr. Arno Strehler, Bayer. Landesanstalt für Landtechnik, Freising-Weihenstephan | 79 |
| 7. Beurteilung von Silomais-Erntegeräten; von LD Dr. Manfred Schurig, Bayer. Landesanstalt für Landtechnik, Freising-Weihenstephan | 117 |
| 8. Ein neues Verfahren zur Ernte und Verwertung des Maiskolbens; von BD Dr. -Ing. R. W. Klaus Grimm, Bayer. Landesanstalt für Landtechnik, Freising-Weihenstephan | 124 |
| 9. Kolbenernte mit Mähdrescher, Pflückdrescher und Spezialmaschinen; von Univ. Doz. Dr. habil. Manfred Estler, Institut für Landtechnik, Freising-Weihenstephan | 141 |
| 10. Ökonomische Beurteilung der Körnermais-Ernteverfahren; von Prof. Dr. Hugo Steinhauser, Inhaber des Lehrstuhls für Wirtschaftslehre des Landbaues, Freising-Weihenstephan und Dipl. -Ing. agr. Hermann Kraxner | 152 |
| 11. Mais als Futtergrundlage für die Rinder- und Schweinemast; von ORR Dr. Gustav Burgstaller, Bayer. Landesanstalt für Tierzucht, Grub | 172 |

12. Silageentnahme und Fütterungstechnik für Rinder;
von OLR Dr. Heinrich Pirkelmann, Bayer. Landesanstalt
für Landtechnik, Freising-Weihenstephan 181
 13. Aufstallungssysteme für Bullenmast und Kälberaufzucht;
von OLR Dr. Josef Boxberger, Bayer. Landesanstalt
für Landtechnik, Freising-Weihenstephan 191
1. Nährstoffliche Tendenzen und Sortenwahl; von RD Johann
Nachschler, Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur und
Pflanzenbau, Freising-Weihenstephan 26
 2. Pflanzenschutzprobleme im Mais; von RD Dr. Klaus Köberl,
Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau,
München, Abt. Pflanzenschutz 62
 3. Optimale Düngung bei Mais; von Dr. Kurt Bempfer,
Gano-Werke AG, Hamburg 68
 4. Moderne Bestäubung im Maisanbau; von Univ.-Prof.
Dr. habil. Manfred Ecker, Institut für Landtechnik,
Freising-Weihenstephan 69
 5. Ernte und Trocknung von Körnermais; von AOR Dr. Arno
Strohner, Bayer. Landesanstalt für Landtechnik, Freising-
Weihenstephan 79
 6. Beurteilung von Stroh- und Strohresten; von LD Dr. Manfred
Schäfer, Bayer. Landesanstalt für Landtechnik, Freising-
Weihenstephan 117
 7. Ein neues Verfahren zur Ernte und Verwertung des Mais-
kolbens; von RD Dr.-Ing. R. W. Klaus Grimm, Bayer.
Landesanstalt für Landtechnik, Freising-Weihenstephan 124
 8. Kolbenreste mit Mährescher, Pflückrescher und Spe-
zialmaschinen; von Univ.-Prof. Dr. habil. Manfred Ecker,
Institut für Landtechnik, Freising-Weihenstephan 141
 9. Ökonomische Bedeutung der Körnermais-Erntevorgänge;
von Prof. Dr. Hugo Steinhauser, Institut für Landtechnik
für Wirtschaftliche des Landbaus, Freising-Weihenstephan
und Dipl.-Ing. agr. Hermann Kasper 152
 10. Mais als Futtermittel für die Rinder- und Schweinemast;
von OLR Dr. Gustav Engelhardt, Bayer. Landesanstalt
für Tierrecht, Gred 177

Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbskraft des Körnermais- und Silomaisanbaus

von RD Dr. Heinrich Neumann, Bayerische Landesanstalt für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur, München

Wirtschaftliche Gründe für die Ausdehnung des Maisanbaus

Die überaus starke Ausdehnung des Maisanbaus in unserem Klimagebiet während der letzten zwanzig Jahre, die anscheinend noch nicht zum Stillstand kommt, wurde an anderer Stelle belegt. Sie hat einmal ihre Gründe in außergewöhnlichen Fortschritten beim Maisanbau selbst, auf den Gebieten der Züchtung, der speziellen Landtechnik und der allgemeinen Produktionstechnik. Außerdem entwickelten sich fast gleichzeitig in der tierischen Produktion sowohl intensivere Haltungs- und Fütterungsverfahren als auch arbeitsteilige Organisationsformen - Zukauf von Ferkeln und Kälbern in größerem Umfang zur Schweine- und Rindermast-, die die Verwertung von Körner- und Silomais in den Betrieben erheblich begünstigen. Bei der spezialisierten Bullenintensivmast mit Silomais kann man von einem völlig neuen Produktionsverfahren der Rindermast sprechen, für das der moderne Silomaisanbau nicht nur den Anstoß gab, sondern bahnbrechend war. Auch der Körnermaisverkauf ist längst nicht mehr auf die ursprüngliche Außenseiterrolle beschränkt, sondern sichert beim derzeitigen Umfang den Mais in seiner Bedeutung als planmäßige arbeitsextensive Verkaufsfrucht.

Diese Vielfalt der Produktions- und Verwertungsmöglichkeiten ist unter unseren Breiten keiner anderen landwirtschaftlichen Nutzpflanze gegeben. Dazu kommen noch andere Vorzüge des Maisanbaus: Körnermais ist eine Druschfrucht mit entsprechend geringem Arbeitsbedarf; Silomais erlaubt ebenfalls vollmechanisierte Ernteverfahren, auch Einmannverfahren, mit sehr hoher Arbeitsproduktivität im Vergleich zu anderen Futterpflanzen. Mit zünftigem Maisanbau lassen sich hohe Arbeitsproduktivität und hohe Flächenproduktivität sinnvoll kombinieren, erleichtert durch den günstigen Arbeitsausgleich, den Körnermais- und Silomaisernte in Getreide- und Futterbaubetrieben mit sich bringen.

Schließlich sind noch der hoch zu bewertende Futterausgleich bezüglich Nährstoffen und Nährstoffkonzentration durch Mais besonders in den Futterbaubetrieben zu nennen und seine Bedeutung als "Blattfrucht" im Rahmen der Fruchtfolge. Viehstarke Betriebe schätzen außerdem seine Fähigkeit, als Körnermais und Silomais hohe Güllegaben gut zu verwerten.

Maisanbau als Grundlage der Betriebsorganisation

Sicherlich wird der Mais zum größten Teil noch auf relativ kleinen Flächen in einer Vielzahl von Betrieben angebaut, ohne deren Organisation wesentlich zu beeinflussen. Auch unter solchen Bedingungen können durchaus viele seiner Vorteile genutzt werden, sofern sie nicht durch eine kostspielige Eigenmechanisierung wirtschaftlich aufgezehrt werden. Voll kommen die wirtschaftlichen Vorzüge des Maisanbaus jedoch erst zur Geltung, wenn er Schwerpunkte in der Betriebsorganisation bildet und diese Schwerpunkte nach Produktionsrichtung und Anbauumfang im Einzelfall zweckmäßig gewählt sind.

Anpassungsmaßnahmen über verstärkten Maisanbau zur Einsparung von Arbeit, Kapital und Kosten wurden durch Anbau von Mais als Verkaufsfrucht ebenso möglich wie bedeutende Produktivitätssteigerungen z. B. durch ausgedehnten Silomaisanbau mit spezialisierter Bullenmast und entsprechend sehr hohem Kapitalbedarf. Viele technisch und wirtschaftlich vertretbare Zwischenstufen und Übergänge zwischen den ausgeprägten Organisationsalternativen ermöglichen auch spezielle Problemlösungen in besonders gelagerten Einzelfällen. Mais ermöglicht also eine Betriebsvereinfachung, erfordert sie aber nicht.

In spezialisierten Körnermaisbetrieben wird der jeweils günstigste Anbauumfang ermittelt (langjährige Ertragsrelation, Verwertungsmöglichkeit, Schlagkraft bei Maisernte und -konservierung) und planmäßig eingehalten. Auch in günstigen Anbaulagen sind die Ertragsschwankungen beim Mais allerdings beträchtlich, besonders wenn man statt überregionaler Daten diejenigen von Einzelbetrieben heranzieht. Diese Schwankungen lagen während der letzten 10 Jahre beim Körnermais meist im Bereich von 14 - 23% um den Durch-

schnittswert. Sie sind beim Silomais zwar weniger leicht erkennbar, aber ähnlich ausgeprägt, wenn TS-Gehalt und TS-Ertrag je ha erfaßt werden.

Die Maisverwertung über Schweine- oder Bullenmast kann je nach Preiszyklen diese Ertragsschwankungen abschwächen oder verstärken. Aus diesen Gründen ist besonders bei Betrieben mit stärkerem Maisanbau bei allen Planungen und Betriebskontrollen auf die Nachhaltigkeit der Daten zu achten. Dieses bestehende Ertragsrisiko ist nicht mit Durchschnittsertrag und Wirtschaftlichkeit zu verwechseln und erfordert geradezu langfristige Betrachtung und planmäßiges Handeln. Aus der Entwicklung der Anbaustatistiken bzw. dem Schwanken der Körnermaisbauflächen ist jedoch zu ersehen, daß noch zu viele Betriebe beim Körnermais der vermeintlichen "Erntekonjunktur" erfolglos nachlaufen: Nach besonders guten Erntejahren wird der Anbau ausgedehnt und umgekehrt.

Höher ist das Risiko einzustufen, wenn in ungünstigen Erntejahren auch die Druschfähigkeit des Maises gefährdet ist, wie z. B. in Grenzlagen des Körnermaisbaues. Das Verfahren Lieschkolbenschrot, das die Verwertung über die Schweinehaltung erfordert, kann unter solchen Bedingungen das Risiko erheblich begrenzen.

Da Silomais in einem früheren Reifestadium geerntet wird, ist sein Anbau mit geringeren Ernterisiken verbunden. Allerdings können sich in ungünstigen Ertragsjahren optische Täuschungen ergeben: Bei annähernd gleichem Mengenertrag in dt/ha sinken u. U. witterungsbedingt Trockensubstanzgehalt und damit Nährstoff-ertrag und -konzentration erheblich. Dennoch sind die klimatischen Ansprüche geringer und der Silomaisanbau deshalb weiter verbreitet. Besonders in den letzten Jahren haben sich bei einer gewissen Stagnation des Körnermais die Silomaisflächen kontinuierlich weiter ausgedehnt. Wenn auch die Anbauflächen noch überwiegend über eine Vielzahl von Gemischtbetrieben verstreut sind und dort die betriebliche Futtergrundlage für die Rinderhaltung ergänzen und meist aufwerten, nimmt die Bedeutung des Silomaises

als betrieblicher Schwerpunkt zu. Auch voll spezialisierte Silomaisbetriebe (Mais auf 100% der Ackerfläche) sind bereits zu finden. Der verstärkte Silomaisanbau in Einzelbetrieben bildet meist die Grundlage für neue Verfahren der arbeitsteiligen und intensiven Rindermast.

Der Körnermais hat bei der Verfütterung physiologische und wirtschaftliche Bedeutung entsprechend den Substitutionsverhältnissen zu anderen Futterkomponenten und im Rahmen bestimmter Nebenbedingungen. Darüber hinaus ergeben sich keine weitergehenden Auswirkungen auf das Produktionsverfahren Schweinemast. Anders beim Silomais. Die Vereinfachung der Fütterungstechnik bei Silomais als alleinigem Grundfutter und die relativ hohe Nährstoffkonzentration bei 25 - 30% TS haben die Rindermast "revolutioniert". Die stark gestiegene Fütterungsintensität wirkt sich ganz erheblich auf die erzielbaren Zunahmen, Qualitäten und Erzeugerpreise aus. Die vereinfachte Fütterungstechnik hat neue Möglichkeiten bei Stallbau und Haltungsverfahren eröffnet, die ab bestimmten Bestandesgrößen beachtliche Rationalisierungseffekte mit sich bringen. So wird von manchen Ackerbaubetrieben schon die gesamte Fläche von ca 50 ha jährlich mit Silomais bebaut, um entsprechende Bestandsgrößen von etwa 300 Mastbullen halten zu können.

Eine Variante für den Einbau des Silomaises in die Betriebsorganisation stellt die "Rotationspacht" dar. Sie dient dem Pächter zur Erweiterung der eigenen Silomaisfläche und verhilft dem Verpächter zu einer Blattfrucht im Rahmen der Fruchtfolge. Letzteres kann dort besondere Bedeutung erlangen, wo sowohl der Anbau von Blattfrüchten zum Verkauf standortbedingt als auch die Rindviehhaltung im eigenen Betrieb auf Schwierigkeiten stoßen. Schließlich ist auch noch die Bedeutung des Silomaises als Verkaufsfrucht zu erwähnen, bisher im wesentlichen auf Notfälle beschränkt: Katastrophenjahre mit nicht ausgereiftem Körnermais oder Futternotstand infolge Trockenheit und vorzeitige alternative Nutzung von Körnermais. Aber in weniger günstigen Randlagen des Ackerbaus, im Übergangsbereich zu Grünlandgebieten, finden sich bereits Einzelbeispiele für planmäßigen Anbau von Silomais zum Verkauf an andere Betriebe. Dabei ist eine objektive Bewertung und Abrechnung Voraussetzung für eine dauerhafte Lösung zum beiderseitigen Nutzen.

Körnermais

Die Anbauwürdigkeit des Körnermaises hängt im Einzelfall von seiner Wirtschaftlichkeit unter speziellen Betriebsbedingungen ab. Diese ergibt sich aus dem erzielbaren Deckungsbeitrag, der speziellen Festkostenbelastung und dem Arbeitsbedarf nach Termin und Höhe im Vergleich zu anderen Früchten. Grundlage sind "nachhaltige", d. h. im Durchschnitt mehrerer Jahre sich ergebende Erträge und Aufwendungen.

Die vier Tabellen geben dazu eine Übersicht. Dabei handelt es sich um schematisierte Beispiele, die selbstverständlich eine spezielle Prüfung im Einzelfall mit möglicherweise abweichender Ertrags- und Aufwandsstruktur nicht ersetzen können. Zugrunde liegen langjährige Aufwandsmengen praktischer Betriebe im bayerischen Raum zum 1977/78 geltenden Kostenniveau. Die variablen Maschinenkosten bei Eigenmechanisierung (Treibstoff, Reparaturen) umfassen nicht nur die Spezialmaschinen, sondern auch Schlepper, Bodenbearbeitungsgeräte usw.. Die Trocknung bezieht sich auf 100% Körnermais, 100% Raps, 50% Weizen und 40% Gerste in betriebseigenen Anlagen. Bei Lohn-trocknung können Abrechnungsmodus und Kosten über die Wirtschaftlichkeit des Körnermaisanbaus entscheiden. Auf Einzelheiten kann in diesem Rahmen nicht eingegangen werden. Die unterstellten Erzeugerpreise einschließlich MwSt. liegen im Rahmen der jährlichen und regionalen Schwankungen. Sie lassen sich im allgemeinen nicht direkt ab Feld erzielen, sondern setzen eigene Lagerung und z. T. Aufbereitung voraus. Der Einfluß abweichender Preise bzw. Preisrelationen kann leicht festgestellt werden. Die Festkostenbelastung bzw. Festkostendifferenzen zwischen zwei Alternativen müssen immer für den speziellen Fall ermittelt werden, wenn sie bei Entscheidungen zu berücksichtigen sind. Hier sind sie nur beispielhaft und in relativ günstiger Größenordnung angegeben. Mit entsprechenden Einschränkungen ist auch der berechnete "Überschuß" zu betrachten, der zudem noch alle Gemeinkosten des Betriebes und den Kapitalzins abdecken muß.

Der aufgeführte Arbeitsbedarf in Akh liegt höher als unter günstigen Verhältnissen. Er stellt einen Mittelwert innerhalb der vielfältigen praktischen Be-

dingungen dar, einschließlich der in der Praxis unvermeidbaren Rüst- und Verlustzeiten (Reparaturen, Witterung usw.).

Tabelle 1 veranschaulicht die Wettbewerbsverhältnisse zwischen Körnermais und Winterraps bei angegebenen Erzeugerpreisen. Ist als Vergleichsmaßstab der Deckungsbeitrag I relevant, was bei genügend Arbeitskräften und ausreichender technischer Ausstattung zutrifft, müssen fast 60% des Maisertrages bei Raps erzielt werden, um Wettbewerbsgleichheit zu erzielen. Nach Abzug des Lohnes ändert sich die Relation kaum, wenn nicht im Einzelfall die unterschiedlichen Arbeitsansprüche beider Früchte zu bestimmten Zeiten Bedeutung haben. Der Mais wird durch Spezialmaschinen und Einrichtungen (Trocknung) stärker belastet als Raps. Trotz der speziellen Belastung des Körnermaises mit höheren Festkosten müßten in günstigen Maislagen bei Raps relativ hohe Erträge und Preise erzielt werden, um konkurrieren zu können. Die Kombination von Körnermais, Raps und Getreide bewirkt allerdings eine besonders günstige Arbeitsverteilung und in genügend großen Betrieben eine sehr hohe Arbeitsproduktivität. Würde die Aufnahme oder Ausdehnung des Maisanbaus jedoch zusätzliche Investitionen für Pflückvorsatz, Trocknung und Lagerung erfordern, während bei Raps die Nutzung der vorhandenen Einrichtungen für Getreide ausreicht, ist die Wettbewerbskraft des letzteren erheblich größer. Bei dieser Kostensituation wäre in unserem Beispiel (Tab. 1) der Deckungsbeitrag II bei Raps mit dem Überschuß (abzügl. 100 DM/ha Zins) bei Mais zu vergleichen, also z. B. 60 dt Mais gegen 26 dt Raps.

Insgesamt hat die Konkurrenzfähigkeit des Rapses während der letzten Jahre wegen günstiger Preisentwicklung gegenüber dem Mais zugenommen, den gestiegene Trocknungskosten stärker belasten. Allerdings ist die weitere Entwicklung der Erträge und Preise bei den neuen erukasäurearmen Rapsarten z. Z. noch schwer einzuschätzen. Schließlich ist noch zu erwähnen, daß der Anbau von Winterraps statt von Mais in erosionsgefährdeten Hanglagen manche Probleme vermeiden kann.

Tab. 1: Die Wirtschaftlichkeit des Körnermais- und Winterrapsanbaus in Abhängigkeit vom Ertragsniveau (Beispiel S, Erläuterungen)

| Erzeugerpreis mit MwSt. | Körnermais (51,--DM/dt) | | | Wi.Raps (90,-DM/dt) | |
|--|-------------------------|-------|-------|---------------------|-------|
| Naturalertrag dt/ha | 50 | 60 | 70 | 23 | 28 |
| Rohertrag DM/ha | 2550 | 3060 | 3570 | 2070 | 2520 |
| ===== | | | | | |
| <u>Variable Kosten DM/ha</u> | | | | | |
| Saatgut | 120 | 120 | 120 | 60 | 60 |
| Düngemittel (Kornertrag) | 275 | 326 | 377 | 296 | 355 |
| Pflanzenschutz | 60 | 80 | 100 | 100 | 130 |
| Schlepper, Maschinen ¹⁾ | 165 | 175 | 185 | 170 | 182 |
| Trocknung, Lagerung | 190 | 228 | 266 | 39 | 48 |
| Hagelversicherung | 54 | 65 | 76 | 131 | 160 |
| Sa. | 864 | 994 | 1 124 | 796 | 935 |
| ===== | | | | | |
| Deckungsbeitrag I (einschl.Lohn) | 1686 | 2066 | 2 446 | 1 274 | 1 585 |
| ===== | | | | | |
| Arbeitsstunden (AKh)/ha | 15 | 16 | 17 | 16 | 17 |
| Lohn (10,-/AKh) DM/ha | 150 | 160 | 170 | 160 | 170 |
| ===== | | | | | |
| Deckungsbeitrag II (abzügl. Lohn) | 1 536 | 1 906 | 2 276 | 1 114 | 1 415 |
| ===== | | | | | |
| Festkosten o.Zins DM/ha ²⁾ | | | | | |
| Pflückvorsatz, Sägerät ³⁾ | 122 | 122 | 122 | | |
| Mähdrescher, Drillmasch. ⁴⁾ | 89 | 89 | 89 | 96 | 96 |
| Trocknung, Lagerung ⁵⁾ | 215 | 258 | 301 | 99 | 120 |
| Sa. ⁶⁾ | 426 | 469 | 512 | 195 | 216 |
| ===== | | | | | |
| Überschuß (einschl.Zins) DM/ha ⁷⁾ | 1 110 | 1 437 | 1 764 | 919 | 1 199 |

- 1) Kosten einschließlich Grundmechanisierung 2) Festkosten (AfA) bezogen
3) auf 25 ha Anbaufläche (Gemeinschaft) 4) auf 75 ha Gesamtfläche
5) auf Menge in dt
6) Festkosten können beim Mais teilweise (Doppelnutzung der Trocknung) beim Raps ganz entfallen (Doppelnutzung aller Spezialeinrichtungen mit Getreide)
7) Sämtliche Gemeinkosten des Betriebes sind noch nicht berücksichtigt (Allg. Betriebsausgaben, Löhne, Grundmechanisierung, Kapitalzins usw.)

Mais kann dagegen bei der Verwertung in der eigenen Schweinehaltung durch einen über dem Marktpreis liegenden Futterwert begünstigt werden. U. U. sind dann auch die Verfahren Feuchtmais- bzw. Lieschkolbenschrotsilage zu prüfen. Insgesamt ergibt sich aus diesen Vergleichen, daß die Bedingungen des Einzelfalles vollständig berücksichtigt werden müssen, um zu einem abgewogenen Urteil zu gelangen.

Die Tab. 2 zeigt die Wettbewerbsfähigkeit Körnermais im Vergleich zu Winterweizen und Braugerste unter bestimmten Voraussetzungen bzw. Annahmen. Bestehen von der Arbeitswirtschaft oder der technischen Ausstattung her keine Engpässe, kann als Maßstab der Deckungsbeitrag I (einschließlich Lohn) gelten. Beim Ertragsniveau von 50 - 60 dt/ha Körnermais muß dieser um etwa 6 dt/ha über dem Winterweizen liegen, um nur wettbewerbsgleich zu sein. Gegenüber Braugerste wären dazu 3 dt/ha Mehrertrag nötig (siehe auch Tab. 4, A). Wird Futtergerste nach Futterwert bzw. Erzeugerpreis dem GN-Gehalt entsprechend eingestuft (hier z. B. 48, -- DM/dt), müßte Mais um 2 dt/ha Mehrertrag im Vergleich zur Gerste bringen (inländischer Körnermais) mit 760 GN bzw. Gerste mit 712 GN). Im allgemeinen können durch den Körnermais die für das Getreide vorhandenen Mähdrescher und Einrichtungen (Fördertechnik, Trocknung, z. T. Lagerraum) zusätzlich genutzt werden, nur die Mehrkosten für den erhöhten Bedarf an Technik (Sägerät, Pflückvorsatz, evtl. Trocknung) sind dem Mais anzulasten. Dann belaufen sich die notwendigen Mehrerträge bei Mais gegenüber Weizen auf etwa 9 dt, gegenüber Braugerste auf etwa 5 dt und im Vergleich zu Futtergerste (48, -- DM/dt) auf etwa 4 dt/ha. Beim Wettbewerbsvergleich zwischen Getreide und Körnermais muß letzterem jedoch der bisher noch nicht berücksichtigte Vorfruchtwert zugute gehalten werden, der nicht nur die Erträge der Nachfrucht günstig beeinflußt, sondern auch eine entsprechende Fruchtfolgegestaltung ermöglicht.

Tab. 2: Die Wirtschaftlichkeit des Körnermais-, Winterweizen- und Sommergerstenanbaus (Braugerste) in Abhängigkeit vom Ertragsniveau (Beispiel, siehe Erläuterungen)

| Körnermais (51,-DM/dt) | | | Wi'Weizen (54,-DM/dt) | | | Braugerste (Ø 50,-DM/dt) | | |
|------------------------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|--------------------------|-------------------|--------------------|
| 50 | 60 | 70 | 40 | 50 | 60 | 30 | 40 | 50 |
| 2550 | 3060 | 3570 | 2160 | 2700 | 3240 | 1500 | 2000 | 2500 |
| 120 | 120 | 120 | 140 | 140 | 140 | 115 | 115 | 115 |
| 275 | 326 | 377 | 240 | 295 | 349 | 159 | 205 | 252 |
| 60 | 80 | 100 | 60 | 80 | 110 | 30 | 40 | 50 |
| 165 | 175 | 185 | 141 | 153 | 165 | 115 ²⁾ | 127 ²⁾ | 139 ²⁾ |
| 190 | 228 | 266 | 36 | 45 | 54 | 38 ²⁾ | 51 ²⁾ | 63 ²⁾ |
| 54 | 65 | 76 | 58 | 73 | 87 | 53 | 70 | 88 |
| 864 | 994 | 1 124 | 675 | 786 | 905 | 510 | 608 | 707 |
| 1 686 | 2 066 | 2 446 | 1 485 | 1 914 | 2 335 | 990 | 1 392 | 1 793 |
| 15 | 16 | 17 | 12 | 13 | 14 | 10,8 ²⁾ | 12 ²⁾ | 13,2 ²⁾ |
| 150 | 160 | 170 | 120 | 130 | 140 | 108 | 120 | 132 |
| 1 536 | 1 906 | 2 276 | 1 365 | 1 784 | 2 195 | 882 | 1 272 | 1 661 |
| 122 | 122 | 122 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 |
| 89 | 89 | 89 | 132 | 165 | 198 | 93 | 124 | 155 |
| 215 | 258 | 301 | | | | | | |
| 426 | 469 | 512 | 228 | 261 | 294 | 189 | 220 | 251 |
| 1 110 | 1 437 | 1764 | 1 137 | 1 523 | 1 901 | 693 | 1 052 | 1 402 |

1) 82% zu 53,— DM, 18% zu 35,— DM

2) mit Aufbereitung

Die in Tab. 4 (A) aufgezeigten Schwellenwerte sind natürlich stark von den Erzeugerpreis-Relationen abhängig. Sinkt bei gleichbleibenden anderen Preisen der Körnermaispreis z. B. um 4, -- DM auf 47, -- DM/dt, dann steigt der notwendige Mehrertrag an Mais gegenüber Getreide um etwa 5 dt (Kostenstufe I, nur variable Kosten) bzw. 7 dt/ha (Kostenstufe III, einschl. Lohn und Festkosten). Dann sinkt auch der vorstehend genannte notwendige Rapserttrag jeweils etwa um 3 dt/ha.

Während die Maisflächen seit 15 Jahren stark ausgedehnt wurden, hat der Kartoffelbau erheblich an Fläche verloren. In vielen Fällen wurden Kartoffeln direkt durch Mais, auch Körnermais, ersetzt. Die Wirtschaftlichkeit des Kartoffelbaus ist je nach Produktionsrichtung bzw. Verwertungszweck sehr differenziert und erheblichen Schwankungen unterworfen. Wegen der komplizierten Marktverhältnisse und der wirtschaftlichen Probleme bei Lagerung und Aufbereitung in der Speisekartoffel- und Pflanzguterzeugung soll hier die einfacher zu beurteilende Stärkekartoffelerzeugung, die auch mit einem geringeren Arbeitsbedarf verbunden ist, zum Vergleich herangezogen werden. Tab. 3 gibt dazu eine Übersicht bei durchschnittlichem Stärkegehalt der Kartoffeln (17%) und derzeitigen Erzeugerpreisen (1977/78). Wie zu ersehen, ist die Wirtschaftlichkeit im hohen Maße vom Ertragsniveau (und Pflanzgutpreisen!) abhängig. Beim Wirtschaftlichkeitsvergleich Körnermais - Kartoffeln ist der Deckungsbeitrag I (einschl. Lohn) nur in Ausnahmefällen als Vergleichsmaßstab angebracht, wenn nämlich der erhöhte Arbeitsbedarf der Kartoffeln von betriebseigenen Kräften leicht geleistet werden kann und deshalb nicht berücksichtigt zu werden braucht. Diese Situation ist noch am ehesten bei Stärkekartoffeln denkbar. Unter dieser Bedingung konkurriert ein guter Maisertrag von 60 dt/ha mit nur etwa 280 dt Stärkekartoffeln bei 17% Stärke (Tab. 4, B). Viel häufiger sind aber der unterschiedliche Arbeitsbedarf und Lohnaufwand zu berücksichtigen; dann können 60 dt Körnermais schon mit 340 dt Kartoffeln konkurrieren. Außerdem sind Mechanisierung und Einrichtung für den Kartoffelbau längerfristig immer als Spezialkosten zu veranschlagen, während der Körnermais zumindest teilweise Investitionen für das Getreide nutzen kann (Kostensituation III).

Tab. 3: Die Wirtschaftlichkeit des Stärkekartoffelanbaus in Abhängigkeit vom Ertragsniveau (Schema, siehe Erläuterungen)

| | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|
| Naturalertrag dt/ha (17% Stärke) | 250 | 300 | 350 | 400 |
| Rohertrag DM/ha (13,95 DM/dt) | 3487 | 4185 | 4882 | 5580 |
| ===== | | | | |
| <u>Variable Kosten DM/ha</u> | | | | |
| Pflanzgut - (Zukauf 50 DM/dt ¹⁾ | (1250) | (1250) | (1250) | (1250) |
| - Eigenv. ø 30 DM/dt. | 840 | 840 | 840 | 840 |
| Dünger | 304 | 359 | 417 | 452 |
| Pflanzenschutz | 70 | 90 | 120 | 150 |
| Schlepper, Maschinen ²⁾ | 392 | 426 | 461 | 496 |
| () ³⁾ | (288) | (313) | (339) | (365) |
| Zwischenlager, Transport (1,-/dt) | 250 | 300 | 350 | 400 |
| ===== | | | | |
| Sa. | 1856 | 2015 | 2188 | 2338 |
| ===== | | | | |
| Deckungsbeitrag I (einschl. Lohn) DM/ha | 1631 | 2170 | 2694 | 3242 |
| ===== | | | | |
| Schlepperstunden/ha | 26 | 28 | 30 | 32 |
| Ständige - u. Zusatz - AKh/ha | 41+27 | 47+33 | 44+30 | 50+36 |
| Lohn DM/ha (10,-/AKh) | 680 | 740 | 800 | 860 |
| ===== | | | | |
| Deckungsbeitrag II (abzügl. Lohn) DM/ha | 951 | 1430 | 1894 | 2382 |
| ===== | | | | |
| <u>Festkosten o. Zins DM/ha⁴⁾</u> | | | | |
| Legemaschine, Pflegegerät | | | | |
| Sammelroder, Transportfahrzeug | 475 | 475 | 475 | 475 |
| ===== | | | | |
| Überschuß (einschl. Zins) DM/ha ⁵⁾ | 476 | 955 | 1419 | 1907 |
| ===== | | | | |

1) Voller Pflanzgutzukauf in Rechnung

2) Kosten über der Schwelle bei voller Auslastung einschl. Grundmechanisierung

3) Maschinenkosten unter der Schwelle

4) Festkosten (AfA) bezogen auf 25 ha Anbaufläche, Eigenmechanisierung

5) Sämtl. Gemeinkosten des Betriebes sind noch nicht berücksichtigt (Allgem. Betriebsausgaben, Löhne, Grundmechanisierung, Kapitalzins usw.)

Weiterhin ist in Tab. 4 (B) das Mengenverhältnis Körnermais- zu Kartoffelertrag (1 : ...) angegeben, auch für den Brennereibetrieb, bei dem die Kartoffel eine wesentlich höhere Wettbewerbskraft hat. Eine Änderung des Körnermaispreises um 1, -- DM/dt bewirkt auch eine Änderung der in der Tab. aufgezeigten Kartoffelerträge um jeweils etwa 15 dt/ha.

Futterkartoffeln, die vor der Verwertung mit hohen Kosten und Verlusten gedämpft und siliert werden müssen und bei der Verfütterung zusätzlich einen erhöhten Arbeitsbedarf verursachen, können in keinem Fall mit Körnermais konkurrieren, wenn dieser gleichfalls anbauwürdig ist.

In gleicher Weise ist in Tab. 4 (C) die Wettbewerbssituation zwischen Körnermais und Zuckerrüben dargestellt. Auf entsprechenden Standorten lassen sich konkurrenzfähige Rübenenerträge meist ohne weiteres erzielen, soweit es sich um Quotenrüben handelt. Beim Mehrrübenpreis ist das im allgemeinen nicht mehr der Fall. Ferner sind die Bedingungen einer speziellen Situation dargestellt, wenn für den alternativen Rübenbau Neuinvestitionen erforderlich würden (Schlepper, Sammelroder, Transportfahrzeuge), für den Körnermais dagegen nicht.

Silomais

Wesentlich für die wirtschaftliche Einordnung des Silomaises sind Ertragsrelationen und Kosten im Vergleich zu Körnermais und zu anderen Futterpflanzen. Außerdem sind einige Nebenbedingungen in den Bereichen der Mechanisierung, Konservierung und Verwertung von Bedeutung.

Mangels objektiv gesicherter und differenzierter Werte ist man noch auf empirische Faustzahlen angewiesen. Diese besagen, daß unter Berücksichtigung der Ernteverluste beim Drusch und bei nur mittlerer Ertragslage je dt Körnermais bei gezielter Sortenwahl 150 kStE brutto an Silomais erzielt werden können und nach Abzug von 20% Nährstoffverlusten (5% Ernte, 15% Gärung) 120 kStE netto. 50 dt/ha Körnermais entsprechen demnach 6000 kStE/ha netto an Silomais.

Tab. 4: Gleichgewichtserträge von Verkaufsfrüchten im Verhältnis zu Körnermais (1977/78)

A.) Körnermais (51 DM/dt) - Getreidearten

Notwendiger Mehrertrag an Körnermais in dt/ha im Vergleich zu

| | Weizen | Braugerste | Futtergerste (712 GN) |
|-----------|--------|----------------|-----------------------|
| bei DM/dt | 54, - | 53, -(Ø 50, -) | 48, - 44, - |

Kostensituation

| | | | | |
|------------------|---|---|---|----|
| I. Kurzfristig | 6 | 3 | 2 | -4 |
| III. Langfristig | 9 | 5 | 4 | -2 |

B.) Körnermais (51 DM/dt) - Stärkekartoffeln (13,95 DM/dt 17%)

| Körnermaisertrag dt/ha | 50 | 60 | 70 | 1: | 3) |
|----------------------------|----------|----------------------------|-----|-----------|----|
| Kostensituation | Notwend. | Kart. ertrag ¹⁾ | | Brennerei | |
| | | dt/ha | | | |
| I. (kurzfristig) | 245 | 281 | 316 | 4,7 | |
| II. Var. Kosten + Lohn | 300 | 339 | 377 | 5,7 | 4 |
| III. Langfristig (o. Zins) | 316 | 353 | 389 | 6,0 | |

1) \pm 1% Stärkegehalt = \pm 8% Ertragsschwelle

2) Ertragsschwelle bei 30, -/dt Pfl gut (50, -/dt : + 15 - 10%)

3) \pm 15 - 30 DM/hl - Verwertung, DB-Ausgleich Fläche

C.) Körnermais (51 DM/dt) - Zuckerrüben

| Körnermaisertrag dt/ha | 50 | 60 | 70 | 1: |
|----------------------------|----------|----------------------------|-----|-----|
| Kostensituation | Notwend. | Rüben ertrag ¹⁾ | | |
| | | dt/ha | | |
| I. Kurzfristig | 289 | 329 | 369 | 5,5 |
| II. Var. Kosten + Lohn | 324 | 364 | 405 | 6 |
| III. Langfristig (o. Zins) | 338 | 376 | 413 | 6,3 |
| II/III. (Ausnahme) | 372 | 413 | 453 | 7 |

1) Bei Quotenrüben (10,60 DM/dt einschl. Schnitzel und MwSt).

Bei B-Rüben (7,62 DM/dt) Ertragsschwelle + 50%

Bei höheren Körnermaiserträgen verengt sich diese Relation bis auf 100 kStE netto. Außerdem schwankt sie erheblich je nach Erntejahr, bayerische Landessortenversuche (1970 - 1975) zeigten Abweichungen bis zu 20% um den Mittelwert; In weniger günstigen Körnermaisjahren ergeben sich relativ höhere Nährstoffträge bei Silomais und umgekehrt.

Tab. 5 zeigt wieder in Abstimmung auf Tab. 1 (Körnermais) Ertragsrelationen und Kosten beim Anbau von Silomais. Der Düngbedarf (nach Entzug mit Zuschlägen) liegt jedoch beim Silomais höher, da die Stengel mitgeerntet werden. Um die Kostensituation eines spezialisierten Betriebes darzustellen, wurde eine Anbaufläche von 25 - 30 ha angenommen mit sehr schlagkräftigen Arbeitsverfahren. Die Angaben über die Festkosten können wie in allen anderen Vergleichsrechnungen nur als grobe Anhaltswerte dienen. Weiterhin sind Flachsilos unterstellt zu 50 DM/m³ mit 4% Abschreibung (\emptyset 7,0 dt/m³). Nach 20 % Silierverlusten lagern 110 kStE netto/m³ Siloraum. Die variablen Kosten schwanken um 16 Dpf/kStE, die Gesamtkosten o. Zins um etwa 26 Dpf/kStE ohne wesentliche Kostendegression bei höherem Ertrag. Bei geringerer Maschinenauslastung unterhalb der Schwelle sinken die variablen Maschinenkosten beim Silomais in diesem Beispiel um etwa 20%, die Festkosten steigen jedoch entsprechend.

In der gleichen Tabelle sind vergleichsweise die Verfahrenskosten im Futterrübenanbau dargestellt. Die unterstellten Ertragsrelationen beruhen auf Auswertungen von Landessortenversuchen im bayerischen Raum (SEITNER 1977). Im langjährigen Durchschnitt 1950 - 1974 ergaben sich im Vergleich zum Silomais (mfr. und msp. Sortiment) bei Futterrüben (Rübenkörper ohne Blatt) nur 89% des Ertrages an kStE, einschließlich Blatt 110%. Da Rübenblatt heute nur mehr selten verfüttert wird, findet es hier keine Berücksichtigung. Nach HAHNEL (1977) liegen die Verhältnisse in Schleswig-Holstein ähnlich; die Rübe ist nur einschließlich Blatt dem Mais im Durchschnitt ertragsmäßig überlegen.

Tab. 5: Verfahrenskosten im Silomais- und Futterrübenanbau (Schema, siehe Erläuterungen)

| | Silomais | | Futterrüben (ohne Blatt) | |
|---|----------|-------|--------------------------|-------|
| Naturalertrag dt/ha brutto | 440 | 590 | 770 | 1025 |
| kStE/ha (20% Verluste) | 6000 | 8000 | 5400 | 7200 |
| Variable Kosten DM/ha | | | | |
| Saatgut | 120 | 120 | 170 | 170 |
| Düngemittel ¹⁾ | 389 | 537 | 442 | 584 |
| Pflanzenschutz | 60 | 100 | 135 | 175 |
| Schlepper, Maschinen ²⁾ | 329 | 381 | 391 | 443 |
| Siloanstrich, Folie (1,70 DM/m ³) | 94 | 124 | - | - |
| Lagerraum und Abdeckung | - | - | 69 | 92 |
| Sa DM/ha | 992 | 1 262 | 1 207 | 1 464 |
| Arbeitsstunden (AKh)/ha | 23 | 27 | 60 | 68 |
| Lohn (10,-/AKh) DM/ha | 230 | 270 | 600 | 680 |
| Festkosten o. Zins DM/ha ³⁾ | | | | |
| Spezialmaschinen - AfA ⁴⁾ | 300 | 300 | 274 | 274 |
| Silo- bzw. Lagerraum - AfA ⁵⁾ | 110 | 146 | 144 | 192 |
| Sa DM/ha | 410 | 446 | 418 | 466 |
| Gesamtkosten o. Zins DM/ha ⁶⁾ | 1 632 | 1 978 | 2 225 | 2 610 |
| Dpf/kStE (ohne Zins und Nutzungskst.) | | | | |
| Variable Kosten | 16,5 | 15,8 | 22,4 | 20,3 |
| Lohn | 3,8 | 3,4 | 11,1 | 9,4 |
| Festkosten o. Zins | 6,9 | 5,5 | 7,7 | 6,5 |
| Gesamtkosten o. Zins | 27,2 | 24,7 | 41,2 | 36,2 |

1) Düngemittelaufwand ohne Wirtschaftsdünger

2) Kosten über der Schwelle bei voller Auslastung einschl. Grundmechanisierung

3) Festkosten bezogen auf 4) Anbaufläche von 25 ha bzw. 5 ha

5) auf Erntemenge

6) Sämtl. Gemeinkosten des Betriebes sind noch nicht berücksichtigt (Allgem. Betriebsausgaben, Löhne, Grundmechanisierung, Kapitalzins usw.)

Als Ernteverfahren sind kostengünstige Ladewagen unterstellt, dazu Flachsilos (etwa 5 dt/m^3 , 68 kStE/m^3 mit Leerraum, $50, -\text{DM/m}^3$, $4\% \text{ AfA}$), $25 - 30 \text{ ha}$ Futterfläche. Auch in diesem Beispiel sinken die variablen Maschinenkosten bei geringerer Auslastung unterhalb der Kostenschwelle bei Grassilage um 30% , bei Kleegrassilage um etwa 25% , die Festkosten würden dann entsprechend steigen.

Nach den bereits genannten Untersuchungen (SEITNER 1977) liefern diese Futterpflanzen im großen Durchschnitt etwa $2/3$ der Nährstoffe (kStE/ha brutto) im Vergleich zu Silomais, allerdings etwa das Doppelte an Rohprotein. Dabei liegt das erste Hauptnutzungsjahr bei mehrjährigem Anbau zugrunde. Sommerjährige Leguminosen- und Gräserarten liefern im Vergleich zu Mais nur etwa 50% kStE, aber 150% Rohprotein.

Ein Vergleich in der Tab. 6 zeigt, daß der Silomais je ha etwa die gleichen variablen Kosten wie Kleegrassilage, etwas höhere als Grassilage erfordert. Beim Silomais ist die Mechanisierung an sich teurer, bei Klee-Grassilagen wirken die notwendigen mehrfachen Schnitte kostensteigernd. Flächenbezogen liegen beim Mais sowohl die Festkosten (Spezialmaschinen-AfA) als auch die Gesamtkosten höher. Bezogen auf den Nährstoffertrag (Netto-kStE) ist aber die Erzeugung von Maissilage auf allen Ebenen bedeutend kostengünstiger. Das liegt an dem wesentlich höheren Nährstoffertrag je ha, der in einem Arbeitsgang abgeerntet werden kann, dazu in einer für viele Betriebe arbeitswirtschaftlich günstigen Zeitspanne.

Bei einem vollständigen Kostenvergleich bezüglich der erzeugten kStE ist noch die unterschiedliche Nährstoffkonzentration zu berücksichtigen, die von erheblicher Bedeutung für die wirtschaftliche Verwertung des Futters ist. Im Rahmen aller möglichen Schwankungen steht hier z. B. Silomais mit 610 StE/kg Trockenmasse bei 250 g Rohfaser einer Anwelksilage mit 430 StE/kg TS bei 350 g Rohfaser gegenüber. Die Grassilage muß also noch mit Kraftfutter aufgewertet werden (z. B. $1 \text{ kg}/25 \text{ kg}$ Silage), um zur gleichen Nährstoffkonzentration zu gelangen - ihre StE wird dadurch nochmals mit zusätzlichen Kosten belastet (anders als bei Futterrüben).

Andererseits müssen beim Anbau von Silomais oder Klee gras gegebenenfalls Nutzungskosten berücksichtigt werden. Beide Früchte nehmen Ackerland in Anspruch, das auch anders genutzt werden könnte, während auf dem (absoluten) Grünland keine andere Alternative als Futternutzung besteht. Wird dieser entgangene Nutzen (= meist der Deckungsbeitrag der verdrängten Frucht) auf die erzeugte Nährstoffeinheit bezogen, so können sich je nach Betriebs-situation und Ertragslage 10 - 25 Dpf/kStE bei Silomais bzw. 20 - 40 Dpf/kStE bei Klee grassilage ergeben. Unter diesem Gesichtspunkt ist der wahlweise Anbau von Silomais mit der zwangsläufigen Nutzung (absoluten) Grünlandes nicht vergleichbar. Es wird jedoch aus den Kostenvergleichen verständlich, daß der Silomaisanbau den Grünlandumbruch - wo dieser möglich - sehr nahe legt. Die Konkurrenzfähigkeit des Klee grasses wäre gegenüber dem Mais bei gleichem Verwendungszweck ebenfalls sehr gering. In dieser Beziehung treffen jedoch ähnliche Einschränkungen wie beim Vergleich Silomais - Futterrüben zu: Der betriebswirtschaftlich zweckmäßig eingeordnete Klee grasbau hat - abgesehen von natürlichen Standortbedingungen - seine Bedeutung (nur noch) in anders gelagerten Betrieben, z. B. zur Grünfütterung im Sommer.

Silomais - Bullenmast oder Körnermais - Schweinemast?

Diese Frage wird auf entsprechenden Standorten, die beide Alternativen zulassen, häufig gestellt, wenn auch genau genommen die Schweinemast auch im Körnermaisbetrieb flächenunabhängig und damit nicht voll vergleichbar bleibt. Viele Nebenbedingungen sind bei solcher Entscheidung zu berücksichtigen. Vor allem aber spielen der unterschiedliche Kapital- und Arbeitsbedarf je nach der Situation des Betriebes die ausschlaggebende Rolle: Sie können einmal Einkommensbestandteile und im anderen Fall Kostenfaktoren darstellen. Die jeweiligen Bestandesgrößen sind wichtig für den erreichbaren Standard bezüglich Produktionsverfahren und Kostendegression. Schließlich sind die nicht ganz einfach abzuschätzenden zukünftigen Marktverhältnisse und Preisrelationen selbstverständlich von großer Bedeutung.

Ein entsprechender Vergleich ist in Tab. 7 dargestellt. Er beruht auf technisch optimalen Produktionsverfahren und auf langjährigen Preisentwicklungen und -relationen bis Ende 1977. Bei den unterstellten Erzeugerpreisen ab Hof wurden die Zuschläge, die bei einer spezialisierten Produktion und Vermarktung erreichbar sind, berücksichtigt. Der Abstand zur weniger gezielten Vermarktung ist ersichtlich. Im übrigen ist der Einfluß von Preisveränderungen leicht zu ermitteln, da sie vom Deckungsbeitrag bis zum "Vergleichswert" durchschlagen. Das für Mais-Schweinemast notwendige Kapital wurde als Eigenkapital angesetzt, der Mehrbedarf bei der Bullenmast als Fremdkapital zu 7% Zins (Neuwerte, Anfangsphase). Ebenso wurde der Mehrbedarf an Arbeit zu 12 DM/AKh berechnet.

Das Ergebnis zeigt, daß die Wirtschaftlichkeit beider Alternativen in den Maisanbaugebieten Bayerns grundsätzlich auf der gleichen Ebene lag, wobei unterschiedlicher Kapital- und Arbeitsbedarf im Einzelfall das Einkommen bestimmen. Die Schweinemast ist mit höherem Marktrisiko verbunden, gewährt aber größere Dispositionsfreiheit bezüglich Umfang der Investitionen und Einsatz der Futtermittel - die Bullenmast zwingt zu entsprechenden Größenordnungen und legt den Betrieb stärker fest. Da auch die Fähigkeiten des Betriebsleiters den Erfolg ganz wesentlich beeinflussen, sollten auch seine Neigungen nicht außer Betracht bleiben.

Tab. 7: Vergleich Silomais- und Körnermaisbau einschl. Verwertung
(Trendpreise 1975 - 1977)

| <u>Silomais - Bullenmast</u> | | <u>Körnermais - Schweinemast</u> | |
|--|--|-----------------------------------|--|
| 37 ha, 6 600 kStE/ha netto | | 37 ha, 55 dt/ha | |
| FV-Bullen 4,76 St. x 575 kg/ha | | Mastschweine 22,18 St. x 150kg/ha | |
| Bestandsgröße 200 Stück | | 350 Stück | |
| Neuwerte ¹⁾ 750 TDM (20 TDM/ha) | | 300 TDM (8 TDM/ha) | |
| Arbeit 3 070 AKh (83 AKh/ha) | | 960 AKh (26 AKh/ha) | |

Vermarktungsalternativen (Erzeugerpreise ab Hof einschl. MWSt.)

| | Großmarkt | | Spezialbetrieb | |
|----------|-----------|------|----------------|------|
| DM/kg LG | (4,14) | 4,37 | (3,13) | 3,28 |

| Deckungsbeitrag | <u>DM/ha</u> | | <u>DM/ha</u> |
|------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| Mais-Bullen | 4 422 | | Mais-Schweine 2 514 |
| Festkosten ohne Zins ./. | <u>1 230</u> | | <u>800</u> |
| Überschuß | 3 192 | | 1 714 |
| Zins-Differenz (7%) ./. | 840 ²⁾ | 630 ³⁾ | - |
| Arbeit-Differenz (12, -) ./. | <u>684</u> | <u>684</u> | - |
| Vergleichswert ⁴⁾ | 1 668 | 1 878 | 1 714 |

1) Ohne Technik der Maisproduktion

2) Neuwerte

3) Zeitwerte

4) zur Abdeckung aller weiteren und allgemeinen Kosten

Züchterische Tendenzen und Sortenwahl

von RD Johannes Zscheischler, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau Freising-Weihenstephan

Zunächst darf ich mich bei Ihnen, verehrter Herr Dr. Schlüter, herzlich dafür bedanken, daß Sie mir am Ende meiner aktiven Tätigkeit als Leiter des Maissachgebietes der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau Freising, nochmals die Gelegenheit bieten, aus meinem Fachgebiet zu berichten und mit Praktikern über den Mais zu diskutieren.

Außer zu den im Thema genannten Fragen möchte ich auch auf die Entwicklung und die Zukunftsaussichten des Maisanbaues in der Bundesrepublik Deutschland und in Bayern, sowie auf deren Ursachen eingehen. Außerdem bitte ich grundlegend auf einige wichtige Punkte der Klimaansprüche der Maispflanze hinweisen zu dürfen. Schließlich sollte die Sortenwahl auch im Zusammenhang mit der Wahl des optimalen Standraumes diskutiert werden, der wiederum entscheidend von der Wasserversorgung abhängt. Ferner gehören zur Sortenwahl auch Qualitätsfragen, wobei vor allem dem Trockensubstanzgehalt im Zeitpunkt der Ernte sowohl bei Körner- als auch bei Silomais eine große Bedeutung zukommt.

1. Entwicklung, Stand und Aussichten des Maisanbaues in der BRD

Der Maisanbau im heutigen Gebiet der Bundesrepublik Deutschland verlief in drei Wellen:

Nach dem ersten Weltkrieg diente der Silomais als Wegbereiter zur Einführung der neuzeitlichen Silofutterbereitung. In Bayern verdoppelte sich die Maisfläche dank der Arbeit des hier gegründeten Siloringes in den Jahren 1927 bis 1931 durch Anstieg von 4236 auf 8448 ha.

Die zweite Welle erfolgte im Rahmen der "Erzeugungsschlacht" vor dem 2. Weltkrieg. Hierbei wurden im Gebiet der heutigen Bundesrepublik Deutschland die Flächen bei Körnermais ab 1935 bis 1938 von 9662 auf 17 659 ha gesteigert.

Der Ertrag lag im Mittel dieser Jahre bei 27,1 dt/ha. "Silomais" ¹⁾ nahm in der gleichen Zeit nur gering von 34 960 auf 36 350 ha zu, wobei damals bereits knapp die Hälfte dieser Fläche auf Bayern entfiel (16 502 ha). Über die Kriegsjahre 1939/44 sind nur Angaben von Bayern bekannt, wo im Mittel dieser Jahre 1231 ha (22,4 dt/ha) Körner- und rund 18 000 ha Silomais angebaut wurden. Nach dem zweiten Weltkrieg fielen die Körnermaisflächen in der BRD von 1945/49 mit rund 11 000 ha (in Bayern 961 ha) über 1950/54 mit 7 218 ha bis 1955/59 auf nur 5 735 ha weiter stark ab, bis sie 1958 mit 4 396 ha (bei Silomais 1959 mit 37 723 ha) in der BRD den absoluten Tiefpunkt erreichten.

Erst in den 60er Jahren begann in einer dritten Welle der steile Aufschwung, der bei Körnermais 1972 mit 118 000 ha zunächst den Höhepunkt erreichte, danach unter dem Einfluß ungünstiger Witterung 1972 und 1974 zunächst zurückging, 1978 aber wieder auf 115 000 ha anstieg.

Die Silomaisflächen nehmen dagegen noch laufend zu. Bis 1978 haben sie sich auf 575 000 ha und damit sehr stark auf das 15-fache gegenüber der Vorkriegszeit erhöht. Der Anteil des gesamten Maisanbaues an der Ackerfläche betrug dabei 9,2 % (in Bayern 15,3%). Die Entwicklung der Silomaisfläche in den Bundesländern sowie deren geschätzter Verlauf bis 1985 ist in Abb. 1 dargestellt (WEISS, 1975).

1.1 Gründe für die Zunahme des Maisanbaues

Vergleich zwischen Silomais und konkurrierenden Futterpflanzen

Zur Klärung der relativen Anbauwürdigkeit einzelner Feldfutterarten wurden in Bayern ab 1973 Artenvergleichsversuche verschiedener Futterpflanzen durchgeführt. Dabei ergaben sich im Durchschnitt von drei Jahren und insge-

¹⁾ Statistisch wird Silomais zusammen mit Grünmais, der zur Frischverfütterung dient und ebenfalls als Hauptfrucht angebaut wird, als "Grünmais" erfaßt. Wegen der vorherrschenden Silagenutzung wird im Text vorwiegend der Ausdruck "Silomais" als Oberbegriff für beide Nutzungsrichtungen verwendet.

gesamt 21 Versuchen die in Tab. 1 aufgeführten Ergebnisse.

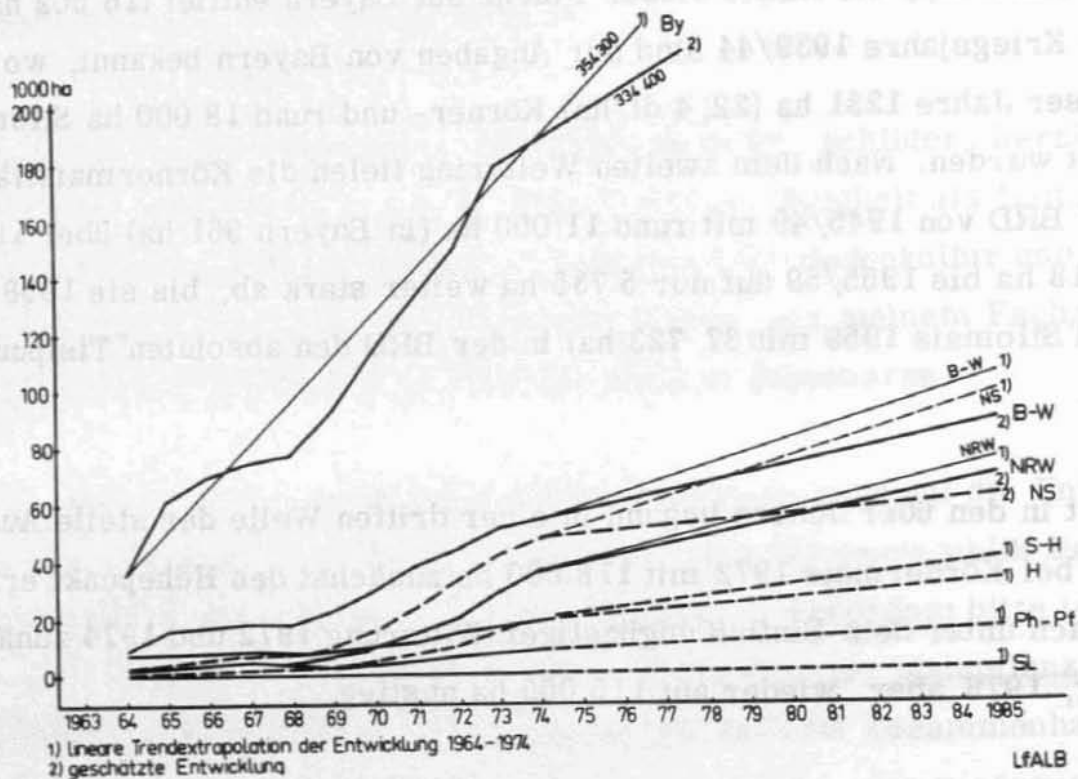


Abb. 1: Entwicklung der Silomaisfläche in den Bundesländern und geschätzter Verlauf bis 1985 (WEISS, 1975).

Tab. 1: Erträge der wichtigsten Feldfutterarten und -artenmischungen aus Vergleichsversuchen in Bayern 1973 - 1975 (LBP 75/76 und SEITNER 1978)

| Futterart | kStE/ha | | Rohprotein dt/ha | |
|----------------------------|---------|-------|------------------|-------|
| | abs. | rel. | abs. | rel. |
| Silomais | 10 831 | = 100 | 13,3 | = 100 |
| Futterrübenkörper | 9 116 | 84 | 13,4 | 101 |
| (Futterrübenblatt) | 2 239 | 21 | 7,7 | 58 |
| Futterrüben - Gesamt - | 11 355 | 105 | 21,1 | 159 |
| Mehrjährige Klee-Grasmenge | 6 422 | 59 | 25,6 | 192 |
| Rotklee | 5 894 | 54 | 24,9 | 187 |
| Sommerkleegras | 5 106 | 47 | 19,2 | 144 |
| Einjähriges Weidelgras | 5 147 | 47 | 17,6 | 132 |

Silomais wurde dabei im Gesamtnährstofftrag (kStE) nur dann von den Futterrüben insgesamt um 5% übertroffen, wenn die Blätter vollständig mit geerntet werden konnten. Mit den Rüben allein wurden nur 84% erzielt. Die mehrjährigen Rotklee- bzw. Luzernegrasmischungen erreichten nur 59% vom Silomais. Im Rohproteintrag hingegen waren diese Futterpflanzen dem Mais um 92% überlegen. Mit dem einjährigen Klee- bzw. Weidelgras wurde nur knapp die Hälfte der kStE gegenüber dem Mais erzielt.

Gute Mechanisierbarkeit von der Saat bis zur Ernte

Der Mais war früher wegen seines großen Handarbeitsaufwandes nur in den Kleinbetrieben rentabel. Nachdem es der Industrie gelungen war, Spezialmaschinen für Saat, Pflege und Ernte sowohl zur Nutzung des Maises als Körnerfrucht als auch für Silagezwecke bereitzustellen, konnte der Arbeitsaufwand von früher 350 bis 400 AKh/ha durch Vollmechanisierung bei Körnermais auf etwa 20 bzw. bei Silomais auf etwa 30 AKh/ha gesenkt werden. Dazu entwickelte die chemische Industrie für den Mais ein Spezial-Unkrautbekämpfungsmittel (Anfangs Simazin, später Atrazin), wodurch aus der "Hackfrucht" eine "Spritzfrucht" entstand, die mit einem ganz geringen Handarbeitsaufwand nahezu vollmechanisch von der Saat bis geradezu zum Maul der Tiere hin zum "Fließen" gebracht werden konnte.

Leichte und billige Konservierbarkeit und vorzügliche Verwertbarkeit von Körner- und Silomais

Bei Körnermais stellte die Trocknung zur Gewinnung einer verkaufsfähigen Ware besonders seit der Verteuerung des Heizöles ein Problem dar. In Deutschland wird jedoch der größte Teil des Körnermaises innerbetrieblich verwertet. Über das Körnermaisschrot- bzw. Kolbenpflückschrotverfahren kann der Mais ohne Energieaufwand bei relativ geringen Verlusten in entsprechenden Silobehältern leicht konserviert werden.

Da sich Silomais im Vergleich mit allen anderen Grünfütterarten am besten konservieren läßt und vor allem bei der Bullenmast von keinem anderen wirt-

schaftseigenen Futtermittel übertroffen wird, hat gerade diese Nutzungsrichtung in der Bundesrepublik und hier besonders in Bayern in den letzten Jahren außerordentlich stark zugenommen (Abb. 2). Silomais, der hier 1951 erst 4% Anteil an der gesamten Ackerfutterfläche (einschl. der Futterrübe) hatte, nahm 1977 davon bereits über die Hälfte (52%) ein.

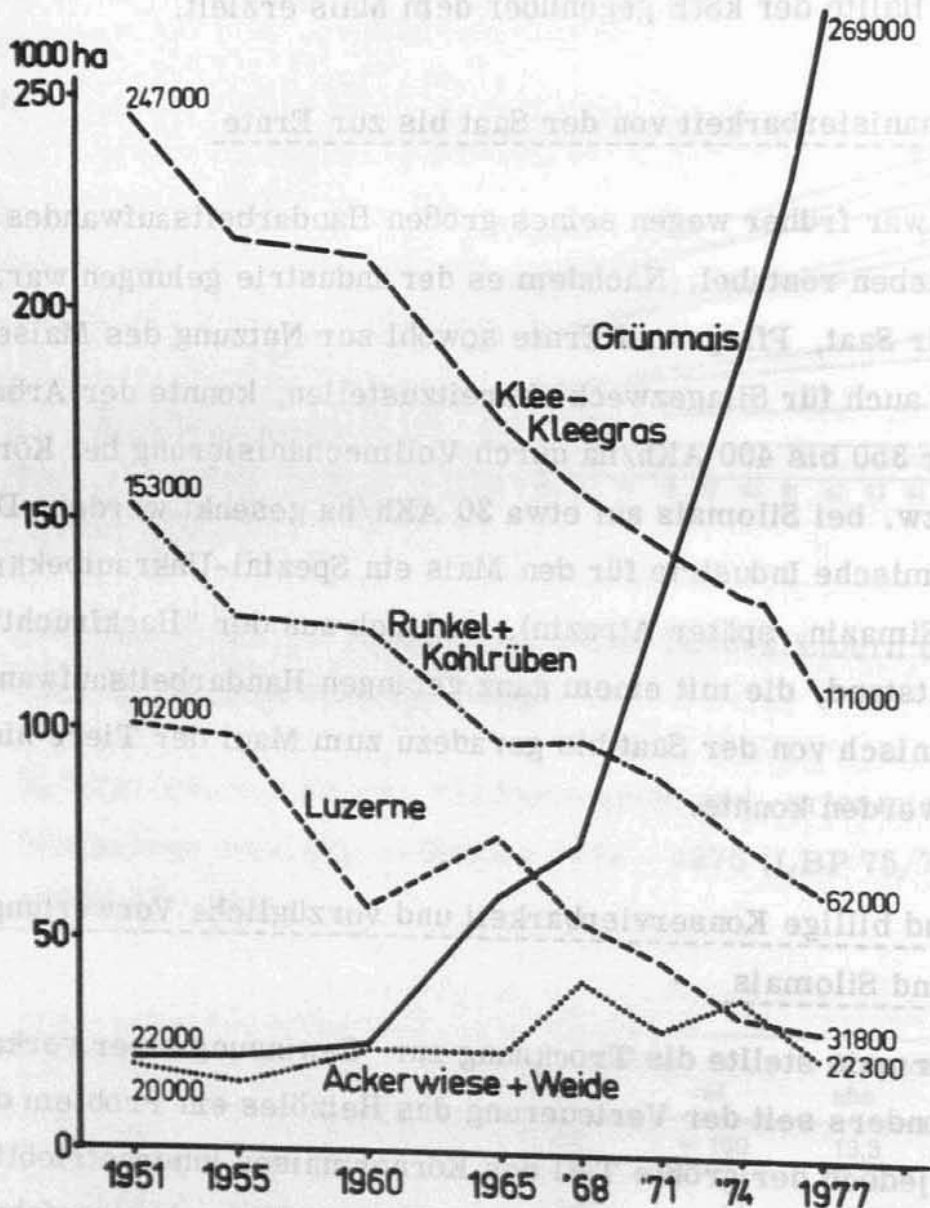


Abb. 2: Entwicklung des Ackerfutterbaues in Bayern, 1951 - 1977.

Vielseitige und günstige Eingliederungsmöglichkeit von Mais in die Betriebsorganisation

Die Verringerung der Arbeitskräfte einerseits und die Steigerung der Löhne andererseits zwangen die Landwirte immer mehr dazu, ihre Betriebe voll zu mechanisieren. Damit mußten die herkömmlichen Hackfrüchte, wie Kartoffeln und Futterrüben, wegen des zu hohen Arbeitsaufwandes vielfach aufgegeben werden. Bei reinem Getreidebau bestand die Gefahr der Zunahme von Krankheiten (Fußkrankheiten, Nematoden). Hier bot sich der Mais als "Hackfrucht über der Erde" zur Auflockerung der Fruchtfolge an. Ausgehend von den Modellbetrieben, die RINTELEN und Mitarbeiter ab 1961 in Viehhausen (Körnermais-Schweinemast) bzw. Wörlhof ab 1963 (Bullenmast) einrichteten, fanden sich bald besonders in Bayern zahlreiche Betriebsleiter, die mit recht gutem Erfolg Körner- bzw. Silomais in ihre Betriebsorganisation aufnahmen.

Bei einer Gegenüberstellung von Landkreisen mit geringem und hohem Anteil an Silomais an der Gesamt-Futterbaufläche (Wiesen, Weiden und Ackerfutterbau einschl. Futterrüben) in Bayern konnte festgestellt werden, daß in den ungünstigen Voralpengebieten Garmisch und Miesbach mit 0,3 bzw. 0,6% Anteil Silomais am Gesamtfutterbau nur 1,4 Rinder/ha Futterbau gehalten werden können. Dagegen konnte im Kreis Erding mit 26% Anteil Silomais am Gesamtfutterbau die Zahl der Rinder seit 1955 von 1,4 auf 3,1/ha Futterbau erhöht werden (Abb. 3).

Zusammenfassend ist festzustellen, daß mit Hilfe des Maises durch Organisation von Körnermais-Schweinemast- und Silomais-Bullenmastbetrieben die "Druckknopf-Farm" amerikanischer Prägung auch in großbäuerlichen Betrieben Mitteleuropas verwirklicht werden konnte. Dabei hat der Mais nicht nur zu einer inneren Aufstockung und damit zur Erhaltung vieler bäuerlicher Betriebe, sondern gleichzeitig zu einer besseren Lebensqualität - auch auf dem Lande - geführt.

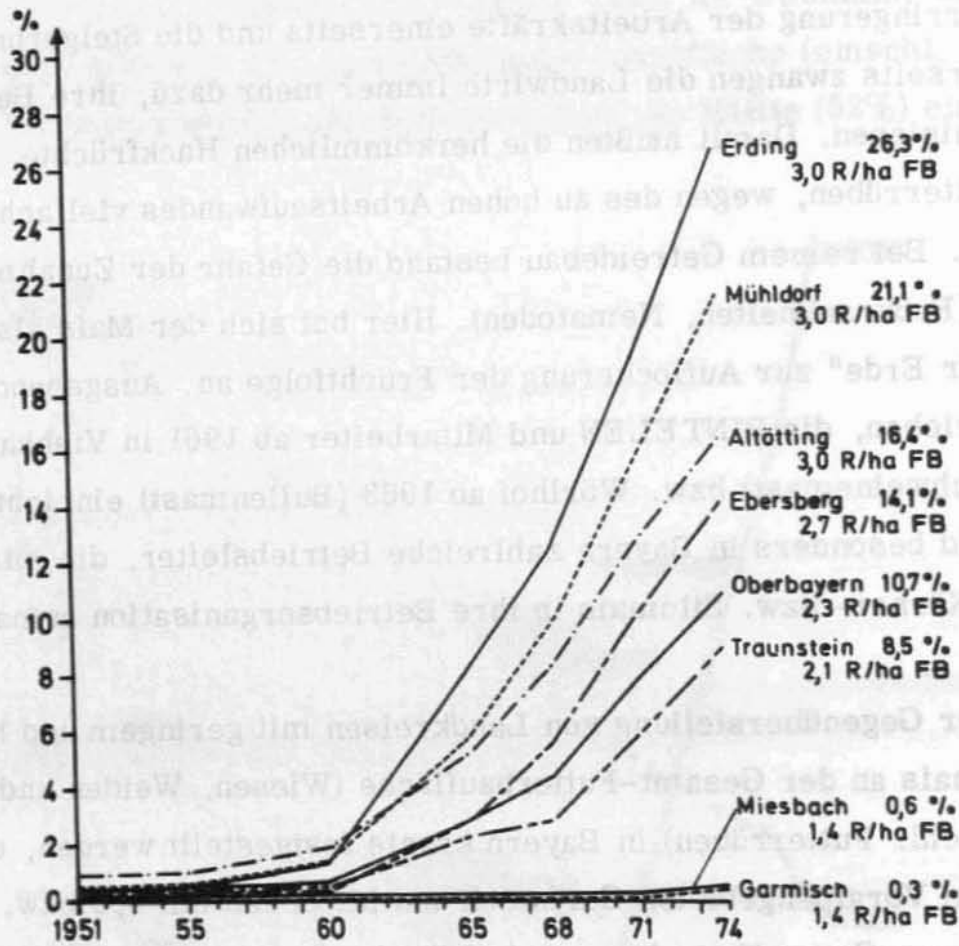


Abb. 3: Silomaisanteil am Gesamt-Futterbau in Zahl der Rinder je ha Gesamtfutterbau in einigen Landkreisen Oberbayerns 1951 - 1974.

1.2 Aussichten für den Maisanbau in der BRD

Körnermais:

Da die BRD in den letzten Jahren etwa 3 Mio t, die EWG (9 Länder) sogar 12 Mio t Mais einführen mußte, wäre der Markt für eine Ausdehnung des Maisanbaues auf rund 700 000 ha in der BRD noch weit geöffnet. Wegen unserer

ungünstigen klimatischen Lage liegt der Wassergehalt bei der Ernte so hoch, daß bei steigenden Trocknungskosten der Körnermaisbau zum Verkauf seit Verteuerung des Heizöls teilweise nicht mehr rentabel war. Dazu kommt das Wetterrisiko. So wurde nach den ungünstigen Jahren 1972 und 1974 die Aufwärtsentwicklung im Körnermaisbau der BRD vorläufig gestoppt. Vor allem sahen sich viele norddeutsche viehlose Betriebe, die gerade erst von den Kartoffeln auf Körnermais als Verkaufsfrucht umgestiegen waren, vom Mais enttäuscht.

In Betrieben, die den Mais innerbetrieblich über Körnermaisschrot- oder Kolbenpflückschrotsilage verwerten, blieb dagegen die Ölkrise ohne Auswirkung. Dank früherer Sorten mit FAO-Zahlen um 200 besteht die Möglichkeit, den Körnermaisbau zur Veredlung im eigenen Betrieb wieder auszuweiten. Hier wird Körnermais weiter mit den Kartoffeln konkurrieren, außer in den für den Mais zu kalten Mittelgebirgs- oder sonstigen ungünstigen Lagen. Andererseits bekommt der Körnermais immer mehr Konkurrenz durch Winter-Weizen bzw. -Gerste als Futtergetreide, dessen Erträge durch Züchtung und neue Anbaumethoden fast so stark zugenommen haben wie beim Mais (1,0 dt/ha/Jahr). Unter Berücksichtigung, daß infolge eines weiteren Rückgangs des Kartoffel- und Futterpflanzenanbaues gute Vorfrüchte zur Auflockerung des starken Getreidebaues immer weniger werden, wird der Körnermais als reinigende Frucht seine inzwischen eroberte Stellung nicht nur behalten, sondern allmählich noch ausweiten.

Silomais:

wird noch weiter zunehmen (siehe Abb. 1). WEISS rechnet für 1985 mit einer Fläche von 650 000 ha (davon 334 000 ha in Bayern) in der BRD. Allein, wenn nur die übrigen Bundesländer dem gegenwärtigen Beispiel Bayerns folgen würden, um ebenfalls 15% Silomaisanteil an der Ackerfläche zu erreichen, dann könnten diese Länder ihre Flächen noch gut verdoppeln. Damit würde sich die Silomaisfläche in der BRD auf über 1 Mio ha erhöhen, ohne daß man in Bayern noch mit einem weiteren Zuwachs rechnen müßte.

Zur weiteren Steigerung des Silomaisanbaues trägt auch der jährliche Zuwachs an Trockenmasse von 3,3 dt/ha bei, der sich an Hand der Ergebnisse der Landessortenversuche in Bayern 1960 - 1977 errechnen läßt (Abb. 4).

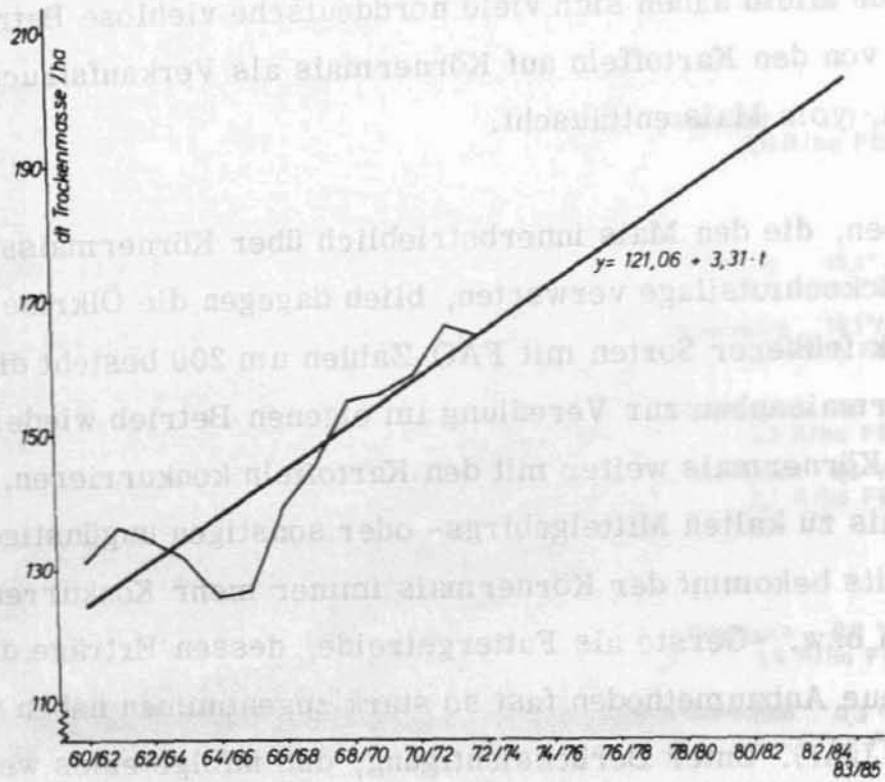


Abb. 4: Entwicklung des Trockenmasseertrages (dt/ha) bei Silomais im dreijährigen Durchschnitt der LSV in Bayern insgesamt (WEISS, 1975)

2. Wichtige Abschnitte in der Entwicklung der Maispflanze

2.1 Aufgang bis Blüte = vegetative Phase

Diese Periode läßt sich in die Abschnitte Jugendentwicklung und Schossen mit recht unterschiedlichen Entwicklungsabläufen der Maispflanze unterteilen (Abb. 5).

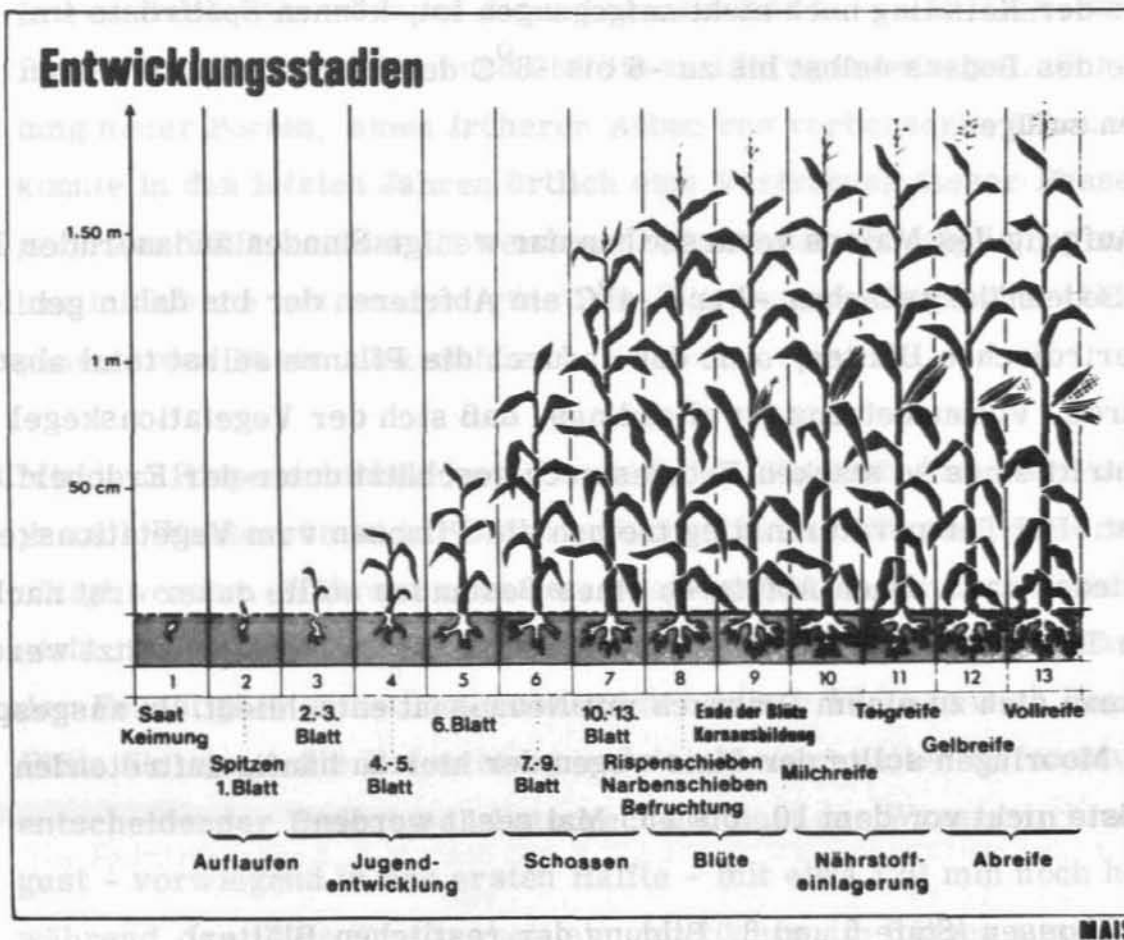


Abb. 5: Entwicklungsstadien der Maispflanze (AID 1975)

2.1.1 Jugendentwicklung (Stufe 3 und 4, Bildung des 2. bis 4. Blattes)

Der Mais entwickelt sich bei Bildung der ersten Blätter langsam und die reproductiven Organe (Rispe, Kolben) werden bereits in der jungen Pflanze angelegt. Der Wasserbedarf der jungen Maispflanze in den Monaten Mai und Juni ist zunächst mit etwa 20 bis 30 bzw. 40 bis 60 mm sehr gering, da während dieser Zeit zumindest das oberirdisch sichtbare Wachstum nur sehr langsam voranschreitet. Bei geringen Niederschlägen in dieser Periode werden die Wurzeln gezwungen, tiefer in den Boden einzudringen. Spätere Trockenperioden kann die Pflanze dann entsprechend besser überstehen. Gegenüber Frost ist der Mais je nach Entwicklungsstadium unterschiedlich empfindlich.

Solange der Keimling noch nicht aufgegangen ist, können Spätfröste im Schutze des Bodens selbst bis zu -6 bis -8°C der jungen Pflanze keinen Schaden zufügen.

Nach Aufgang des Maises verursachen nur wenige Stunden andauernder Fröste in Bodennähe zwischen -2 und -4°C ein Abfrieren der bis dahin gebildeten oberirdischen Blätter, ohne daß dadurch die Pflanze selbst total absterben würde. Voraussetzung ist allerdings, daß sich der Vegetationskegel bei Eintritt eines so starken Frostes noch geschützt unter der Erdoberfläche befindet. Bei Temperaturanstieg treiben die Pflanzen vom Vegetationskegel auch wieder nach. Nach Abfrieren eines Bestandes sollte daher erst nach einigen Tagen der Grad des Totalausfalles von Pflanzen abgeschätzt werden, bevor man sich zu einem Umbruch mit Neuansaat entschließt. In ausgesprochenen Moorlagen sollte der Mais wegen der hier zu häufig auftretenden Spätfröste nicht vor dem 10. bis 15. Mai gesät werden.

2.1.2 Schossen (Stufe 5 und 6, Bildung der restlichen Blätter)

Dieser Abschnitt bildet zusammen mit dem anschließenden Schieben der männlichen Rispen (Stufe 7) und weiblichen Quasten (Stufe 8) zur Zeit der Blüte und Befruchtung eine sehr kritische Phase im Leben der Maispflanze, da in dieser Zeit des stärksten Wachstums die Pflanze den höchsten Bedarf an Wasser und Nährstoffen hat. Innerhalb der BRD beginnt das Fahnen-schieben in der Oberrheinebene bereits in der ersten Julidekade, auf schweren Boden besonders in höheren Lagen erst Mitte bis Ende Juli. So sind Unterschiede zwischen günstigsten und ungünstigsten Lagen zwischen Ende Juni und Mitte August beim Datum bzw. 58 bis 73 Tage in der Dauer (Aufgang bis Rispen-schieben) zu beobachten. In den Grenzlagen des Körnermaisbaues ist der Zeitpunkt des Beginns der generativen Phase und damit die Wahl der richtigen Reifegruppe für die Ausreife von entscheidender Bedeutung. Zwischen den in der BRD vorwiegend angebauten Reifegruppen "mittelfrüh" (200 bis 240) und "mittelspät" (250 bis 290) bestehen im Mittel Reifezeitunterschiede von 6 bis 7 Tagen, die jedoch von Jahr zu Jahr erheblich schwanken können

In extremen Fällen können diese Unterschiede bis zu 12 Tage, zwischen Sorten der FAO-Zahl 210 und 280 bis zu 16 Tagen betragen. Durch Züchtung neuer Sorten, einen früheren Anbau und verbesserte Anbaumaßnahmen konnte in den letzten Jahren örtlich eine Verfrühung dieser Phase um 14 Tage in der BRD festgestellt werden. Dadurch war es möglich, den Maisanbau in Gebiete mit weniger günstigen Witterungsbedingungen während der generativen Phase auszudehnen.

Mit dem Rispschieben im Juli steigt der Wasserbedarf stark an, wobei je nach Wasservorrat im Boden zwischen 80 und 120 mm Niederschläge benötigt werden. Während nach dem Rispschieben der Einfluß der Wärme nicht mehr eine so große Rolle spielt, ist die Versorgung mit ausreichender Feuchtigkeit vor allem während der ersten 10 Tage nach Beginn der Blüte für eine volle Befruchtung und damit einen vollen Kornansatz noch von entscheidender Bedeutung. Entsprechend liegt der Wasserverbrauch im August - vorwiegend in der ersten Hälfte - mit etwa 120 mm noch hoch. Tritt während der Blüte Trockenheit ein, so können die Rispen zum Teil steril bleiben oder die Pollenkörner auf den Narbenfäden nicht auskeimen. Ein großer Prozentsatz der Kolben wird dann nur teilweise oder überhaupt nicht befruchtet. Bis zur Blüte hat die Maispflanze ihre maximale Länge, Stengeldicke und Blattoberfläche erreicht. Dagegen ist die Trockensubstanzbildung innerhalb der ersten drei Wachstumsmonate erst bei etwa 30%, bezogen auf die Endproduktion, angelangt.

2.2 Blüte bis physiologische Reife = generative Phase (Stufe 9 - 12)

Nach der Befruchtung findet in der ersten Phase der Kornbildungsperiode, die etwa drei Wochen dauert, ein sehr rasches Wachstum der Kolben statt. Während der nächsten vier bis fünf Wochen besteht das Wachstum größtenteils in einer Erhöhung des Trockensubstanzgewichtes der Körner, wobei über die Stadien der Milch- und Teigreife (Stufe 10 bzw. 11) bis zu 85% des Korngewichtes an Trockenmasse allein in dieser Periode erzeugt werden.

Das Maximum der Trockensubstanzeinlagerung ist bereits bei einem Wassergehalt von 36 bis 42% im Korn (je nach Sortentyp) erreicht. Dieses Stadium wird als Gelb- oder physiologische Reife (Stufe 12) bezeichnet. Die Körner sind bereits so hart, daß sie sich nicht mehr mit dem Fingernagel eindrücken lassen. Die Lieschblätter sind etwa zu 75 bis 80% vergilbt, Blätter und Stengel können dagegen zu diesem Zeitpunkt noch völlig grün sein. Der Eintritt der physiologischen Reife läßt sich auch an der schwarzen Schicht (black layer) erkennen, die sich zu diesem Zeitpunkt an der Verbindungs- bzw. Abrißstelle des Korns von der Spindel ausbildet. In der Bundesrepublik wachsen im Durchschnitt im August etwa 40% und im September noch 30% während der generativen Phase an Trockenmasse hinzu (Abb. 6). Im Gegensatz zur vegetativen Phase ist die letzte Periode gegenüber Weterinflüssen mit Ausnahme von Frost weniger empfindlich. Der Wasserbedarf geht in der letzten Periode auf etwa 40 bis 60 mm zurück.

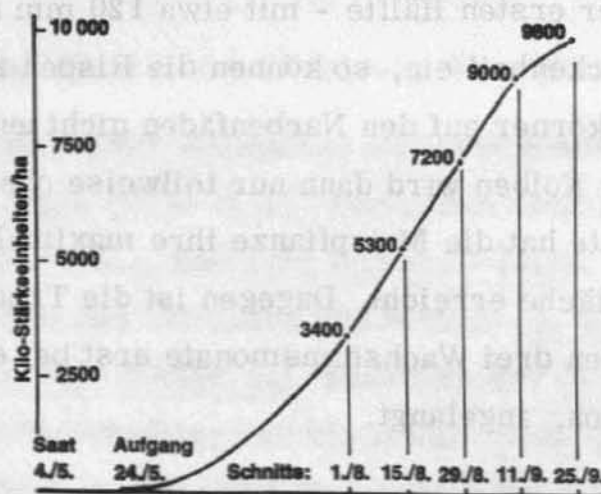


Abb. 6: Nährstoffeinlagerung (kStE/ha) bei Silomais nach Weihenstephaner Schnittversuchen 1959-1961 (ZSCHEISCHLER, 1962).

2.3 Bodenansprüche

Beste Wachstumsbedingungen findet der Mais auf humusreichen garen Böden, die sich in guter Krümelstruktur befinden und im Frühjahr rasch erwärmen. Dadurch keimen die Samen schnell, Wasser und Nährstoffe werden

besser gespeichert. In den kühleren Gebieten spielt die Hanglage eine große Rolle. Der Temperaturunterschied zwischen Süd- und Nordhang, der während der Wachstumszeit im Durchschnitt mehr als ein Grad ausmachen kann, erhöht sich bei Sonnenschein im Innern eines Maisbestandes noch mehr als bei den üblicherweise in zwei Meter Höhe vorgenommenen Messungen in den Hütten der meteorologischen Stationen. Es können in Grenzlagen auf diese Weise an Süd- bzw. Südwesthängen bis zu 10 dt/ha (innerhalb des gleichen Betriebs) mehr als an Nordhängen geerntet werden. Auf zu kalten, untätigen Tonböden bzw. Böden, die unter stauender Nässe leiden, gedeiht der Mais nicht. Frostgefährdete Lagen sind zu vermeiden.

3. Züchterische Tendenzen

In der Maiszüchtung wird in allen Ländern meist nur nach dem modernen Verfahren der Inzucht-Heterosis- bzw. Hybridmais-Züchtung gearbeitet. Als Hybride bezeichnet man bei Mais die erste Generation (F_1 -Generation) einer kontrollierten systematischen Kreuzung von besonders ausgewählten Partnern. Der Erfolg dieser Hybriden zeigt sich in einer gesteigerten Lebenskraft und Leistung gegenüber den Ausgangseltern. Man nennt diese Wirkung Luxurieren der Bastarde oder Heterosis-Effekt. Diese Erscheinung tritt jedoch nur in der ersten Nachkommenschaftsgeneration einer Kreuzung auf. In den folgenden Generationen (F_2 , F_3 usw.) sinkt die Leistung wieder rasch ab.

3.1 Sortentypen

Je nach der züchterischen Bearbeitung und nach der Zusammensetzung aus Erbkomponenten sind folgende Sortentypen zu unterscheiden:

3.1.1 Offen bestäubte Sorten (OS):

Eine züchterisch mehr oder weniger bearbeitete Population

3.1.2 Hybridtypen

- Topcross-Hybride: Erste Generation aus der kontrollierten Kreuzung einer Inzucht- (= I-) Linie oder Einfachkreuzung mit einer offen bestäubten Sorte (= A x bzw. A . B x 0S).
- Doppel-Hybride: Erste Generation aus der kontrollierten Kreuzung von zwei Einfachkreuzungen (= A . B x C . D).
- Dreiweghybride: (threeway cross): Erste Generation aus der kontrollierten Kreuzung einer Einfachhybride A·B und einer Inzuchtlinie C (= A·B x C).
- Einfach-Hybride (single cross): Erste Generation aus der kontrollierten Kreuzung zweier I-Linien (= A x B).

Wegen der oft schwierigen Saatguterzeugung von Einfachhybriden (mangelhafte Befruchtung und Kornausbildung auf dem Saatelter) werden auch sogenannte "modifizierte" Einfachhybriden - (modified single cross) auf den Markt gebracht (A·A x B). Hierbei wird zunächst die Linie A von einer sehr nahe verwandten Schwesterlinie A befruchtet. Infolge Heterosis ist A x A wüchsiger als A und bringt bei der Herstellung des Konsumsaatgutes nach der Bestäubung von B einen höheren Samenertrag mit besserer Kornausbildung.

In der BRD hat man ab 1951 durch Kombination von amerikanischen Zahnmais-Einfach-Hybriden mit deutschen offen bestäubten Hartmaissorten zunächst Topcrosshybriden hergestellt, die ab 1960 auf den Markt kamen. 1965 folgte die erste deutsche Doppelhybride. Gegenwärtig geht der Trend zu Dreiweg- bzw. Einfachhybriden. 1978 setzte sich das aus 45 Sorten bestehende deutsche Sortiment zusammen aus einer offen abblühenden Sorte, 19 Doppel-, 18 Dreiweg- und 7 Einfachhybriden. In dieser Reihenfolge nimmt die Homogenität (Gleichartigkeit) bzw. Einheitlichkeit von Pflanze zu Pflanze innerhalb der Sorte immer mehr zu. Ebenso steigt auch der Preis des Saatgutes. Andererseits nimmt die Anpassungsfähigkeit an

unterschiedliche Bodenverhältnisse ab. Das Leistungsvermögen der Einfachhybriden läßt sich nur dann ausnützen, wenn sich alle Faktoren (Boden, Bestellung, Düngung, Wasserversorgung) optimal gestalten lassen. Da in Deutschland zu 80 - 85% Silomais angebaut wird, halte ich hierfür die Verwendung von teurerem Einfachhybridmaissaatgut als nicht für erforderlich, zumal hier die Erzeugung des zertifizierten Saatgutes (Konsumsaatgut) mit beträchtlichen Risiken belastet ist.

3.2 Zuchtziele

3.2.1 Ertrag und Frühreife (Trockensubstanzgehalt):

Zwischen Ertrag und Frühreife bestehen entgegengesetzte Beziehungen, d. h., je kürzer die Vegetationsperiode um so niedriger ist der Ertrag. Bei Mais muß daher der Ertrag stets in Beziehung zum Reifegrad (TS-Gehalt im Korn bei der Ernte) betrachtet werden (Abb. 7).

Nach POLLMER (1971) wird unter deutschen Verhältnissen bei Verwendung gleicher Bestandesdichten im Bereich der FAO-Reifegruppe 200 bis 300 in der Regel der Gewinn 1% Trockensubstanzgehalt des Kornes zum Zeitpunkt der Ernte durch den Verlust von 3 bis 4 dt/ha Ertrag erkauft. Zu einer gerechteren Bewertung bildet der Züchter einen Selektionsindex, der aus dem Mittel der relativen Leistungen von Ertrag und TS-Gehalt im Zeitpunkt der Ernte innerhalb eines Sortimentes besteht.

Seit 1974 habe ich mich bemüht, diese Zusammenhänge durch graphische Darstellungen der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau sowohl bei Körner- als auch bei Silomais bewußt zu machen. Leider wird davon selbst in der Beratung und noch weniger in der Praxis Gebrauch gemacht (Abb. 7 und 8). Die Abb. 7 soll uns klar machen, daß uns die Sorten, die sowohl einen hohen Ertrag (wobei die angegebenen dt/ha sich immer auf 86% TS-Gehalt bzw. 16% Wassergehalt im Korn beziehen), als auch einen hohen Trockensubstanzgehalt (TS%) im Korn bei der Ernte

am wertvollsten sind. In der Graphik sind es immer die im oberen rechten Quadranten aufgeführten Sorten (FAO-Zahl in Klammer). Wenn man berücksichtigt, daß allein zum Ausgleich der höheren Trocknungskosten, die um 1% im Wassergehalt bei der Ernte höherliegende Sorte 0,5 bis 1,0 dt/ha (umgerechnet auf 86% TS) Mehrertrag bringen muß, dann sollte z. B. die Sorte 7 (FAO 250) mit 60,5% TS gegenüber der Sorte 4 (FAO 230) mit 63,3% TS etwa 1,5 - 3,0 dt/ha Ertrag mehr bringen, wenn sie wettbewerbsgleich sein soll. Hierbei sind die größeren Verluste der "nässeren" Sorte bei Drusch, Trocknung und Aufbereitung (mehr Bruchkorn und Staub) noch nicht berücksichtigt.

Bei Silomais spielt der Trockensubstanzgehalt in der Gesamtpflanze bzw. in der Silage eine noch größere Rolle und zwar:

- Je höher Wassergehalt in der Silage, um so größer sind die Sickersaftverluste
- Je niedriger der TS-Gehalt, um so geringer ist die Nährstoffkonzentration (kStE/kg Trockensubstanz) in der Silage und
- entsprechend weniger Grundfutter werden vom Tier aus der Maissilage aufgenommen. Das gilt nicht nur für die Mast, sondern auch für die Milchproduktion.
- Betriebswirtschaftler haben aus Fütterungsversuchen errechnet, daß im Bereich von 25 - 31% TS-Gehalt in der Maissilage 1% weniger TS-Gehalt durch Beifütterung von rund 200 g energiereichem Kraftfutter pro Tier und Tag ausgeglichen werden muß (zusätzlich zum eiweißreichen Kraftfutter, z. B. Sojaschrot) (STROBL 1973).
- Daraus läßt sich folgern: Je 1% Abnahme des TS-Gehalts in der Gesamtsilage muß bei Silomais der Ertrag in kStE/ha um 2-3% steigen, um wirtschaftlich den dann notwendig werdenden höheren Aufwand an energiereichem Kraftfutter durch Anbau oder Zukauf ausgleichen zu können.

Aus Abb. 8 geht hervor, daß aufgrund der Versuchsergebnisse von 12 Orten in Bayern zwischen den Sorten 2 (230) und 13 (210) ein Trockensub-

stanzunterschied von nahezu 5% bestand. Bei Sorte 2 hätte man pro Tier täglich ca. 1 kg energiereiches Kraftfutter (3-4 dt pro Bulle während der gesamten Mastperiode) zufüttern müssen, um die gleichen Zunahmen zu erzielen.

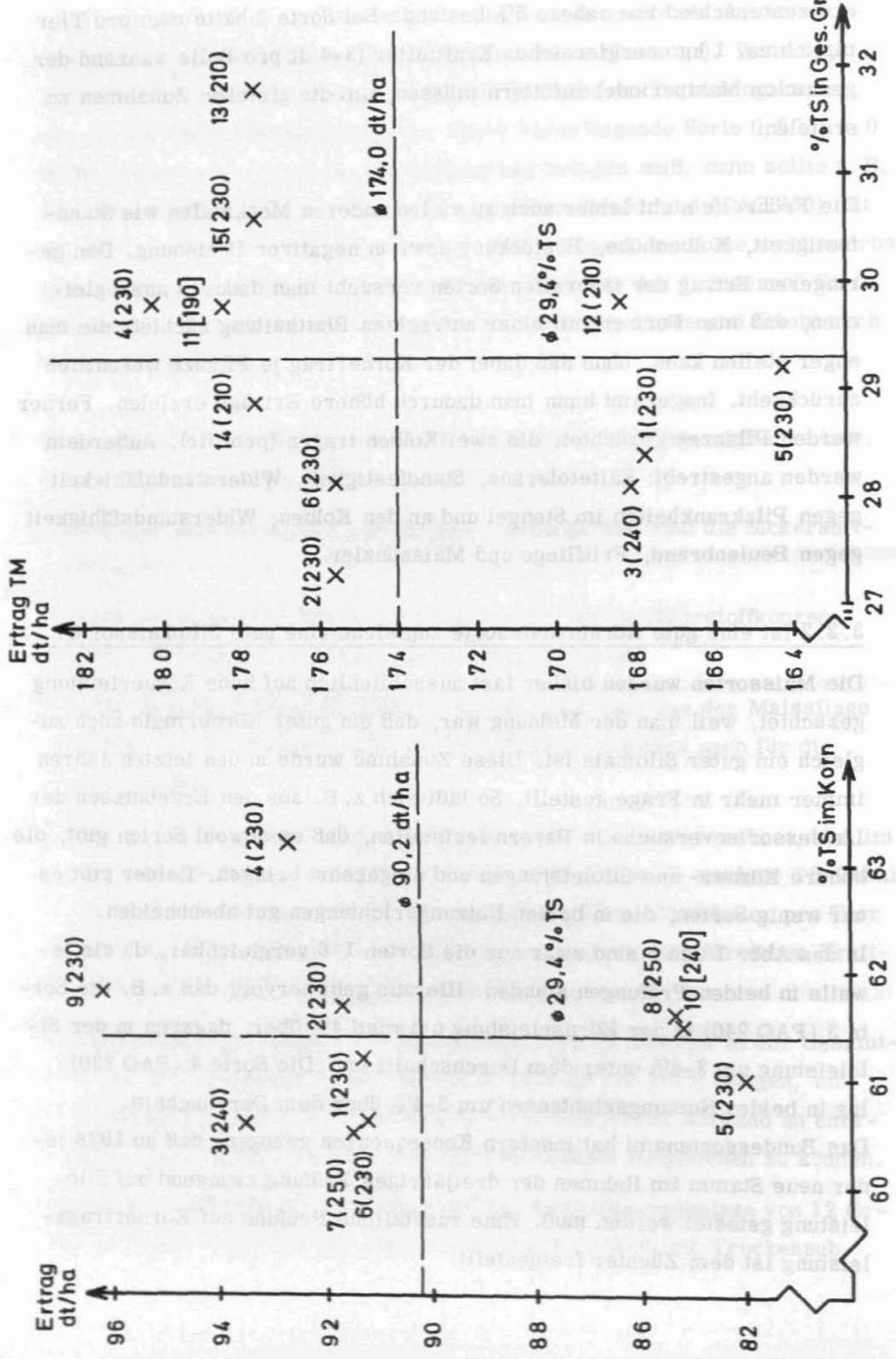
Die Frühreife steht leider auch zu vielen anderen Merkmalen wie Standfestigkeit, Kolbenhöhe, Bestockung usw. in negativer Beziehung. Den geringeren Ertrag der frühreifen Sorten versucht man dadurch auszugleichen, daß man Formen mit einer aufrechten Blatthaltung züchtet, die man enger stellen kann, ohne daß dabei der Kornertrag je Pflanze wesentlich zurückgeht. Insgesamt kann man dadurch höhere Erträge erzielen. Ferner werden Pflanzen gezüchtet, die zwei Kolben tragen (prolific). Außerdem werden angestrebt: Kältetoleranz, Standfestigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Pilzkrankheiten im Stengel und an den Kolben, Widerstandsfähigkeit gegen Beulenbrand, Fritfliege und Maiszünzler.

3.2.2 Ist eine gute Körnermaissorte zugleich eine gute Silomaisorte?

Die Maissorten wurden bisher fast ausschließlich auf hohe Körnerleistung gezüchtet, weil man der Meinung war, daß ein guter Körnermais auch zugleich ein guter Silomais ist. Diese Zunahme wurde in den letzten Jahren immer mehr in Frage gestellt. So läßt sich z. B. aus den Ergebnissen der Landessortenversuche in Bayern feststellen, daß es sowohl Sorten gibt, die höhere Körner- und Siloleistungen und umgekehrt bringen. Leider gibt es nur wenig Sorten, die in beiden Nutzungsrichtungen gut abschneiden.

In den Abb. 7 und 8 sind zwar nur die Sorten 1-6 vergleichbar, da sie jeweils in beiden Prüfungen standen. Hieraus geht hervor, daß z. B. die Sorte 3 (FAO 240) in der Körnerleistung um rund 4% über, dagegen in der Siloleistung um 3-4% unter dem Durchschnitt lag. Die Sorte 4 (FAO 230) lag in beiden Nutzungsrichtungen um 3-4% über dem Durchschnitt.

Das Bundessortenamt hat insofern Konsequenzen gezogen, daß ab 1978 jeder neue Stamm im Rahmen der dreijährigen Prüfung zwingend auf Siloleistung getestet werden muß. Eine zusätzliche Prüfung auf Kornertragsleistung ist dem Züchter freigestellt.



3.2.3 Höherer Rohproteingehalt bei Silomais

Neuerdings wird bei Silomaisarten züchterisch ein höherer Roheiweißgehalt in der Gesamtpflanze angestrebt. Ab 1979 wird eine derartige Sorte (FAO 240) in Bayern zum erstenmal im "mittelfrühen" Sortiment geprüft.

4. Sortenwahl

4.1 Allgemeines

Die Sortenwahl gehört beim Mais zu den wichtigsten Anbaumaßnahmen. Allein durch die Umstellung von den alten freibestäubten Sorten auf hochtragreiche Hybridmaissorten konnte der Ertrag schlagartig um etwa 30% gesteigert werden. Die Umstellung auf ertragreiche Hybridmaissorten, die in den USA 1951 bereits zu 80% erfolgt war, vollzog sich in Europa erst 15 bis 20 Jahre später. Im Gegensatz zu fast allen anderen Feldfrüchten besteht beim Mais seit der Einführung der Hybridmaissorten ein Zwang zum 100%igen Saatgutwechsel. Bei Verwendung des eigenen Erntegutes - selbst wenn es noch so gut ausgereift und schonend künstlich nachgetrocknet wird - geht der Ertrag infolge Aufspaltung bereits im folgenden Jahr um 15-20% zurück.

4.2 Sortenwahl und Reifezeit

Mehr als bei den anderen Fruchtarten kommt es beim Mais bei der Sortenwahl auf die für das jeweilige Anbaugebiet und den Verwendungszweck passende Reifezeit der Sorte an. Entsprechend werden vom Bundessortenamt zur Kennzeichnung der Reifezeit die Sorten mit FAO-Zahlen¹⁾ versehen.

¹⁾ FAO = Food and Agricultural Organisation (Organisation für Ernährung und Landwirtschaft der Vereinten Nationen mit Sitz in Rom).

Diese sind international gültige Maßzahlen. Das Weltsortiment erstreckt sich über die FAO-Zahlen von 100 bis 900. Da wir uns in Deutschland in einer Grenzlage des Maisanbaues befinden, kommen für uns nur die frühesten Sorten bis zu einer FAO-Zahl von etwa 300 zum Anbau in Frage. Innerhalb der einzelnen Reifeklassen werden die Sorten mit Hilfe der Zehnerziffer weiter entsprechend der Reife unterteilt. Die letzte Ziffer dient zur Kennzeichnung der Kornfarbe, wobei die geraden Zahlen für gelbkörnige bzw. die ungeraden Zahlen für weißsamige Sorten verwendet werden. Für die BRD gilt die in Tab. 2 niedergelegte Reifegruppeneinteilung, wobei gleichzeitig der Wärmebedarf während der Wachstumszeit in Form der Durchschnittstemperatur bzw. Wärmesumme angegeben ist.

Tab. 2: Reifegruppeneinteilung in der Bundesrepublik Deutschland

| Reifegruppe | FAO-Zahl | Tägliche Durchschnittstemp. °C 1. Mai – 30. September | Wärmesumme °C | Maislage (aus der Sicht des Körnermaisbaues) |
|--------------|-----------|--|---------------|--|
| „früh“ | 150 – 190 | 13,5 – 14,4 | 2070 – 2210 | sehr ungünstig |
| „mittelfrüh“ | 200 – 240 | 14,5 – 15,4 | 2210 – 2370 | Grenzlage |
| „mittelspät“ | 250 – 290 | 15,5 – 16,4 | 2370 – 2520 | mittlere Lage |
| „spät“ | 300 – 340 | 16,5 – 17,4 | 2520 – 2670 | günstige Lage |
| „sehr spät“ | über 350 | über 17,5 | über 2670 | sehr günstige Lage (in der BRD kaum vorhanden) |

Wegen der geringeren Wärmeansprüche kann Silomais noch in Lagen bei voller Ausnützung der vorhandenen Vegetationszeit angebaut werden, die jeweils bis 1°C geringere Durchschnittstemperatur (150°C weniger Wärmesumme) aufweisen. Das Bundessortenamt prüft die neuen Stämme in den Wertprüfungen ähnlich wie die meisten Bundesländer die Sorten in den Landessortenversuchen in zwei Sortimenten "mittelfrüh" und "mittelspät" bis "spät". Durch Züchtung einiger relativ frühreifender Sorten hat es sich

als notwendig erwiesen, ein 3. Prüfsortiment zu bilden, wie es bereits seit einigen Jahren in Baden-Württemberg und seit 1976 in Bayern geschehen ist:

Reifegruppe "früh" (für Grenzlagen): FAO-Zahl bis zu 220,

Reifegruppe "mittelfrüh": FAO-Zahl 230 bis 250 und

Reifegruppe "mittelspät bis spät": FAO-Zahl 260 - 290 (max. bis 300).

Nur auf diese Weise ist es möglich, sowohl die Leistungsfähigkeit der früheren Sorten durch höhere Saatstärken besser auszunützen als auch den Reifegrad bei Ernte des gesamten jeweiligen Sortiments am gleichen Tage mit größerer Sicherheit zu bestimmen.

Unter deutschen Verhältnissen macht die Differenz von 10 FAO-Zahlen etwa einen Unterschied in der Reife von 1 bis 2 Tagen bzw. 1 bis 2% im Trockensubstanzgehalt (TS) der Körner zur Zeit der Ernte aus. Eine Sorte mit der FAO-Zahl 280 reift unter deutschen Verhältnissen etwa 5 bis 9 Tage später ab, als eine Sorte mit der FAO-Zahl 230 bzw. liegt der TS-Gehalt im Korn bei Ernte beider Sorten am gleichen Tage etwa um 5 bis 8% niedriger. Dabei drängen sich die Unterschiede in den günstigeren Lagen Deutschlands bzw. unter günstigen Klimabedingungen mehr zusammen, wogegen in kühlen Jahren bzw. in den Grenzlagen die Reifezeitunterschiede größer werden.

4.2 Beschreibende Sortenliste

Das Bundessortenamt Hannover-Bemerode gibt jedes Jahr eine "Beschreibende Sortenliste für Getreide, Mais und Ölfrüchte" heraus. Hierbei werden - in Noten von 1 bis 9 ausgedrückt - Angaben über Ertrag (für Körner- und Silonutzung), Wuchshöhe, Kälteempfindlichkeit in der Jugend, Neigung zu Lager usw. gemacht. Dabei bezieht sich die Einstufung jeweils auf das Verhalten der Sorten zum Gesamt-Sortiment der in der Sortenliste eingetragenen Sorten, nicht auf die Relation innerhalb der betreffenden Reife-

gruppe. Die Benotung der Eigenschaften erfolgt zunächst nach den in den Register- und Wertprüfungen festgestellten Merkmalen und Leistungen. Nach Eintragung in die Sortenliste fließen auch die Ergebnisse der Landesortenversuche (LSV) über die Elektronische Datenverarbeitung in die ständig fortgeschriebene Sortenliste ein. Dadurch können sich von Jahr zu Jahr Veränderungen in der Sortenbeurteilung ergeben, weil durch das Hinzutreten neuer Sorten mit verbesserten Eigenschaften immer wieder neue Maßstäbe gesetzt werden. Die Ergebnisse werden zunächst als Mittelwerte aus 10 bis 11 Prüfstellen gebildet, die über das ganze Bundesgebiet verteilt sind. Bei der relativ geringen Zahl der Prüfstellen ist es praktisch nicht möglich, bereits im Zeitpunkt der Eintragung in die Sortenliste auch regional eine gesicherte Aussage über die Leistung einer Sorte zu machen. Es ist daher in jedem Falle ratsam, sich bei der Sortenwahl zusätzlich die Erfahrungen der örtlichen Versuchs- und Beratungsstellen nutzbar zu machen (in Bayern: Ämter für Landwirtschaft und Bodenkultur).

Da die Wachstumszeit und die Witterung von Jahr zu Jahr ziemlich schwanken können, sollte man mindestens 2 bis 3 Sorten mit etwas abgestufter Reifezeit anbauen, um auf diese Weise wenigstens mit einer Sorte die Wachstumszeit des vorliegenden Jahres voll auszunützen, das Anbaurisiko zu vermindern und einen besseren Arbeitsausgleich zu schaffen. Dabei werden die späteren Sorten zuerst und gegebenenfalls an den Süd- bzw. Südwesthängen angebaut.

5. Bestandesdichte

In Tab. 3 sind für die einzelnen Reifegruppen nach FAO-Zahl optimale Bestandesdichten für den Erdbestand in Pflanzen/m² für Körner- und Silomais angegeben.

Je frühreifer eine Sorte ist, desto höher sollte die Bestandesdichte sein. Zu Silomais werden 1-2 Pflanzen/m² mehr empfohlen als zu Körnermais.

Tab. 3: Bestandsdichte bei Mais in Pflanzen/m²

| FAO-Zahl | Körnermais | Silomais |
|-----------|------------|----------|
| 190 - 220 | 10 - 12 | 11 - 13 |
| 230 - 250 | 8 - 11 | 9 - 12 |
| 260 - 290 | 7 - 9 | 8 - 10 |

Bei ungünstiger Wasserversorgung ist jeweils die geringere Pflanzenzahl zu wählen. In extrem trockenen Lagen muß diese noch mehr verringert werden. Auch sollte man die Empfehlungen der Züchter und der örtlichen Beratungsstellen beachten. Anzeichen für zu dichte Bestände sind Pflanzen ohne oder mit nur sehr schwach ausgebildeten Kolben. Da die optimale Bestandesdichte den entscheidenden Ertragsfaktor im Maisanbau darstellt, werden in den letzten Jahren Sortenversuche meist in Kombination mit unterschiedlichen Pflanzenzahlen pro Flächeneinheit angelegt, um regional die günstigsten Standräume für die einzelnen Sorten zu finden. Dieses Problem ist dadurch noch dringender geworden, da es inzwischen Sorten mit steiler Blatthaltung gibt, deren höhere Assimilationsleistung nur durch entsprechend engere Standweiten voll ausgeschöpft werden kann.

Die Berechnung der Saatgutmenge je ha erfolgt nach folgendem Beispiel:

Pflanzen/m²: 10; TKG 290;

Keimfähigkeit 95%; Abschlag 15%.

Saatgutbedarf in kg/ha =

$$\frac{10 \times 290}{95 - 15} = 36,25 \text{ kg/ha}$$

Die anzustrebende Pflanzenzahl/m² wird der Tab. 3 entnommen. Das Tausendkorngewicht (TKG) und die Keimfähigkeit sind am Sackanhänger vermerkt.

Die Höhe des Abschlages, die sich nach den Saatbedingungen richtet

(u. a. Vogelfraß, Drahtwürmer), schwankt etwa zwischen 10 und 20%.

6. Saatzeit

Wenn auch anzustreben ist, daß bei der Aussaat sich der Boden genügend auf etwa 8 bis 10⁰ erwärmt hat, so hat sich unter unseren Bedingungen als günstigste Aussaatzeit die zweite Hälfte des April erwiesen. Frühere Saat führen meist zu lückigen Beständen. In ausgesprochen frostgefährdeten Lagen (z. B. Donaumoos) ist ausnahmsweise eine spätere Saat (10. bis 15. Mai) anzuraten, da die Gefahr von Spätfrösten bis Anfang Juni zu groß ist, andererseits sich der dunkle Boden rasch erwärmt, so daß auch bei späterer Saat der Mais sehr rasch keimt und sich schnell entwickelt.

7. Saattiefe

Auf leichten Böden etwa 6 cm, auf schwereren Böden nur 4 cm, Nach zu tiefer Saat besteht in Zusammenhang mit stärkeren Regenfällen Verkrustungsgefahr des Bodens, der von den Keimpflanzen aus der Tiefe heraus nicht mehr durchstoßen werden kann. Bei ausreichender Feuchtigkeit im Boden sind flachere Saaten günstiger als zu tiefe Saaten, besonders bei inkrustiertem Saatgut. Wichtig ist eine gleichmäßige Tiefenlage und vor allem, daß mittels einer genügend schweren Druckrolle die Furchendämme über dem Saatgut fest angedrückt werden, damit der Bodenschluß wieder hergestellt und eine rasche Keimung erreicht wird.

Schlußbemerkung:

Da mir zunächst nicht bekannt war, daß der Vortrag veröffentlicht werden sollte, hatte ich meine Ausführungen während des Seminars mit Hilfe von Folien frei gehalten. Zur Abfassung dieses Beitrages habe ich vielfach Auszüge aus dem neuen Buch verwendet:

"Mais - Anbau und Verwertung" 1979 herausgegeben (292 Seiten) von der Verlagsunion Agrar (DLG-Verlag, Rüterstr. 13, 6000 Frankfurt/Main -

BLV-Verlagsgesellschaft mbH, Lothstraße 29, 8000 München - Landwirtschaftsverlag GmbH, Marktallee 89, 4400 Münster-Hiltrup/Westf. - Österr. Agrarverlag, Bankgasse 1-3, A-1013 Wien/Österr. - Verlag Wirz, AG, Graben 32, CH-5001 Aarau/Schweiz).

Mitarbeiter dieses Buches sind neben dem Verfasser dieses Beitrages:

Dr. habil M. C. Estler (Technik), Dr. F. Groß (Konservierung-Fütterung),

Dr. H. Neumann und Dr. B. Geißler (Betriebswirtschaft)

Diesem Buch sind auch die angegebenen Literaturquellen zu entnehmen.

Pflanzenschutzprobleme im Mais

von RD Dr. Klaus König, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau München, Abt. Pflanzenschutz.

Nachbeizung von Saatgut

Bei überlagertem Saatgut kann bedenkenlos mit zugelassenen Maisbeizmitteln nachgebeizt werden. Auch die Mesurolinkrustierung kann bei derartigen Partien wiederholt werden, wenn das Saatgut voll keim- und triebfähig ist.

Kein Lindanmittel an das Korn bringen!

Drahtwurmbekämpfung

Drahtwurmbefall kann Totalausfall verursachen! Nach Wiesenumbruch stets, auf anderen Feldern nach Besatzkontrolle Bekämpfung mit 1 kg/ha hochprozentigem Lindanspritzmittel durchführen (einfach, sicher und rel. billig). Auch Lindan- oder Curaterr Granulat gut geeignet.

Vogelabwehr

Unbehandeltes Saatgut wird bei Fröhsaat besonders stark vom Fasan angenommen und dezimiert. In Bayern hat sich am besten die Abwehr durch Mesurolinkrustierung bewährt. Krähen und Tauben sind nur recht schwer abzuhalten. Möglichkeit der Kalkstickstoffanwendung zum Zeitpunkt des Maisspitzens. Spätere Vogelschäden am Kolben lassen sich nicht verhindern. Ablenkungsfütterung kann unterstützen, aber Inkrustierung nicht ersetzen.

Fritfliegenbekämpfung

Je später die Saat erfolgt und je kürzer die Zeitspanne zwischen Keimung und 2.-Laubblattstadium, um so größer kann der Schaden durch die Fritfliege werden, besonders wenn nach diesem Stadium das Maiswachstum durch un-

günstige Witterung verzögert wird. Billigste, sicherste und wetterunabhängigste Fritfliegenbekämpfung erfolgt durch Mesurol-Inkrustierung des Saatgutes (s. Vogelabwehr). Der Larvenfraß der Fritfliege fördert entscheidend die Infektion des Maises durch Maisbeulenbrand! Indirekte Schädigung durch Seitentriebbildung mit schlechter Kolbenentwicklung.

Maisbeulenbrand

Die Infektion des Maises durch Beulenbrand erfolgt schon sehr frühzeitig (dann Primärausbruch). Ein großer Teil der Infektion verharrt aber latent in den Knospen an den Stengelknoten und bricht als Beule erst dann aus, wenn der Mais durch ruckartiges Wachstum (Trockenheit - Regen) die Achselknospen wieder aktiviert (deshalb ungewöhnlich starker Kolbenbefall 1976). Nach starken Brandjahren kein weiteres Aufschaukeln des Brandes, sondern Einpendeln auf ortsübliches Niveau. Starke Sortenunterschiede, auch bei Neuzüchtungen. Fritfliegenbekämpfung reduziert im Durchschnitt Brandausbruch um ein Drittel. Ertragsschäden nur in Ausnahmejahren (1976!) meßbar, dann aber auch erhebliche Qualitätseinbußen im Futterwert. Keine direkte Bekämpfung möglich. In Trockenperioden, soweit möglich, durch Beregnung für kontinuierliches Weiterwachsen des Maises sorgen (erfolgreichste Maßnahme 1976) Stickstoffüberdüngung vermeiden. Beim Hacken Abstand zur Pflanze halten, keine Beschädigungen verursachen.

Stengel- und Wurzelfäule

In Gebieten mit Sommertrockenheit stärker verbreitet (kaum jedoch in Bayern). Fäule wird vornehmlich verursacht durch Fusariumpilze. Anfälligkeit der Pflanze wird u. a. gesteuert durch: sortenbedingte Grundanfälligkeit, Abreifestadium, Wasserversorgung im Sommer und Herbst, Kaliverfügbarkeit im Boden, Besatz an freilebenden Nematoden in den Wurzeln. Bei stärkerem Befall Sortenberatung einschalten, Bodenuntersuchung auf Kaliverfügbarkeit veranlassen. In Trockenperioden wenn möglich beregnen! Folgen des Befalls: an lagernden Stengel werden von Mäusen und Vögeln die Kolben

ausgefressen; Verluste durch Schwierigkeiten beim Erntevorgang; vermindertes TKG.

Kali-, Mangan- oder Magnesiummangel

In allen Fällen können bei rechtzeitiger Erkennung des Mangels noch in der laufenden Vegetationsperiode durch Nachdüngung oder Spritzung größere Schäden vermieden werden. In jedem Falle den Ursachen des Mangels nachgehen (z. B. Kalifixierung, Kalkmangel).

Blaufärbung des Maises

Wird als Phosphorsäuremangel angesprochen. Tritt häufig dann auf, wenn der Mais durch Trockenheit und Hitze oder durch schlechte Bodenstruktur nicht ausreichend Wasser bekommt. Spritzung mit Blattnährstoffdüngern wenig erfolgreich. Wenn möglich bewässern. Wächst sich im Normalfall wieder aus.

Stengelälchen am Mais

Nur begrenzt lokales Problem. Pflanzen wachsen schon bei 30 cm Höhe nesterweise schräg und fallen später um. Verbindung zum Boden nur noch über eine einzige Wurzelfaser. Vorzeitiges Vertrocknen der Pflanze. Starke Schäden entstehen, wenn nach der Saat höhere Bodenfeuchtigkeit den frühzeitigen Befall der Wurzeln durch die Nematoden ermöglicht. Aushungern der Nematoden über Fruchtfolgestreckung nicht möglich. Granulatanwendung schützt nur im Anwendungsjahr die junge Pflanze; eine Standortsanierung ist damit nicht möglich.

Maiszünsler

Auftreten in Bayern bisher nicht nachgewiesen.

Unkrautbekämpfung

Atrazinanwendung ist zur Standardmethode geworden. Nachbauschwierigkeiten nur in trockenen Jahren und bei erhöhtem Aufwand. Probleme schaffen Unkrauthirsen und Wurzelunkräuter (u. a. Disteln, Winden, Schachtelhalm, Quecken usw.), bisweilen aber auch Flughafer und Klettenlabkraut. Letztere sind erfaßbar durch Atrazin vor der Saat oder Atrazin + Oleo Rustica 11 E oder Oleogesaprim nach Auflauf. Hirsen sind niederzuhalten durch sachgerechten Einsatz des Rollkulis oder der Reihenfräse, auch in Kombination mit Bandspritzung. Neben erhöhten Atrazinemengen haben sich Primextra, Aquinol 80 und Sutan 6 E + Atrazin gut bewährt. Unter trockenen Bedingungen und erhöhtem Humusgehalt wirken Primextra und Aquinol 80 im Nachauflauf sicherer als im Voraufbau. Auf Moorboden wird die erste Hirsewelle im 2-4-Blattstadium der Hirse mit Oleogesaprim u. ä. bekämpft (Vorsicht bei Hitze). Die zweite Hirsewelle wird bei 40-60 cm Maishöhe mit Igran 500 im Unterblattspritzverfahren ausgeschaltet. Wurzelunkräuter sind nur durch Wuchsstoffe ausreichend niederzuhalten (problematisch!). 2,4-D-Präparate (1-1,5 l/ha) im Unterblattspritzverfahren bei 40-50 cm Maishöhe noch vertretbar.

Optimale Düngung bei Mais

von Dr. Kurt Hempler, Guano-Werke AG, Hamburg

Mais als Pflanze mit sehr hoher Ertragsleistung je Hektar entzieht dem Boden entsprechend hohe Nährstoffmengen. Dieses gilt für Silomais in noch höherem Maße als für Körnermais, da bei Körnermais nur der Kolben geerntet und das Stroh in der Regel dem Boden wieder zugeführt wird. Bei einem Ertrag von z. B. 70 dt/ha Körnermais werden dem Boden in kg/ha entzogen:

| N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO |
|-----|-------------------------------|------------------|-----|
| 200 | 100 | 280 | 70 |

Bei einem Ertrag von 600 dt/ha Silomais als Frischmasse lauten die entsprechenden Zahlen:

| | | | |
|-----|-----|-----|----|
| 210 | 120 | 280 | 70 |
|-----|-----|-----|----|

Aus diesen Entzugszahlen ergibt sich unter Berücksichtigung der Ausnutzungsrates der Nährstoffe, der Gunst des Standortes (Boden, Klima, Höhenlage), des Ertragspotentials der Sorte und damit der Ertragserwartung folgender Bedarf an Reinnährstoffen:

| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO |
|------------|---------|-------------------------------|------------------|-------|
| Silomais | 140-200 | 140-200 | 200-280 | 40-70 |
| Körnermais | 120-180 | 140-200 | 200-280 | 40-70 |

Bei Verwendung von organischen Düngern wie Stallmist, Schwemmist oder Gülle, können auf der Basis des Nährstoffgehaltes und einer jährlichen Ausnutzungsrates von ca. 20% die Mineraldüngermengen reduziert werden. Allerdings sollte dabei berücksichtigt werden, daß die vorwiegend organisch gebundenen Nährstoffe erst nach erfolgter Mineralisation an die Bodenlösung abgegeben werden und dann von der Mais-Pflanze aufgenommen werden können.

Empfohlene Mengen: Schwemmist: 35-40 cbm/ha

Die Ausbringung erfolgt im Herbst oder Spätwinter.

Gülle: 50-70 cbm/ha

Die Ausbringung ist noch bis kurz vor der Saat möglich.

Auf gute Verteilung und Einarbeitung ist auf jeden Fall zu achten!

Die Ansprüche des Maises an Klima und Boden stehen in sehr engem Zusammenhang mit den entsprechenden Maßnahmen, die zu einer Optimierung der Nährstoff-Versorgung führen. Dieses kann von Standort zu Standort und von Anbauregion zu Anbauregion unterschiedlich sein.

Stickstoffdüngung

Die Höhe der Stickstoffgabe richtet sich nach der Gunst der Anbaulage sowie nach der Nutzungsform. Oberstes Gebot der Düngung allgemein zu Mais und speziell auch bei der Stickstoffdüngung muß es sein, einmal den jeweils am Standort möglichen Höchstertrag sowohl bei Silo- als auch bei Körnermais zu erzielen, andererseits jedoch sehr streng auf die Erreichung einer möglichst einwandfreien Qualität, d. h., einer optimalen Ausreife bei Körnermais und einer möglichst hohen Nährstoffkonzentration bei Silomais zu achten. Bei der Bemessung der Stickstoffgabe ist deshalb zu berücksichtigen, daß unter relativ ungünstigen klimatischen Anbaubedingungen eine zu hohe Stickstoffgabe eventuell zu Reifeverzögerungen und damit zu einer Verschlechterung des betriebswirtschaftlich möglichen Erfolges führen kann.

Die Teigreife bei Silomais, beginnend mit 25% bzw. die Druschreife bei Körnermais, beginnend ab ca. 55-60% Trockensubstanz, können dadurch in klimatisch ungünstigen Jahren gefährdet werden. Speziell beim Silomais ist die Höhe der Stickstoffgabe so zu bemessen, daß nicht der Höchstertrag an Grünmasse erzielt wird, sondern der Höchstertrag an Nährstoffen - speziell an Kilostärkeeinheiten. Der Hauptstickstoffbedarf erstreckt sich vom

kniehohen Bestand bis hin zur Kornbildung - also von Ende Juni bis Anfang September. Die Hauptstickstoffgabe kann je nach Standort vor oder nach der Saat bis zum Zwei- bis Vierblattstadium gegeben werden. Als Düngerform sind alle handelsüblichen Mehrnährstoff- und Stickstoff-Einzeldünger geeignet.

Wo eine Unterfuß-Reihendüngung kombiniert mit der Saat ausgebracht wird, erhält der Mais über diese Düngungsmaßnahme eine Startstickstoffgabe. In diesem Fall ist es oft günstiger, die Hauptstickstoffmenge zum Zwei- bis Vierblattstadium zu geben.

Eine weitere Teilung der Stickstoffgabe wie z. B. beim Getreide wird bisher nicht durchgeführt. Sie wäre nur bei hohen Niederschlagsmengen auf leichten Böden empfehlenswert, wo bei noch geringer Wurzeloberfläche eine Verlagerung von Stickstoff in tiefere, noch nicht von den Wurzeln erfaßten Zonen erfolgen könnte. Eine Flächendüngung in den kniehohen Bestand führt in der Regel zu Ätزشäden. Hier ist nur eine Unterblattdüngung mit entsprechenden Spezialgeräten, die auch auf dem Markt sind, bzw. eine Blattdüngung mit NP-Lösung möglich.

Phosphatdüngung

Der Hauptbedarf des Maises an Phosphat liegt in der Jugendentwicklung, sowie zum Zeitpunkt des Rispschiebens, der Blüte und der Kolbenausbildung. Er kann durch P-Einzel, PK- sowie NP- und NPK-Dünger gedeckt werden. Während P-Einzel- und auch PK-Dünger sowohl im Herbst als auch im Frühjahr ausgebracht werden können, ist der günstigste Anwendungszeitpunkt für NP- und NPK-Dünger im Frühjahr kurz vor der Saat bis hin zum Vierblattstadium. Da der Mais einen hohen Phosphatbedarf, jedoch ein relativ geringes Phosphat-Aneignungsvermögen besitzt, ist das wasserlösliche Phosphat die günstigste Nährstoffform. Die Notwendigkeit einer gezielten Düngung mit schnellverfügbarem Phosphat zu Mais im Frühjahr läßt sich am Beispiel des Phosphatverhaltens im Boden besonders gut erläutern.

Alle Pflanzen ernähren sich überwiegend aus der Bodenlösung. Die Nährstoffe und somit auch der Nährstoff Phosphat müssen hier in gelöster Form vorliegen. Die Phosphat-Konzentration in der Bodenlösung steht im Gleichgewicht mit dem nichtgelösten Phosphat. Es ist an verschiedene Bodenbestandteile wie Ton, Humus, Kalk, Eisen und Aluminium gebunden. Dieses Gleichgewicht wird durch den Entzug der Pflanze gestört und muß durch die Düngung oder die Nachlieferung aus dem Boden wieder hergestellt werden. Die Nachlieferung an Phosphat aus dem Boden erfolgt durch Umwandlungsprozesse, an denen die Mikro-Organismen wesentlich Anteil haben. Nicht der Phosphat-Gehalt des Bodens ist somit allein entscheidend, sondern die Geschwindigkeit mit der Phosphat in die Bodenlösung nachgeliefert wird. Aber nicht alle für die Nachlieferung erforderlichen Bedingungen sind in ihrer Summe immer gegeben. Deshalb ist eine ausreichende P_2O_5 -Düngung mit schnell aufnehmbarem Phosphat zur Minderung des Defizitrisikos stets zu empfehlen. Dies gilt auch für Böden, die relativ gut mit Phosphat versorgt sind. Besonders gilt dieses für den Mais, der ein schlechtes An eignungsvermögen auch für Phosphat besitzt. Seine sonst an die Wärme relativ hohen Ansprüche werden durch das Angebot an reichlichem Phosphat über die Bodenlösung teilweise kompensiert. Sind die Voraussetzungen für eine optimale Phosphat-Nachlieferung im Frühjahr nicht gegeben, so leiden die noch jungen Mais-Bestände sehr schnell unter Phosphatmangel, was an der rot-violetten Färbung der Blätter deutlich zu sehen ist. Die Unterfuß-Reihendüngung mit NP-Düngern -vorzugsweise mit Mono-Ammonphosphat- beugt diesem in jedem Frühjahr bestehenden Risiko vor und führt gleichzeitig zu einem beschleunigten Jugendwachstum, verbunden mit in der Regel höheren Erträgen.

Kali-Düngung

Die Kali-Düngung erfolgt in der Regel über Volldünger - also NPK-Dünger und Kali-Einzeldünger wie Kali-Magnesia, Kornkali, 40er und 50er Kali. Eine ausreichende Kali-Versorgung zur Gewebeverfestigung und Bildung

wertvoller Inhaltsstoffe wie Kohlehydrate und Fette ist entscheidend notwendig. Die Ausbringung kann auf mittleren bis schweren Böden im Herbst oder Frühjahr - sofern es sich um Kali-Einzel- bzw. um PK-Dünger handelt - bis ca. 8-14 Tage vor der Aussaat erfolgen. Stickstoffhaltige Kalidünger werden nur im Frühjahr vor der Saat bis hin zum Zwei- bis Vierblattstadium eingesetzt. Auf Standorten mit hoher Kali-Fixierung sind andere Mengen-Größenordnungen angebracht wie sie normalerweise gedüngt werden.

Magnesium-Düngung

Die hohe Grünmasse-Produktion je Hektar Mais-Fläche erfordert eine entsprechend hohe Magnesium-Versorgung. In Mais-Schlägen findet man sehr häufig Magnesium-Mangelsymptome - jedenfalls stärker als bei anderen Getreidearten. Dieses deutet ebenfalls darauf hin, daß die Mais-Pflanze ein relativ schlechtes Aufschließungsvermögen auch für bodenbürtiges Magnesium besitzt. Der Bedarf liegt bei 40-70 kg/ha MgO. Er kann über Kieserit oder magnesiumhaltige Kalk-, Kali- oder Stickstoffdünger gedeckt werden.

Kalk-Düngung

Eine gute Kalk-Versorgung des Maises ist mehr von der Seite des jeweiligen pH-Wertes im Boden und der entsprechenden Bodenstruktur zu sehen. Eine gute Kalk-Versorgung fördert die Bodenstruktur, die biologische Aktivität sowie die Nährstoff-Dynamik und damit auch die Versorgung der Mais-Pflanzen mit allen übrigen, sonst schwer beweglichen Nährstoffen wie Phosphat und auch Magnesium.

Um gleichzeitig die Magnesium-Versorgung zu gewährleisten, sollten vorzugsweise magnesiumhaltige Kalk-Dünger wie Magnesium-Mergel, Magnesium-Branntkalk sowie Hüttenkalk Verwendung finden. Bei Hüttenkalk haben wir den Vorteil des zusätzlichen Gehaltes an Spurennährstoffen und Kieselsäure.

Der Anwendungszeitpunkt liegt im Herbst oder Frühjahr. Auf mittleren bis schweren Böden ist die Einarbeitung in die obere Bodenschicht (bis 5 cm) im Frühjahr vor der Saat günstig, da hierdurch Verschlämmungserscheinungen verhindert und eine schnellere Erwärmung des Bodens gefördert werden. Die Höhe der Kalkgabe richtet sich nach dem für die jeweilige Bodenart optimalen pH-Wert, den wir entsprechend durch eine Bodenuntersuchung feststellen lassen können.

Düngung mit Spurennährstoffen

Gelegentlich wird in Mais-Beständen auch Mangel an Mangan, Kupfer, Zink und Molybdän sowie Bor festgestellt. Eine Düngung mit Spurennährstoffen ist in der Regel nicht erforderlich. Spurenelementmangel ist sehr häufig die Folge einer Unter- oder Überversorgung mit Kalk. Eine Beseitigung von Schäden infolge von Spurenelementmangel ist kurzfristig selten möglich; entsprechende Maßnahmen, die mit dem Pflanzenschutzamt oder anderen beratenden Stellen durchzuführen sind, können jedoch zu einer Schadensminderung beitragen.

Unterfuß-Reihendüngung

Diese Düngungstechnik kommt mit kombinierten Einzelkonr-Sä- und Reihendüngungsgeräten zur Anwendung, wobei mit der Aussaat das Düngerband abgelegt wird. Eine Reihe von Punkten müssen bei der Durchführung dieser Düngungstechnik beachtet werden:

Die Ablage des Düngerbandes erfolgt 5 cm seitlich und 5 cm tiefer als die Saatreihe. Allein diese Geräteeinstellung, die von Zeit zu Zeit kontrolliert werden muß, führt zur größten Düngewirkung und mit allen übrigen Faktoren zu Höchstserträgen. Ergebnisse aus Versuchen zeigen, daß bei Verschiebung des seitlichen Abstandes des Düngerbandes auf ca. 10 cm der Ertragsvorteil durch die Unterfuß-Reihendüngung fast vollständig verloren gehen kann.

Unterschiedliche Placierung des Düngerbandes
(3 dt/ha Ammonphosphat 11+52+0)

Versuchsergebnisse zu Silo- und Körnermais 1973 - 1977 im Bundesgebiet

| | Abstand 5 cm | Abstand 10 cm | Mehrertrag bei 5 cm Abstand |
|---------------------------------------|-----------------|------------------|--------------------------------|
| Silomais - 3 Versuche | | | |
| Ertrag kStE/ha | 8550 | 7085 | + 1465 |
| Ertrag DM/ha (bei DM -, 35 / kStE) | 2.993, - | 2.480, - | + 513, - |
| Körnermais - 11 Versuche | | | |
| Ertrag dt/ha (bei 86% TS) | 72, 6 | 62, 5 | + 10, 1 |
| Ertrag DM/ha (bei DM 46, -/dt) | 3.340, - | 2.875, - | + 465, - |

Die Aufwandmenge beträgt ca. 3 dt/ha. Damit wird z. B. bei der Verwendung von AMP 11+52+0 bei entsprechender Startstickstoffgabe die P-Versorgung des Maises mit 156 kg P_2O_5 gedeckt.

Der Tiefgang des Düngerschaars auf 10 cm (5 cm tiefer als die Saatreihe) muß ebenfalls gewährleistet sein. Die Wurzeln der jungen Mais-Pflanzen wachsen schräg nach unten und finden so wesentlich schneller im feuchten, mit Nährstoffen angereicherten Wurzelraum genügend Startstickstoff und schnell aufnehmbares Phosphat aus dem Düngerband. - Wenn in der Bundesrepublik über die Unterfuß-Reihendüngung zu Mais gesprochen wird, so denkt man in der Regel an die Anwendung von NP-Düngern. Mit reinen Stickstoffdüngern sind Versuche gemacht worden, die keine positive, meist nur negative Wirkung gezeigt haben. Gleiche Versuche mit Einzel-Kalidüngern haben nur auf stark kalifizierenden Böden zu Erfolgen geführt. Bei Trockenheit ist jedoch auch hier Vorsicht geboten, da Salzschäden im Bereich der Keimwurzeln auftreten können. Gleiches gilt in abgeschwächter Form für NPK-Dünger.

Relativ günstig wirkt Superphosphat. Stickstoffphosphat 20+20+0 erlaubt mit seinem engen Nährstoffverhältnis von 1 : 1 nur eine Phosphatausbringung als Reihendüngung von ca. 60 kg/ha P_2O_5 bei einer Düngermenge von 3 dt/ha. Auf trockenen Standorten besteht die Gefahr im Frühjahr, daß durch den relativ hohen Stickstoff-Anteil in Nitratform es zu Auflaufschwierigkeiten bei den jungen Keimlingspflanzen kommen kann. Besonders gut geeignet sind Mono-Ammonphosphate mit einem relativ weiten N : P_2O_5 -Verhältnis. Hinzu kommt, daß hier der Stickstoff ausschließlich in Ammonium-Form vorliegt. Frühere Untersuchungen haben ergeben, daß die Kombination von Ammonium und Phosphat speziell für die Unterfuß-Reihendüngung sehr günstig ist.

Ein Wort zu Diammonphosphat.

Es handelt sich hier um NP-Dünger in der Zusammensetzung von 16+48+0/ und 18+46+0. Bei objektiver Betrachtungsweise müssen dabei folgende Risiken gesehen werden, die bei der Verwendung von Mono-Ammonphosphat nicht gegeben sind.

1. Diammonphosphat hat einen pH-Wert von 8,0. Kommt dieser Dünger mit dem Kalk des Bodens in Berührung, so kann Ammoniak freigesetzt werden, das unter bestimmten Bedingungen wie Trockenheit des Bodens, Keimlinge und Keimwurzeln schädigen kann.
2. Bei Verwendung von Diammonphosphat für die Unterfuß-Reihendüngung wird dieses Risiko erhöht, da in der Nähe des Düngerbandes vorübergehend alkalische Verhältnisse eintreten können, die die Ammoniak-Abspaltung fördern. Versuche aus den USA bestätigen dieses ebenfalls.

Zur Unterfuß-Reihendüngung ist abschließend zu bemerken, daß NP-Dünger zur Anwendung kommen sollten, die aufgrund ihrer Zusammensetzung ihrer Nährstoffform und ihres Stickstoff : Phosphat-Verhältnisses die besten Voraussetzungen für eine positive Ertragsbeeinflussung und Risikominderung für

den Mais-Anbau mit sich bringen.

Abschließend ist zu bemerken, daß die Düngung als pflanzenbauliche Maßnahme im Konzert aller übrigen Anbau-Maßnahmen gesehen werden muß. Da die Mais-Pflanze aus wärmeren Klimaten zu uns gestoßen ist und somit, je nach Anbaulage, mehr oder weniger unter oft zu geringen Durchschnittstemperaturen in der Vegetationszeit von Mai bis September leidet, müssen auch die Düngungsmaßnahmen darauf ausgerichtet sein, dieses Risiko möglichst zu vermindern. Der züchterische Fortschritt hat dazu beigetragen, daß die Mais-Pflanze in unserem Klimaraum heimisch geworden ist. Das Erreichen der Kornreife bei Körnermais und eines Trockensubstanzgehaltes von 30% bei Silomais sind nach wie vor Hauptkriterien, die für den Landwirt den Mais-Anbau lohnend gestalten. Deshalb sollte die Überlegung bei allen Mais-Anbauern um sich greifen, daß eine optimale Düngung zu Mais immer die Zielsetzung haben muß, eine hohe Ertragsleistung je Hektar bei Silo- und Körnermais mit einer hohen Qualität zu erreichen.

Moderne Bestelltechnik im Maisanbau

von Universitätsdozent Dr. habil. Manfred Estler, Institut für Landtechnik,
Freising-Weißenstephan.

Im Maisbau sind die Anforderungen der Praxis an die Saattechnik im Hinblick auf

- gleichmäßige und exakt eingehaltene Pflanzenbestandszahlen
- hohe Flächenleistung
- hohe Funktionssicherheit

in den letzten Jahren erheblich gestiegen. Hierfür sind eine Reihe von Gründen ausschlaggebend gewesen.

Pflanzenbauliche Gründe

In den letzten Jahren hat der Silomais-Anbau stark zugenommen. Die hier angestrebten, relativ hohen Pflanzenzahlen sollen möglichst gleichmäßig verteilt werden, um der einzelnen Pflanze einen möglichst günstigen Standort und beste Entwicklungsmöglichkeiten zu bieten.

Gleiches gilt auch für den Körnermaisbau. Neue Sorten vertragen und benötigen teilweise höhere Pflanzenzahlen je Flächeneinheit, um hohe Ernteerträge zu gewährleisten.

Das Einhalten der je nach Sorte und Standort optimalen Pflanzenbestandszahlen stellt eine der wesentlichen Voraussetzungen für das Erzielen hoher und sicherer Ernteerträge dar.

Verfahrenstechnische Gründe

Auch im Maisanbau ist die Bestellzeitspanne relativ knapp bemessen. Daher werden hohe Flächenleistungen gefordert, um den optimalen Saattermin ausnutzen zu können.

Daneben wird auch eine möglichst rentable Maschinennutzung angestrebt. Große Einsatzflächen je Saison sind vor allem aus Kostengründen erforderlich. Bei Maschinenneuanschaffungen stellt sich deshalb oftmals die wichtige Frage, ob eine Eigenmechanisierung oder eine Nutzung der modernen Saatechnik im überbetrieblichen Maschineneinsatz gewählt werden soll.

Diese vorgenannten Zielsetzungen lassen sich nach heutiger Auffassung nur bei Verwendung von geeigneten Einzelkorn-Sämaschinen verwirklichen, sowohl im Körnermais- als auch im Silomaisanbau.

Saatbettvorbereitung

Da eine ordnungsgemäße Saatbettvorbereitung nicht nur die Durchführung der Aussaat, sondern auch das spätere Jugendwachstum der Maispflanzen erheblich beeinflussen kann, sollen vorab die wesentlichen Anforderungen an die Saatbettbereitung fixiert werden. Auswahl und Einsatz der Geräte haben sich an diesen Forderungen zu orientieren.

1. Das Maissaatgut benötigt zum Keimen eine Bodentemperatur von ca. 8 bis 9°C. Alle Maßnahmen bei der Saatbettvorbereitung müssen darauf abzielen, diese Erwärmung des Bodens im Frühjahr möglichst rasch zu erreichen. Deshalb empfiehlt es sich, möglichst frühzeitig (etwa zum Zeitpunkt der Sommergetreidebestellung) die Maisfelder flach zu lockern und zu durchlüften.
2. Die Saatbettvorbereitung sollte in möglichst wenigen Arbeitsgängen erfolgen, da jeder Arbeitsgang unerwünschte Fahrspuren und damit Verdichtungshorizonte in den Boden bringt. Dies kann ungleichmäßige Keim- und Aufwuchsbedingungen für das Saatgut verursachen. Eine geringe Anzahl von Arbeitsgängen ist darüber hinaus aber auch aus arbeitswirtschaftlichen Gründen anzustreben. Die Vorbereitung der Felder beginnt bereits bei der Pflugfurche. Heute wird eine "schüttende" Winterfurche oder die Verwendung eines Pflugnachläufers für zweckmäßig gehalten.

3. Ganz besonders ist darauf zu achten, daß der Boden nicht zu tief gelockert wird, insbesondere auf trockenen Standorten oder in niederschlagsarmen Frühjahren. Die zu tiefe Lockerung bedingt die Gefahr, daß das Saatgut in eine Art "Isolierschicht" abgelegt wird, es hat keinen Kontakt zu den tieferen, kapillares Wasser führenden Schichten. Beim Ausbleiben von Niederschlägen kann dann der Feldaufgang problematisch werden. Die Idealvorstellung ist etwa, daß die Bearbeitungstiefe gleich der Ablagetiefe sein sollte.

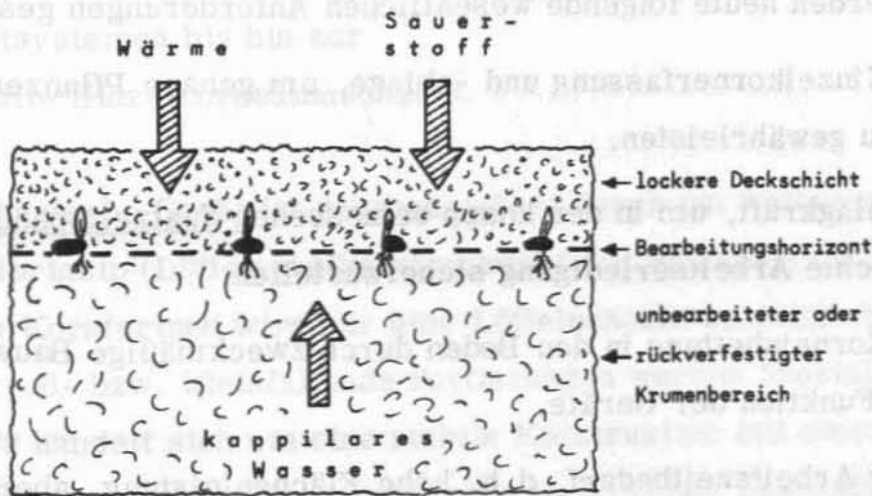


Abb. 1: Ideale Gestaltung des Saatbettes für Mais

4. Es gilt den Boden "gezielt" zu lockern und zu krümeln. Dies bedeutet, daß der Boden zum richtigen Zeitpunkt, ausreichend fein, um Ver-
schlammungen zu vermeiden, aber auch ausreichend rau vorzubereiten, damit keine Bodenschäden entstehen können.
5. Eine hohe Flächenleistung ist vor allem aus Gründen der termingerechten Arbeitserledigung, sowie aus arbeitswirtschaftlichen Gründen anzustreben. Deshalb sollten alle Möglichkeiten genutzt werden, durch eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit, große Arbeitsbreite und konsequente Gerätekombination eine hohe Schlagkraft zu erzielen.

Die Landmaschinenindustrie bietet heute eine Vielzahl bewährter, universell einsetzbarer und vielseitig variierbarer Geräte (gezogen und zapfwellenbetrieben) an. Damit besteht die Möglichkeit, bei richtiger Auswahl und gezieltem Einsatz der Geräte auf allen Standortbedingungen den gewünschten Bearbeitungseffekt zu erzielen.

Aussaat

Auch hier ist es zweckmäßig, vorab die wesentlichen Forderungen an die Saatechnik zu fixieren, um eine Beurteilung, Einordnung und Auswahl der Einzelkornsämaschinen vornehmen zu können. An die Aussaattechnik für Mais werden heute folgende wesentlichen Anforderungen gestellt:

1. Exakte Einzelkornfassung und -ablage, um genaue Pflanzenbestandszahlen zu gewährleisten.
2. Hohe Schlagkraft, um in der knapp bemessenen Saatzeitspanne eine termingerechte Arbeitserledigung sicherzustellen.
3. Exakte Korneinbettung in den Boden durch zweckmäßige Bauweise und sichere Funktion der Geräte.
4. Geringer Arbeitszeitbedarf, d. h. hohe Flächenleistung, aber auch wenig Rüst-, Neben- und Verlustzeiten.

Das derzeitige Maschinenangebot ist sehr vielseitig, läßt sich aber generell in zwei große Gruppen einordnen:

- kalibrierungsabhängige Säsysteme
- kalibrierungs-unempfindliche Säsysteme.

Zu den kalibrierungs-abhängigen Systemen sind alle konventionellen, mechanischen Geräte zu zählen, die sowohl für die Aussaat von Rüben, als auch von Mais geeignet sind. Ihre Bedeutung ist stark rückläufig, da sie auf kalibriertes Saatgut angewiesen sind und für jede Kalibrierungsstufe ein gesondertes Zellenrad erforderlich ist. Dies bedingt einen umständlichen Zellenradwechsel beim Übergang auf eine andere Kalibrierungsstufe

und darüber hinaus die Gefahr, daß bei unsachgemäßer Zellenradwahl unbefriedigende Pflanzenbestände erzielt werden. Außerdem ist die Fahrgeschwindigkeit begrenzt auf maximal 4 bis 5 km/h, wenn befriedigende Ablageergebnisse erzielt werden sollen. Die Geräte sind jedoch relativ preisgünstig in der Anschaffung und ermöglichen eine Doppelbenutzung bei Rüben und Mais.

Bei Neuanschaffungen werden heute kalibrierungs-unempfindliche Systeme bevorzugt. Das Angebot reicht von:

- weiterentwickelten mechanischen Geräten
- Saugluftsystemen bis hin zur
- Druckluft- Einzelkornsämaschinen.

Das mechanische Gerät ist gekennzeichnet durch ein weiterentwickeltes Löffelradprinzip (Löffelscheibe kombiniert mit Kammerrad). Für alle mittleren Kornformen wird nur eine Löffelscheibe benötigt. Lediglich für extrem groß- bzw. kleinfallende Sortierungen werden Spezialscheiben benötigt. Es handelt sich um eine stabile Konstruktion mit einem unkomplizierten Mechanismus. Die wesentlichen technischen Kenndaten sind aus der Übersichtsdarstellung zu entnehmen.

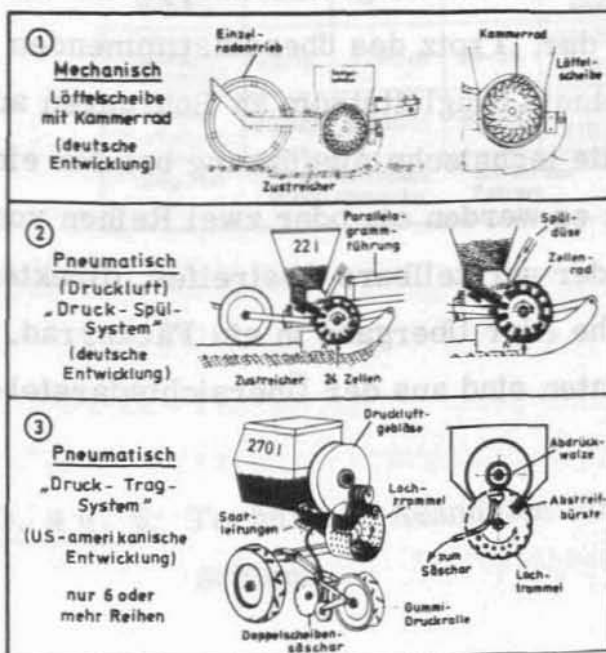


Abb. 2:

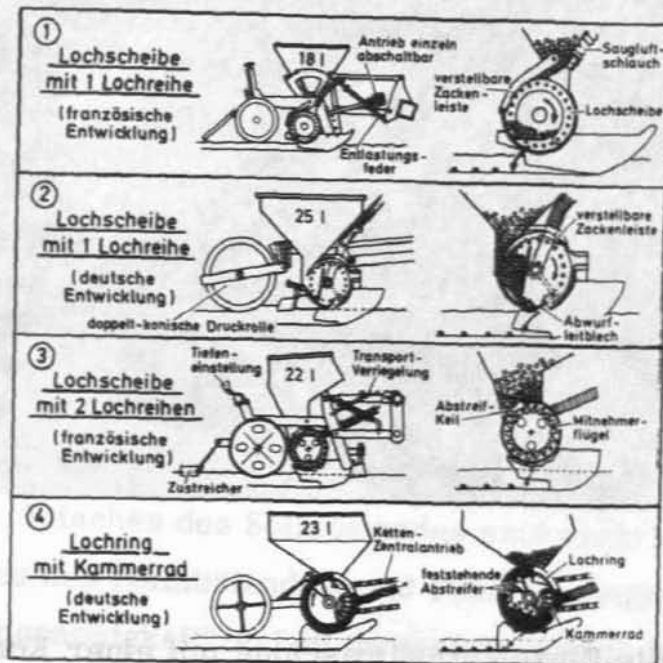
| Gerät | Behälterinhalt l/kg ¹⁾ | Saatstrecke je Füllung m ²⁾ | Ablegenauigkeit % | Kornabstand cm (Stuten) | Geräusch dB ³⁾ | erfordert. Hubkraft N ⁴⁾ | günstige Fahrgeschw. km/h | Flächenleistung ha/h ⁵⁾ |
|--|-----------------------------------|--|-------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| Kleine Maxicorn | 24/19 | 9 300 | 89-96 | 8-25 (15) | - | 7652 | 5 - 6 | 1,3 |
| Becker Aeromat | 22/17,5 | 8 700 | 92-99 | 7,5-19 (6) | 82 | 8 731 | 6 - 7 | 1,6 |
| IHC Cycloplanter | 270/215 | 17 700 | 70 -85 | 8-41 (64) | ne | Aufsattelgerät | 4 - 6 | 2,0 (6-reih.) |
| ¹⁾ 300g TKG ²⁾ 75 cm Reihenabst. 90 000 Körner/ha ³⁾ am Ohr des Fahrers ⁴⁾ 4-reihige Sämasch., gefüllter Saatgutbehälter, Kat. II ⁵⁾ 4-reihige Sämasch. 75 cm Reihenabst. | | | | | | | | |

Abb. 2 u. 3: Technische Kenndaten für mechanische und Druckluft-Einzelkorn-Sämaschinen

Von den Druckluftsystemen hat sich vor allem das Druck-Spül-System durchgesetzt. Hier besitzt das Zellenrad trichterförmige Bohrungen, die sich mit mehreren Körnern füllen. Von einem Druckluftstrahl werden anschließend alle überzähligen Körner ausgeblasen, nur jeweils ein Korn fällt in die Saatsfurche.

Die Saugluft-Einzelkornsämaschinen stellen die größte Gruppe der kalibrierungs-unempfindlichen Geräte dar. Trotz des übereinstimmenden Prinzips (die Körner werden von einem Saugluftstrom an Bohrungen auf einer Lochscheibe angesaugt) ist die technische Ausführung bei den einzelnen Fabrikaten unterschiedlich: es werden ein oder zwei Reihen von Lochbohrungen verwendet, feste oder verstellbare Abstreifer, direkter Abwurf der Körner in die Saatsfurche oder Übergabe in ein Fächerrad. Die wichtigsten technischen Kenndaten sind aus der Übersichtsdarstellung zu entnehmen.





| | Behälterinhalt l/kg 1) | Saatstrecke /Füllung 2) | Ablagege- nauigkeit % | Kornab- stand, cm (Stufen) | Geräusch dB 3) | erforderl. Hubkraft N 4) | Günstige Fahrge- schw, km/h | Flächen- leistung ha/h 5) |
|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Nodet Pneumosem II | 18/14,5 | 7 000 m | 96-100 | 9-30 (12) | 92-94 | 7259 | 5-6 | 1,3 |
| Fähse Monoair | 25/20 | 9 100 m | 92-98 | 8,2-23,0 (6) | 91,5 | 8044 | 5-6,5 | 1,3 |
| Howard Monosem Pneumatik | 22/18 | 8 300 m | 96-99 | 10,5-26,0 (20) | 93 | 8142 | 6-7 | 1,6 |
| Tröster Exaktamat | 23/18,5 | 9 000 m | 90-98 | 10-29 (10) | 93-95 | 7651 | 5-6 | 1,3 |

1) 300g TKG 2) 75 cm Reihenabst. 3) am Ohr des Fahrers 4) 4-reihige Sämasch., gefüllter Saatgutbehälter, Kat. II 5) 4-reihige Sämasch. 75 cm Reihenabst.

Abb. 4 u. 5: Technische Kerndaten für Saugluft-Einzelkorn-Sämaschinen

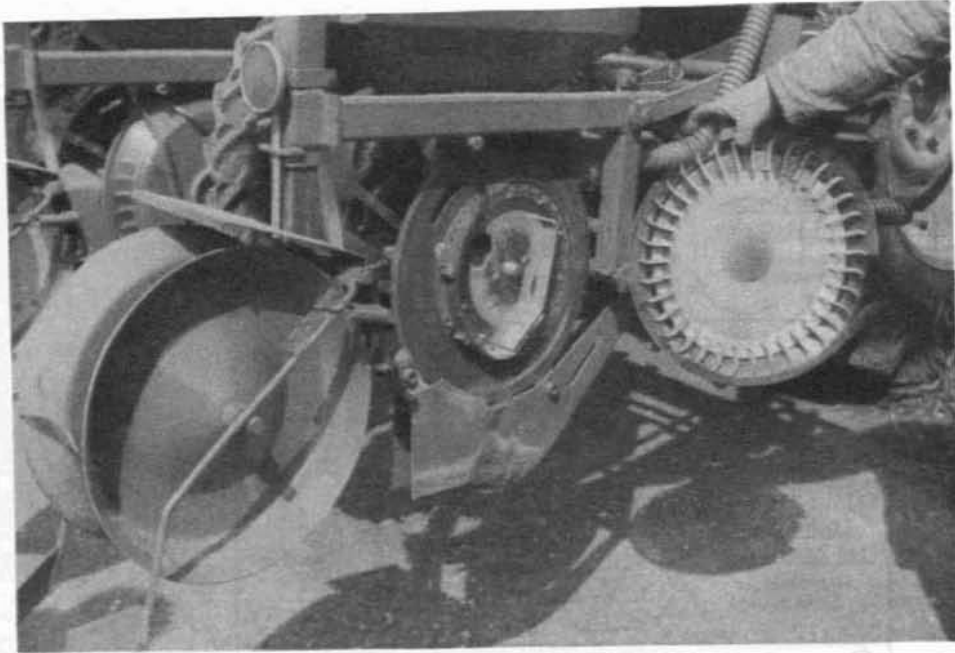


Abb. 6: Neuentwickelte Einzelkornsämaschine mit einer Kombination von Saugluftsystem und Fächerrad

Allen diesen Geräten ist gemeinsam, daß sie weitgehend unempfindlich gegenüber unterschiedlichen Kornformen und -größen sind. Außerdem lassen sie im Vergleich zu konventionellen mechanischen Sägeräten eine um ca. 30 bis 50% höhere Fahrgeschwindigkeit zu. Mit wenigen Ausnahmen handelt es sich um Spezial-Maissämaschinen, die hinsichtlich Scharform, Gewicht, Druckrollenausbildung und Saatgutbehälterinhalt konsequent auf die Verhältnisse bei der Maissaat abgestimmt sind. Einige pneumatische Geräte können (nach Austausch verschiedener Bauteile) auch für die Rübensaat eingesetzt werden.

Da bei Neuanschaffungen kalibrierungs-unempfindliche Geräte eindeutig bevorzugt werden, erhebt sich die Frage, ob eine Kalibrierung des Saatgutes überhaupt noch erforderlich ist. Diese Frage ist generell mit "ja" zu beantworten, da die Kalibrierung des Saatgutes auch eine wesentliche Verbesserung der Saatgutqualität bewirkt hat. Außerdem läßt sich kali-

briertes Saatgut auch mit den genannten Maschinen unproblematischer ausbringen (z. B. einfachere Einstellung des Abstreifers etc.).

Im Hinblick auf die eingangs gestellten Forderungen erhebt sich die Frage, ob diese neuentwickelten Säsysteme alle diese Anforderungen erfüllen, mit welchem Erfolg oder vielleicht auch mit welchen Einschränkungen. Als Beurteilungsmaßstäbe werden heute die von der DLG für die Prüfung von Einzelkornsämaschinen festgelegten Kriterien unterstellt:

- maximal 10% Doppelbelegungen und 10% Fehlstellen
- 0,0 bis 0,5-faches des Sollabstandes sind Doppelbelegungen,
- 0,5 bis 1,5-faches des Sollabstandes sind exakt abgelegte Körner, über 1,5-faches des Sollabstandes sind Fehlbelegungen.
- die "Standgenauigkeit" erfaßt denjenigen Anteil der Körner, die $\pm 3,5$ cm vom Sollabstand abgelegt sind.

Die Erfahrungen und umfangreiche Untersuchungen zeigen, daß bei allen Geräten eine bestimmte Wechselwirkung zwischen Korn-Sollabstand in der Reihe, Fahrgeschwindigkeit und Ablagequalität besteht. Dabei sind gerätespezifisch erhebliche Unterschiede festzustellen, d. h. daß bestimmte Geräte auch bei steigender Fahrgeschwindigkeit eine nahezu gleichbleibende Ablagequalität, andere Geräte des gleichen Prinzips einen deutlichen Rückgang der Ablagequalität aufweisen (vergl. Abb. 7).

Neben der Fahrgeschwindigkeit sind es vor allem auch Einflüsse des Korngewichtes, des Luftdruckes und der Umlaufgeschwindigkeit des Säaggregates, die eine gleichmäßige Kornablage beeinflussen. Dies ist beim Einsatz der Geräte zu berücksichtigen.

Diese hohen Anforderungen an die Funktionsfähigkeit der Säsysteme, insbesondere bei engen Kornabständen, haben in letzter Zeit zu einer verstärkten Diskussion über die Verringerung der Reihenweiten geführt.

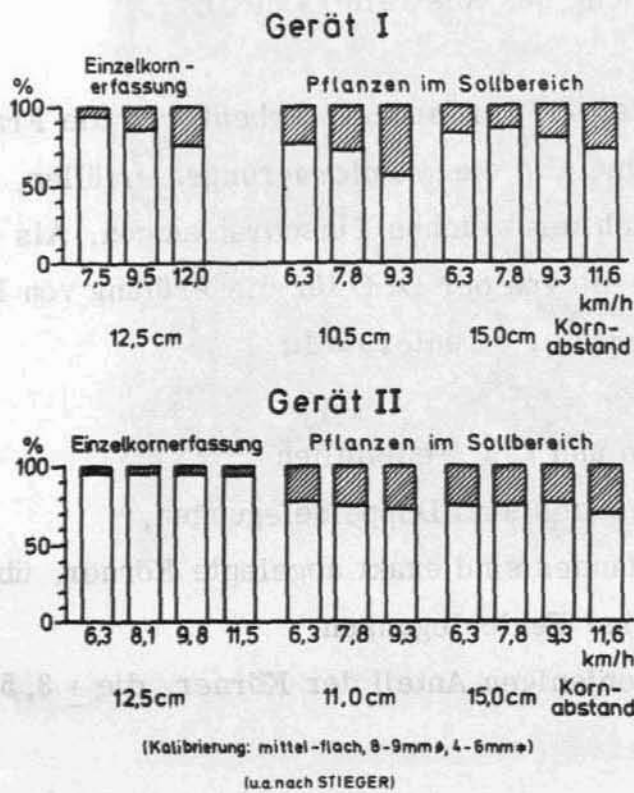


Abb. 7:

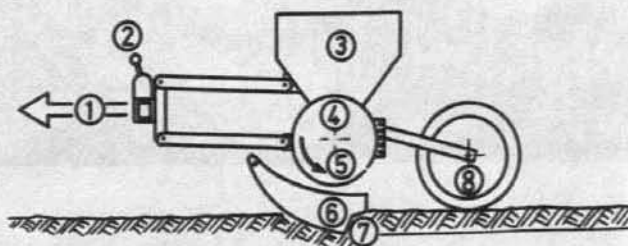
Ergebnisse der Einzelkorn-erfassung und der im Feld vorhandenen Pflanzen im Sollbereich bei 2 Saugluft-Einzelkornsämaschinen

Engere Reihenweiten würden bedeuten, daß die Kornabstände in der Reihe vergrößert und dadurch neben geringeren Anforderungen an die Säsysteme auch ein günstigerer Standraum je Einzelpflanze erreicht werden könnte. Diese Frage ist sowohl aus pflanzenbaulicher als auch verfahrenstechnischer Sicht zu diskutieren. Vom Blickpunkt einer Erhöhung des Erntertrages bringen verringerte Reihenweiten keine Vorteile. Vorliegende Untersuchungsergebnisse lassen erkennen, daß in einem diskutablen Bereich (zwischen ca. 80 cm und 60 cm Reihenabstand) keine Änderungen der Ertragssituation entsteht. Lediglich bei einer weiteren Verringerung auf ca. 40 cm können (bei Steigerungen der Pflanzenzahl/m² um 10%) etwas höhere Erträge erzielt werden.

Von der technischen Seite aus gesehen, ist die Verringerung der Reihenweite sehr problematisch, vor allem bei Verwendung mehrreihiger Erntemaschinen für die Silomais- oder Körnermaisernte. Die heute angewandten Erntemaschinen sind konstruktiv auf Reihenabstände von etwa 70 bis 80 cm eingestellt. Eine Verringerung des Reihenabstandes würde nicht nur eine erhebliche Verteuerung der Erntevorsätze, sondern voraussichtlich eine völlige Umkonstruktion erzwingen.

Welche Folgerungen hinsichtlich Auswahl und Einsatz der Geräte lassen sich aus diesen Ergebnissen ableiten? Es ist vorrangig sicherlich die Tatsache, daß die Arbeitsgeschwindigkeit auch bei modernen Einzelkorn-Sämaschinen nicht unbegrenzt gesteigert werden kann. Bei pneumatischen Geräten sollte für Körnermais die Fahrgeschwindigkeit nicht über 8 km/h, beim weiterentwickelten mechanischen Prinzip nicht über 6,5 km/h gesteigert werden (bei Silomais entsprechend weniger). Ein Überschreiten dieser Schwellenwerte hat die Gefahr zur Folge, daß sich die Arbeitsqualität deutlich verschlechtert. Im Zweifelsfall sollte deshalb eine größere Arbeitsbreite gewählt werden, auch wenn dies höhere Investitionen erfordert.

Einflüsse auf die Kornablage



- | | |
|----------------------------|------------------------------------|
| ① Fahrgeschwindigkeit | ⑤ Umlauf-(Abwurf-) Geschwindigkeit |
| ② angestrebter Kornabstand | ⑥ Fallhöhe |
| ③ Saatgut | ⑦ Ausformung der Saatfurche |
| ④ Sämechanismus | ⑧ Druckrolle (Form, Belastung) |

LÄNDTECHNIK
WEINSTEINER
Estler 771444

Abb. 8: Eine Vielzahl von Kriterien beeinflusst die Kornablage

Beim Einsatz der Geräte ist nicht nur die exakte Einzelkorn erfassung durch den Sämechanismus sondern auch die einwandfreie Einbettung des Kornes in den Boden erforderlich. Eine keilförmige Saatfurchung, exakt eingestellte Zustreicher und das wirkungsvolle Andrücken des Bodens am Korn durch zweckmäßige Druckrollen sind daher besonders wichtig. Dabei hat die Druckrolle neben dem Andrücken des Bodens auch noch die Funktion der Tiefenführung zu übernehmen. Vorliegende Untersuchungsergebnisse lassen erkennen, daß Druckrollen mit Walkgummiüberzug eine gleichmäßigere Tiefenführung bewirken und außerdem einen besseren Selbstreinigungseffekt bei feuchten Bodenverhältnissen aufweisen.

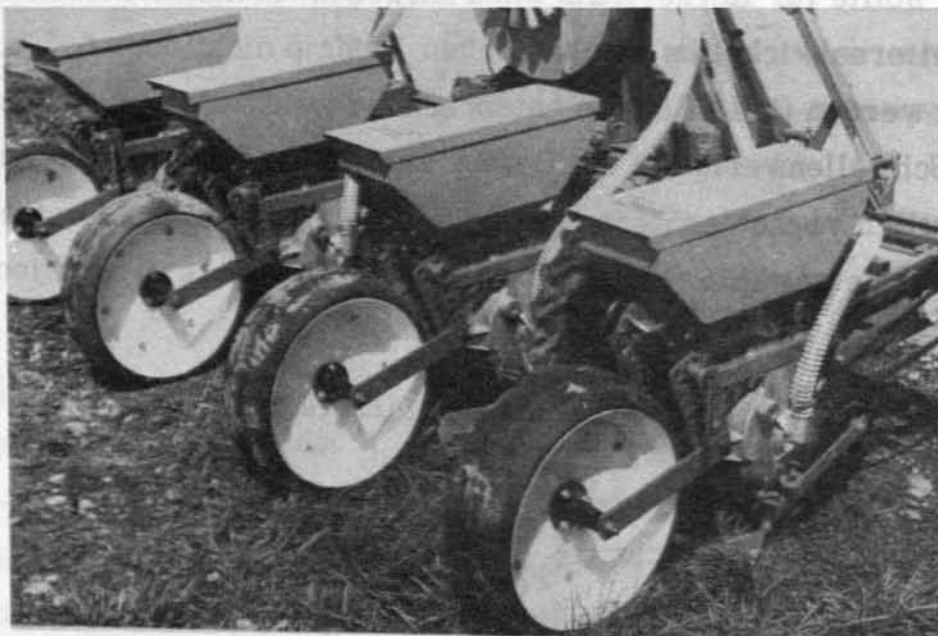


Abb. 9: Zweckmäßig gestaltete Walkgummidruckrollen gewährleisten eine exaktere Tiefenablage und bessere Selbstreinigung bei feuchteren Bodenverhältnissen

Ein Problem stellt nach wie vor die Kontrolle der Ablagegenauigkeit während des Feldeinsatzes dar. Eine Abdreprobe im Stand kann zwar Sicher-

heit über die exakte Belegung der einzelnen Zellen bieten, die Nachkontrolle während des Feldeinsatzes ist jedoch bei Ein-Mann-Arbeit problematisch. Seit einiger Zeit werden jedoch Kontrollsysteme angeboten, die vom Schleppersitz aus eine Überwachung der einzelnen Säaggregate ermöglichen.

Die knappe Einsatzzeitspanne, relativ hohe Investitionen und Kosten der Arbeitserledigung zwingen dazu, mit den Einzelkorn-Sämaschinen möglichst hohe Flächenleistungen zu erzielen bzw. den Arbeitszeitaufwand weitgehend zu reduzieren. Die eigentliche Arbeitszeit im Feldeinsatz ist vorgegeben durch die mögliche Fahrgeschwindigkeit und vorhandene Arbeitsbreite des Gerätes. Einsparungen an Arbeitszeitaufwand sind vor allem durch ein Verringern der Nebenzeiten (insbesondere Verringerung der Wendezeiten), großvolumige Saatgut-Vorratsbehälter (verringerte Nachfüllzeit) sowie durch Kombination von Saatbettbereitung und Saat in einem Arbeitsgang (Minimalbestelltechnik) möglich. Die Landmaschinenindustrie bietet bereits vielfältige Lösungen für diese Kombination von Bodenvorbereitung und Saat an, wobei je nach Konstruktion lediglich der Saatstreifen gelockert und gekrümelt wird, oder eine ganzflächige Bodenvorbereitung durchgeführt wird.



Abb. 10:
Minimalbestelltechnik
bei der Maissaat - eine
der Möglichkeiten zur
Verringerung des Ar-
beitszeitbedarfes

| Arbeitsgang | Variante | | | |
|---|----------|--|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Saatbettbereitung (gesonderter Arb.-Gang) | × | × | | |
| Saat ohne Reihendüngung | × | | × | |
| Saat mit Reihendüngung | | × | | × |
| Bestellkombination | | | × | × |
| Arbeitszeitbedarf AKh/ha | 1,21 | 1,39 | 0,73 | 0,91 |
| Flächenleistung ha/h | 0,83 | 0,72 | 1,37 | 1,10 |
| Saisonleistung (15 FAT, 8 Std./Tag) | 99,6 | 86,4 | 164,4 | 132,0 |
| Ackertraktor 57 kW (75 PS) 4-reih. Einzelkornsämaschine Schlaggröße/-länge 2 ha/300 m | | 120.000 Körner/ha 2,0 dt/ha Reihendünger Fahrtgeschwindigkeit 6,5 km/h | | |

Abb. 11: Arbeitszeitbedarf und Flächenleistungen bei verschiedenen Varianten von Saatverfahren

Bei allen diesen Überlegungen darf aber auch nicht die Frage vernachlässigt werden, wie der Maschineneinsatz möglichst rentabel durchzuführen ist. Der Anschaffungspreis ist für kalibrierungs-unempfindliche Geräte relativ hoch, daher entstehen auch entsprechend hohe Kosten der Arbeitserledigung. Eine Verringerung dieser Kosten ist nur zu erreichen, wenn eine entsprechend große Einsatzfläche/Jahr gewährleistet werden kann. Die Erfahrungen zeigen, daß erst ab einer Einsatzfläche von ca. 35 bis 40 ha/Jahr bei pneumatischen Einzelkornsämaschinen eine Eigenmechanisierung rentabel ist. Unterhalb dieser Schwelle ist der überbetriebliche Maschineneinsatz (Maschinenring, Lohnunternehmer) erheblich kostengünstiger.

Ernte und Trocknung von Körnermais

von AOR Dr. Arno Strehler, Bayerische Landesanstalt für Landtechnik,
Freising-Weihenstephan.

Von den Körnermaisernteverfahren hat sich der Pflückdrusch durchgesetzt. Zum Einsatz kommen Pflückmähdrescher und sogenannte Pflückrebler.

Warum ging die Entwicklung zum Pflückdrusch?

Der Mähdrusch belastete die Maschinen sehr stark, weil die sehr feuchte Gesamtpflanze die Preß- und Absiebeinrichtungen durchlaufen mußte. Der Austritt von Pflanzensaft führte zu erhöhter Korrosion. Die Bewältigung der großen Pflanzenmassen belastete die Druschleistung erheblich. Beim Pflückdrusch gehen nur Kolben und einige Pflanzenreste durch die Maschine. Obwohl der Pflückvorsatz erheblich teurer ist, als der Mähvorsatz, setzte sich das Pflückverfahren wegen der höheren Druschleistung und der geringeren Maschinenbelastung durch. Von den beiden Arten der Pflückvorsätze setzte sich der Schienenpflücker gegenüber dem Profilwalzenpflücker durch. Schienenpflücker haben den Vorteil, daß sie eine höhere Arbeitsleistung bei geringeren Verlusten durch eine bessere Anpassungsmöglichkeit an Stengel- und Kolbendicke erlauben. Beim Schienenpflücker wird der Stengel von Reißwalzen erfaßt und mit hoher Geschwindigkeit zwischen im Abstand verstellbaren Schienen durchgezogen; der Kolben ist breiter als der Schienenabstand, er wird vom Stengel abgerissen. Bei diesem Verfahren kommt es besonders bei brüchigem Mais vor, daß der Maisstengel über dem Kolben mit abgerissen wird und in den Mähdrusch gelangt. Dadurch bringt der Schienenpflücker mehr Maisstengel in die Dreschorgane als der Walzenpflücker. Zum Pflückdrusch sind Sorten mit stehenden und möglichst großen Kolben wichtig. Maisarten mit kleinen Kolben fordern, daß man die Schienen möglichst eng stellt, um Verluste gering zu halten. Sehr großkolbige Maissorten erlauben einen größeren Schienenabstand, wodurch eine höhere Fahrgeschwindigkeit mit entsprechender Leistungsstei-

gerung ermöglicht wird. Bei Pflückwalzen ist keine Anpassung an die Sorte und den Bestandszustand möglich, es kommt zu sehr hohen Verlusten, wenn Maiskolben nach unten hängen und mit der Spitze zwischen die Pflückwalzen geraten. Abb. 1 zeigt den Aufbau der beiden Pflückerarten.

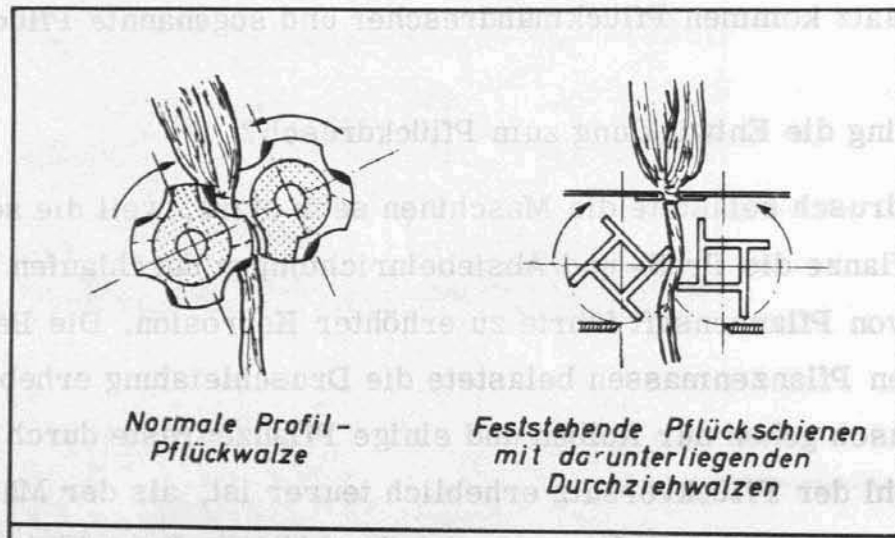


Abb. 1: Bauarten von Maispflückvorrichtungen

Nicht nur Selbstfahrererntemaschinen werden mit Pflückvorsätzen ausgerüstet, sondern auch vom Schlepper gezogene Maschinen. Gezogene Maschinen verfügen meist nur über 1 oder 2 Pflückreihen, wie beispielsweise in Abb. 2 gezeigt.

Selbstfahrende Pflückrebler, von Frankreich kommend, sind in erster Linie noch mit Pflückwalzen ausgerüstet. Diese Maschinen reinigen das Erntegut wesentlich besser als Mähdrescher, da die Arbeitselemente speziell für die Maisernte konstruiert wurden. Allerdings haben diese Spezialmaschinen einen erheblich höheren Anschaffungspreis.



Abb. 2

Mit diesen Spezialmaschinen wird auch bei feuchterem Ausgangsmaterial eine bessere Arbeitsqualität erzielt als bei umgebauten Mähdreschern. Durch den höheren Preis ist man aber auf eine bessere Auslastung angewiesen, d. h., diese Maschinen lassen sich wirtschaftlich nur im überbetrieblichen Maschineneinsatz oder im landwirtschaftlichen Großbetrieb einsetzen. Abb. 3 zeigt einen Selbstfahrerrebler mit zweireihigem Erntevorsatz.

Der früher übliche Drusch mit Schneidwerk ist fast verschwunden. Man verwendet ihn allenfalls noch in sehr stark lagernden Beständen, wo Pflückvorsätze nicht mehr im Stande sind, verlustarm zu ernten. Abb. 4 zeigt einen älteren Mähdrescher mit dreireihigem Schneidvorsatz.

Die Umrüstung der Mähdrescher für die Körnermaisernte:

Die Maschinen müssen vom Getreide her entsprechend umgerüstet werden, der Schneidtablett wird durch einen Pflückvorsatz ausgetauscht.



Abb. 3: Selbstfahrerrebler mit zweireihigem Erntevorsatz



Abb. 4: Mähdrescher mit dreireihigem Schneidvorsatz.

Die Vorsätze arbeiten 2- bis 6-reihig. Die Trommel wird ebenfalls ausgetauscht oder mit Verkleidungsblechen versehen. Man benötigt einen Korb mit größerem Durchgang. Die Trommeldrehzahl wird angepaßt, ebenso der Korbabstand zur Trommel. Entsprechende Siebe sind für den Mais einzusetzen.

Der Pflückrebler als Spezialmaschine erfordert keinerlei Umrüstung, ein von vielen Lohnunternehmern sehr geschätzter Vorteil.

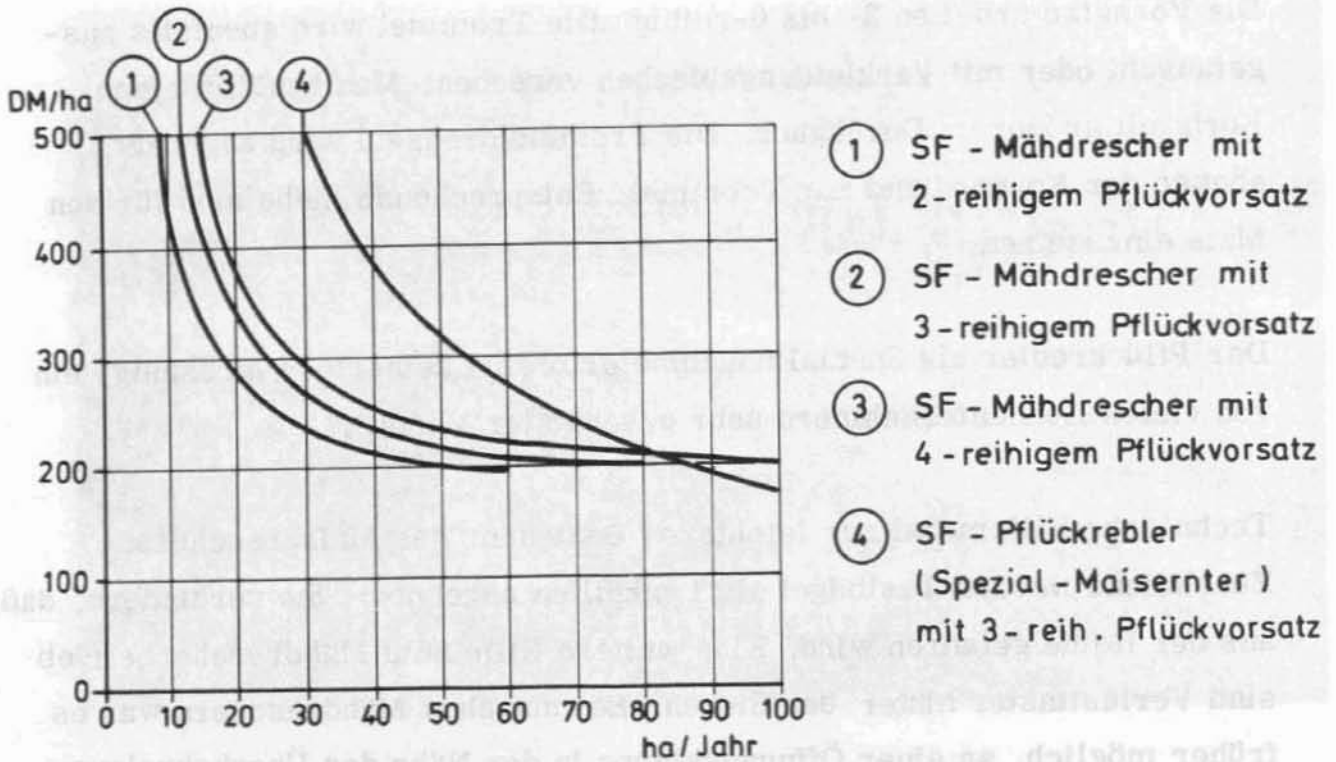
Technische Hilfsmittel zur leichteren Bedienung des Maisdreschers:

Zunehmend werden Tastbügel als Lenkhilfen angeboten. Sie verhindern, daß aus der Reihe gefahren wird. Eine weitere Hilfe zum Mähdrescherbetrieb sind Verlusttaster hinter den Sieben. Bei manchen Mähdreschern war es früher möglich, an einer Öffnungsklappe in der Nähe des Überkehrelevatorkopfes zu erkennen, ob Körner hochgefördert werden. In diesem Fall mußte die Fahrgeschwindigkeit soweit reduziert werden, bis fast keine Körner mehr kamen. Heute ist bei den meisten Mähdreschern die Kontrollmöglichkeit nicht mehr gegeben, und so sind die Fahrer auf Verlusttaster angewiesen. Laufen Körner über die Siebe, dann berühren diese einen Taster, der dem Fahrer Körnerverlust meldet.

Druschkosten:

Die sehr teuren Maiserntemaschinen verlangen eine gute Auslastung für einen kostengünstigen Betrieb. Abb. 5 zeigt den Einfluß der Auslastung verschieden großer Maschinen auf die Gesamtkosten (ESTLER).

Die Erntekosten je ha sind auf der Ordinate, die Auslastung verschiedener Mähdrescher in ha pro Jahr sind auf der Abszisse angegeben. Als Parameter wurden verschiedene Mähdreschergrößen gewählt, Selbstfahrer-Mähdrescher mit 2 bis 4-reihigen Pflückvorsätzen sowie ein Selbstfahrpflückrebler mit 3-reihigem Pflückvorsatz.



Kosten der Körnermaisernte

Abb. 5: Kosten der Körnermaisernte (nach ESTLER)

Es zeigt sich, daß einfache bzw. billige Verfahren mit 2 Reihen schon zwischen 25 und 30 ha in einen kostengünstigen Bereich kommen, d. h., die Gesamtkosten unter 250, - DM/ha liegen. Die 3-reihige Maschine erfordert bereits über 35 ha, die 4-reihige Maschine über 45 ha Körnermaisfläche. Die Spezialmaschine kommt erst bei 65 ha in den Kostenbereich um 250, - DM/ha. Setzt man die Forderung nach 200, - DM/ha, so muß die Auslastung erheblich höher liegen. Abb. 5 zeigt ferner, daß der Spezialmaisernter erst ab 85 ha den Mähdreschern bezüglich der Erntekosten überlegen ist. Um die geforderten hohen Flächenauslastungen zu erreichen, wird ein überbetrieblicher Einsatz nicht zu umgehen sein.

Stroheinarbeitung:

Bei der Stroheinarbeitung gibt es noch einige Probleme. Früher, als die Gesamtpflanze noch durch den Mähdrescher ging, wurde nur gehäckseltes Gut von der Erntemaschine hinterlassen. Mit den Nachfolgearbeiten hatte man dadurch wenig Schwierigkeiten. Der Pflücker läßt die gestauchten Pflanzen am Feld stehen. Direktes Einpflügen ist nicht möglich, da sich das sperrige Stroh zusammenschiebt. Um einen getrennten Häckselarbeitsgang nach dem Pflücker einzusparen, versucht man heute direkt unter das Pflückaggregat entsprechende Häckseleinrichtungen einzubauen, wie Abb. 6 veranschaulicht.

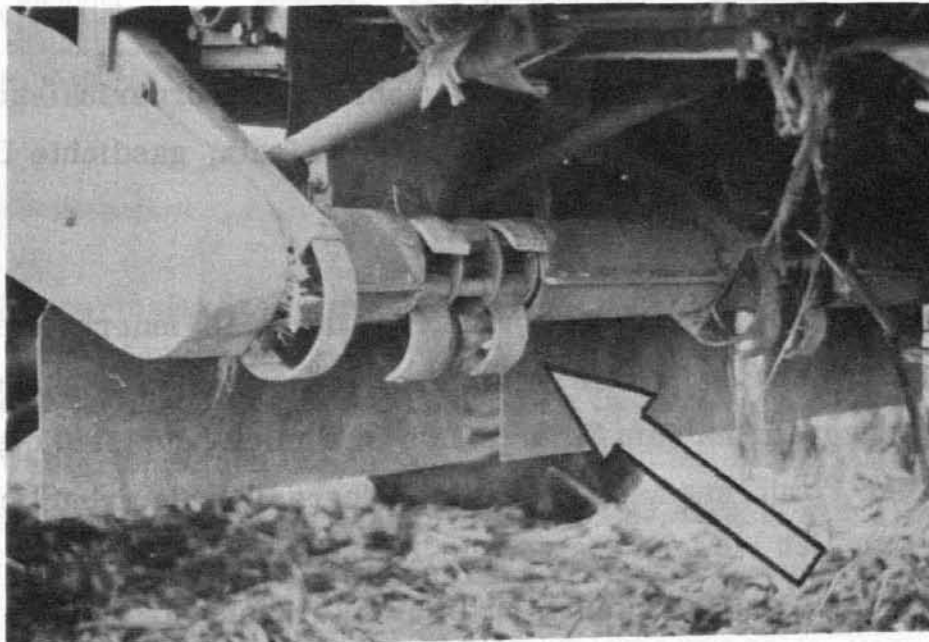


Abb. 6: Unterbau-Strohschläger nach dem Schlegelhäcksler-Prinzip für Pflückdrusch-Verfahren

Korn-Spindelgemisch:

Ein Teil der Spindeln wandert in den Korntank, wodurch der Nährwert der Spindel mit ausgenutzt werden kann. Betriebe, die nicht Verkaufsmais erzeugen, sondern ihr Gut im eigenen Betrieb verfüttern, sind u. U. mit diesem Verfahren gut beraten. Der Mähdrescher muß für dieses Ernteverfahren etwas umgerüstet werden. Er braucht eine spezielle weitmaschige

Siebeinrichtung, durch die kleine Spindelteile fallen können. Auch der Dreschkorb erhält einen größeren Durchgang. Im Siebteil des Mähdreschers wird der hintere Teil abgedeckt, durch welchen sonst das Gut zum Überkehrelevator gelangt. Diese größeren Teile werden bei diesem Ernteverfahren direkt in den Korntank geleitet. Die Trommeldrehzahl wird erhöht, der Korbabstand etwas verringert, so daß die Spindeln stärker zer schlagen werden. Das Gebiet der Erzeugung von Kornspindelgemisch soll hier nicht weiter vertieft werden, denn Dr. Grimm wird nachfolgend in seinem Referat im Zusammenhang mit dem Lieschkolbenschrot näher auf die Probleme eingehen.

Die Konservierung von Körnermais:

Die Praxis verwendet verschiedene Verfahren der Körnermaiskonservierung, wie z. B.: Milchsäurevergärung, Säurezusatz, gasdichte Lagerung und Trocknung.

Die Milchsäurevergärung setzt voraus, daß der Mais innerbetrieblich verwertet wird, wie beim Verfahren mit dem Zusatz von Propionsäure. Die gasdichte Lagerung ist dem Silierverfahren ähnlich, nur sind die Behälter aufgrund der Forderung nach wesentlich höherer Dichte erheblich teurer. Sehr gebräuchlich ist nach wie vor die Trocknung, auch wenn der Körnermais innerbetrieblich verfüttert wird. Für Verkaufsware ist die Trocknung unumgänglich. Im Rahmen der eigenbetrieblichen Verwertung steht mancher Landwirt vor der Frage, welches Verfahren in seinem Fall das kostengünstigste wäre. Um hier eine Hilfestellung leisten zu können, wurde ein Kostenvergleich durchgeführt, der in Abb. 7 in Form eines Säulendiagramms veranschaulicht wird.

Auf der Ordinate links sind die Kosten in DM/t Feuchtgut und rechts in DM/t Trockengut angegeben. Zur Umrechnung wurde unterstellt, daß der Körnermais mit 40% Feuchtegehalt geerntet wird. Die Einzelkosten wurden jeweils in Spannen angegeben, auf der linken Säulenseite günstige Bedingun-

Gesamtkosten der Körnermaiskonservierung bei verschied. Verfahren
(bis zum Futtertrog einschl. Verluste nach Str. A/D 378)

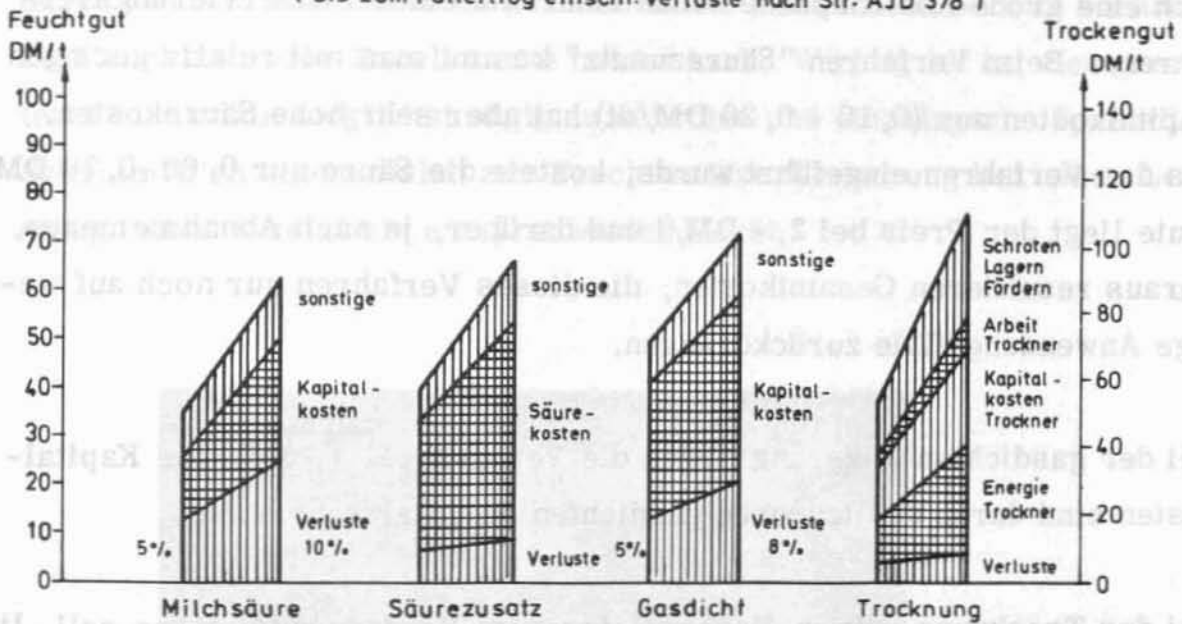


Abb. 7: Körnermaiskonservierung

gen, auf der rechten Säulenseite ungünstige Bedingungen. Dieses Verfahren wurde gewählt, um einen objektiven Vergleich unter Berücksichtigung verschiedener Betriebsvoraussetzungen für die einzelnen Konservierungsverfahren zu bekommen. Beispiele sollen die Kostenrechnung erläutern.

Die Verluste bei der Milchsäurevergärung (Säule links) liegen im Bereich von 5-10%. Die Verluste müssen nicht immer die Höhe von 10% erreichen; sie können erheblich darunter liegen, wenn sich der Betrieb darauf beschränkt, nur im Winter siliertes Gut zu verwerten, da in diesem Fall nur mit geringen Nachgärverlusten zu rechnen ist. Die Kapitalkosten sind bei diesem Verfahren relativ gering, je nach Betriebssituation; mancher Betrieb kann vorhandene Silos verwerten, wodurch die Kapitalkosten erheblich zu senken sind. Bei Neubaubehältern sind die Kapitalkosten wesentlich höher. Die Kosten der Milchsäurevergärung liegen bei 35, - bis 60, -DM/t Feuchte-

gut oder auf Trockengut umgerechnet bei 50, - bis 90, - DM/t. Es zeigt sich eine große Kostenspanne schon innerhalb eines Konservierungsverfahrens. Beim Verfahren "Säurezusatz" kommt man mit relativ geringen Kapitalkosten aus (0,10 - 0,20 DM/dt) hat aber sehr hohe Säurekosten. Als das Verfahren eingeführt wurde, kostete die Säure nur 0,60 - 0,70 DM/l, heute liegt der Preis bei 2, - DM/l und darüber, je nach Abnahmemenge. Daraus resultieren Gesamtkosten, die dieses Verfahren nur noch auf wenige Anwendungsfälle zurückdrängen.

Bei der gasdichten Lagerung liegen die Verluste bei 5 - 8 %, die Kapitalkosten sind durch den teureren gasdichten Behälter sehr hoch.

Bei der Trocknung, die in diesem Referat im Vordergrund stehen soll, liegen die Verluste weit unter denen anderer Konservierungsverfahren. Die Energiekosten stiegen durch die Ölpreissteigerung. Aus dem Verbrauch von 6 - 7 l Heizöl je dt Trockengut läßt sich die Verteuerung der Trocknung durch die Preissteigerung errechnen. 0,20 DM/l Ölpreiserhöhung verteuern die Trocknung um 1,20 - 1,40 DM/dt Trockengut. Die Kapitalkosten sind bei der Trocknung hoch, zwischen 18, - bis 30, - DM/t, je nach Betriebs-situation. Die Arbeitskosten hängen vom Trocknungsverfahren ab, sie sind relativ gering. Für den Kostenvergleich mit den anderen Konservierungsverfahren sind bei der Trocknung die Aufwendungen für Schrotten, Lagern, Fördern berücksichtigt, wie auch bei den anderen Konservierungsverfahren. Die Gesamtkosten der Körnermaistrocknung einschl. der genannten Kostenkomponenten liegen zwischen 50, - und 110, - DM/t Trockengut. Aus dem Kostenvergleich folgt: Die Kosten der einzelnen Verfahren schwanken je nach Betriebssituation stärker als die Mittelwerte der verschiedenen Konservierungsverfahren. Daraus folgt:

Bei der Wahl des Konservierungsverfahrens muß die einzelbetriebliche Situation genau berücksichtigt werden, um das optimale Verfahren ausfindig zu machen.

Die Milchsäurevergarung ist durch eine sehr hohe Verfahrensleistung und durch geringe Kapitalkosten gekennzeichnet, wenn man bereits vorhandene Maschinen oder Bauelemente nutzen kann. Wichtig ist es, den geernteten Feuchtmais möglichst zügig zu schroten und einzulagern. Spezielle Schrotmühlen eignen sich zur Feuchtmaiszerkleinerung bei hoher Leistung. Abb. 8 zeigt ein entsprechendes Gerät.

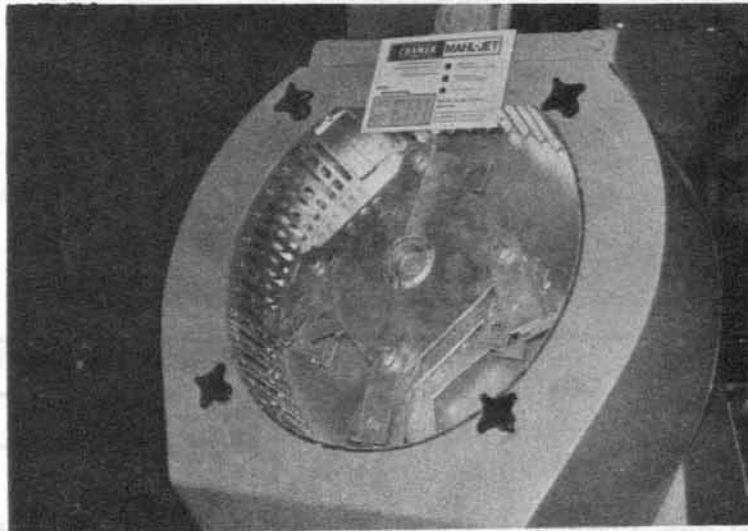


Abb. 8: Schrotmühle zur Feuchtmaiszerkleinerung

Der Propionsäurezusatz, ein weiteres Feuchtkornkonservierungsverfahren, ist durch eine hohe Einlagerungsleistung bei geringen Kapitalkosten gekennzeichnet. Ein Säuredosiergerät, das 20 t/h Durchsatz erlaubt (siehe Abb. 9), kostet nur 5 000, -- bis 6 000, -- DM. Der Säurepreis ist leider sehr stark angestiegen, weshalb dieses Verfahren die ursprünglich gehegten Hoffnungen nicht erfüllen konnte. Der Säureaufwand läßt sich von 2,5% auf 1%, d. h. 1 l pro dt Feuchtgut senken, wenn innerhalb eines Monats nach der Ernte geschrotet und eingelagert wird. Der zweite Arbeitsgang, verursacht durch die Zwischenlagerung, ist allerdings nachteilig.

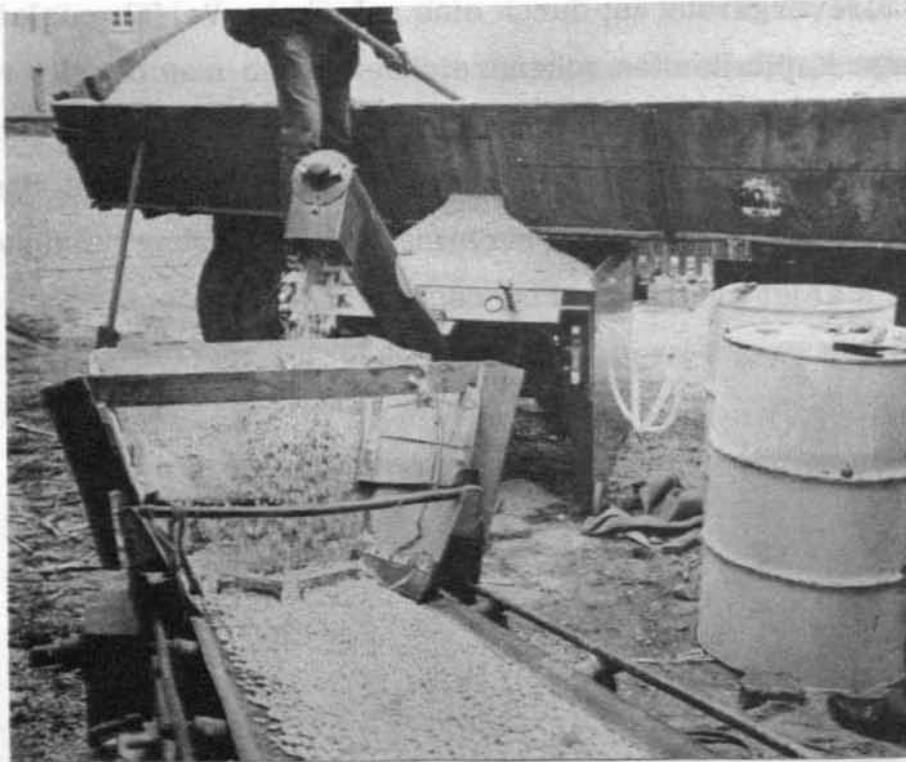


Abb. 9: Säuredosiergerät

Die Trocknung:

Für Verkaufsware ist das Trocknen die einzig mögliche Konservierungsform. Auch bei eigenbetrieblicher Verwertung von Körnermais kommt dieses Verfahren in vielen Anwendungsfällen in Frage. Die Trocknungskosten und die Trocknerleistung hängen in erster Linie von den notwendigen Wasserentzugsmengen ab. Zur Veranschaulichung der Zusammenhänge werden in Tab. 1 die Wasserentzugsmengen verschiedener Trocknungsgüter zusammen mit dem notwendigen Heizölbedarf aufgezeigt.

Wird Gras mit einem Anfangsfeuchtegehalt von 82% getrocknet, wie das bei Grünfütterheilufttrocknungsanlagen im Fall der Frischgutanlieferung nötig ist, dann sind 367 kg Wasser zu entziehen um 100 kg Trockengut zu erzielen. Hierzu werden mindestens 35 l Heizöl benötigt. Bei so großen Wasserentzugsmengen schlagt jede Heizlverteuerung schwerwiegend zu Buche. Von besonderem Interesse ist der Vergleich zwischen Körnermais und Getreide. Bei Körnermais rechnet man im Durchschnitt mit einem

Anfangsfeuchtegehalt von 40%; daraus resultiert ein notwendiger Wasserentzug von 43 kg je 100 kg Trockengut. Hierfür sind im Durchschnitt 6,5 l Heizöl notwendig. Bei Getreide mit 22% Anfangsfeuchtegehalt werden lediglich 1,2 l Heizöl für 100 kg Trockengut aufgewendet. Der Heizölpreis spielt aufgrund des geringen Heizölbedarfs bei der Getreidetrocknung nur eine untergeordnete Rolle. Bei Körnermais schlägt der Heizölpreis stärker zu Buche, weshalb versucht wird, durch Verbesserung des Wirkungsgrades Energie einzusparen.

Tab. 1: Trocknungsgüter - Feuchtegehaltsbereiche - Ölbedarf

| Trocknungsgut Art | Zustand | Anfangsfeuchtegehalt vor dem Trocknen in % | notw. Wasserentzug bei versch. U_2 kg/dt TG | Endfeuchtegehalt U_2 in % | Heizölbedarf l/dt TG |
|----------------------|-----------------------------------|--|---|-----------------------------|----------------------|
| Gras | - regennaß | 88 | 600 | 16 | 56 |
| Gras | - im Durchschnitt beim 1. Schnitt | 82 | 367 | 16 | 35 |
| Gras | - 1 Tag vorgew. | 65 | 140 | 16 | 15 |
| Gras | - 2 Tage vorgew. | 30 | 14 | 20 | 2 |
| Raps | - vom Zwischenfruchtbau | 88 | 600 | 16 | 56 |
| Mais | - Gesamtpflanze siloreif | 75 | 236 | 16 | 24 |
| Körnermais | - druschreif | 40 | 43,3 | 14 | 6,5 |
| Getreide | - druschreif | 22 | 7,7 | 16 | 1,2 |

Ferner besteht die Möglichkeit, durch Erschließung billiger Energiequellen die Energiekosten zu senken. In Abb. 10 wird in einem einfachen Säulendiagramm der Heizölbedarf verschiedener Körnerfrüchte veranschaulicht.

Zum Trocknen von Körnermais wird Warmluft benötigt. Die Luftanwärmung

erfolgt trotz der hohen Preise vorwiegend mit Heizöl. Verschiedene Ofenbauarten kommen zur Anwendung, wie Abb. 11 zeigt.

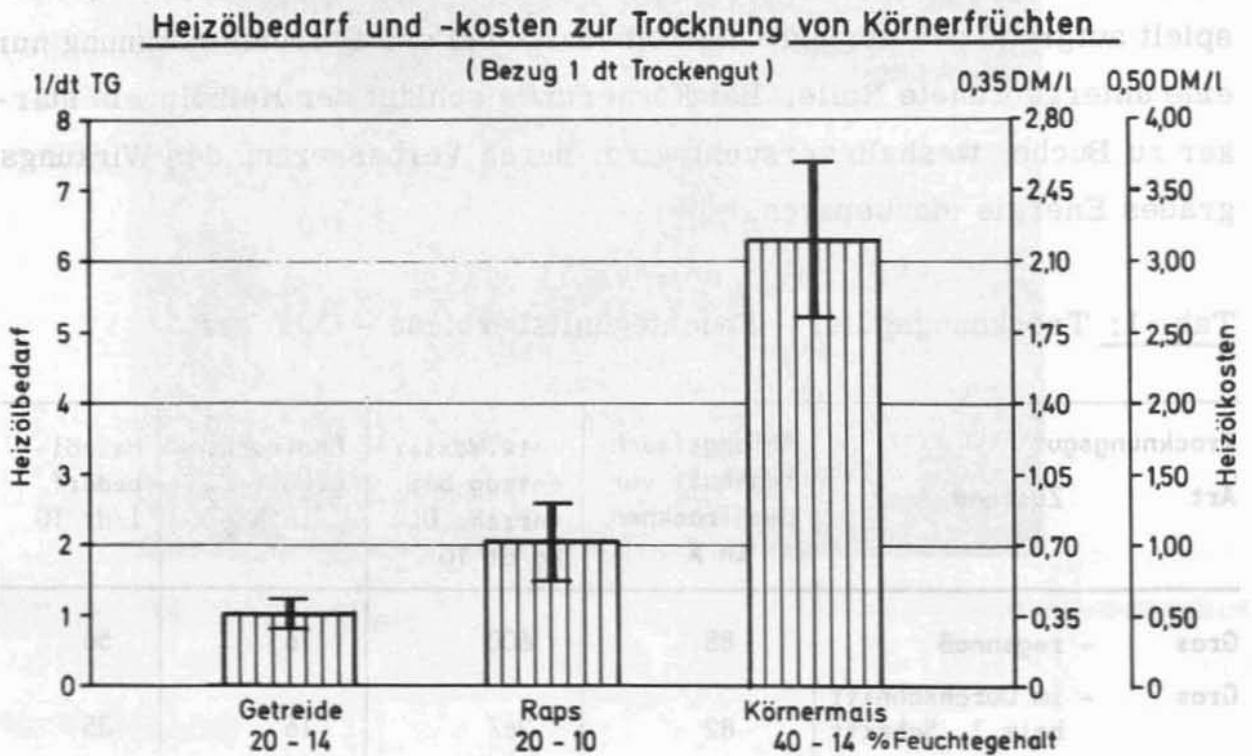


Abb. 10: Heizölbedarf und -kosten zur Trocknung von Körnerfrüchten

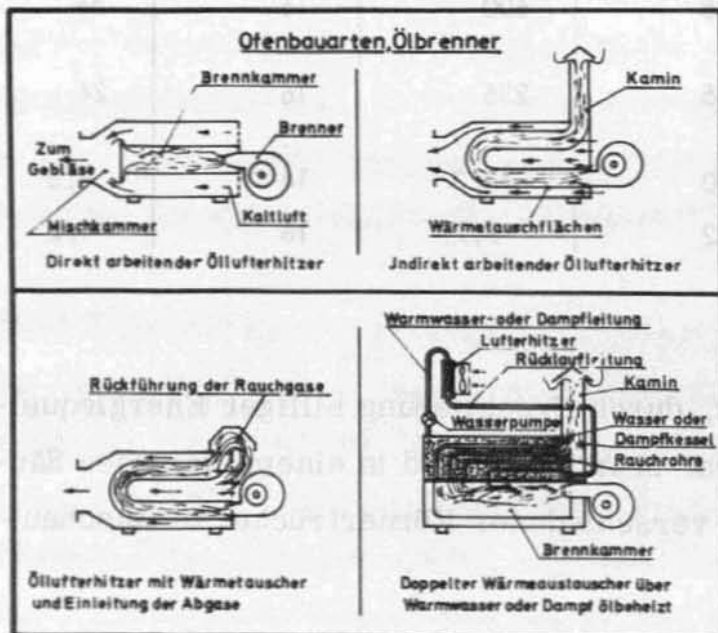


Abb. 11: Ofenbauarten, Ölbrenner

Bei der Direktbeheizung werden die Rauchgase mit der angesaugten Frischluft gemischt und in das Trocknungsgut eingeblasen. Direktbeheizer sind einfach und billig, allerdings verlangen sie eine sorgfältige Einstellung, damit am Trockengut kein Ruß oder sonstige Schadstoffe angelagert werden. Anlagen mit Wärmetauscher (indirekte Beheizung) kosten nahezu doppelt so viel wie Direktbeheizer. Der Wärmetauscher führt zu ungefähr 20% Wärmeverlust gegenüber dem Direktbeheizer. Dieser Verlust wird durch den Wärmeinhalt der Rauchgase verursacht, die über den Kamin abziehen. Manche Bauarten erlauben zur Energieeinsparung die Rauchgasrückführung. Bei diesem Verfahren muß allerdings der teure Wärmetauscher mitgekauft werden. Liegt ein relativ geringer Heizleistungsbedarf vor, so besteht die Möglichkeit über einen Wärmetauscher den Wasserheizungskreislauf der Hausheizung zu nutzen. Nur in wenigen Fällen reicht die geringe Heizleistung für Körnermais aus, häufig kann das Verfahren für die Getreidetrocknung nicht genutzt werden. Die Ankopplung an den Wärmekreislauf einer Brennerei ermöglicht die Bedarfsdeckung von größeren Mais-trocknern. Abb. 12 zeigt den Vertreter einer sehr gebräuchlichen Ofenbauart mit Wärmetauscher (im Vordergrund der Brenner, dahinter die Brennkammer mit Rohrwärmetauscher).

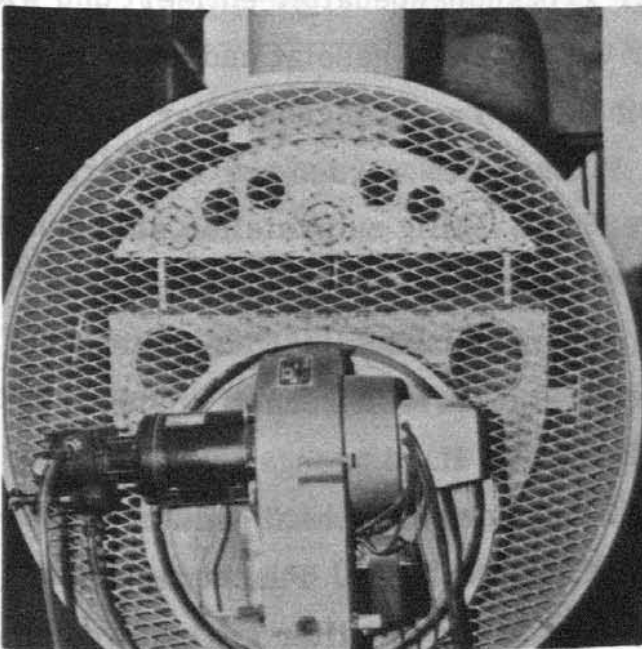


Abb. 12

Warmluftherzeuger gibt es in stationärer und fahrbarer Ausführung. Die fahrbare Lösung erspart teure Einbaukosten für den Ofen und gegebenenfalls auch für den Trockner. Beim Kauf von Trocknungsanlagen gilt es zu bedenken, daß die Installationskosten einschl. Baukosten ebenso hoch sein können, wie für die Trocknungsanlage selbst. Zur Kostenersparnis ist es daher häufig ratsam, mobile Anlagen im Freien zu betreiben, insbesondere wenn eine schlechte Auslastung für den Einzelbetrieb vorliegt. Durch die überbetriebliche Nutzung kann durch eine bessere Auslastung eine weitere Kostensenkung erzielt werden.

Die verschiedenen Trocknerbauarten:

Nach dem Arbeitsprinzip unterscheidet man grundsätzlich zwischen den sogenannten Satzrocknern, Umlaufrocknern und Durchlaufrocknern. Diese Trocknungssysteme sind mit den wichtigsten Vertretern der Bauarten in Abb. 13 dargestellt.

Betriebsablauf des Satzrockners:

Der Trocknungsbehälter wird gefüllt, dann wird Warmluft eingeblasen bis der gewünschte Endfeuchtegehalt erreicht ist. Durch Abschalten des Brenners erfolgt die Kühlphase. Ist das Gut gekühlt (30 bis 45 min), dann wird auch das Gebläse abgestellt und der Trocknungsbehälter entleert und wieder befüllt. Der Warmluftherzeuger wird in Gang gesetzt und der vorher geschilderte Vorgang wiederholt sich. Die Trocknungsbehälter werden in verschiedenen Formen angeboten. Flachdarren werden zur Entleerung kippar oder mit Düsenboden ausgerüstet. Billig zu erstellen sind Schrägtrockner, der Trocknungsboden bleibt ständig in einer Neigung von 25° . Ist das Material trocken, wird die nach unten abschließende Seitenwand geöffnet, der trockene und gut rieselfähige Mais läuft schnell aus dem Trockner. Ein kleiner Rest muß mittels Besen von Hand nachgeräumt werden. Kann eine Hochfahrt oder ein großer Geländeunterschied genutzt werden, dann spricht das für den Bau eines Schrägtrockners. Feuchtmais kann beispielsweise von der Hochfahrt direkt in den Behälter gekippt werden.

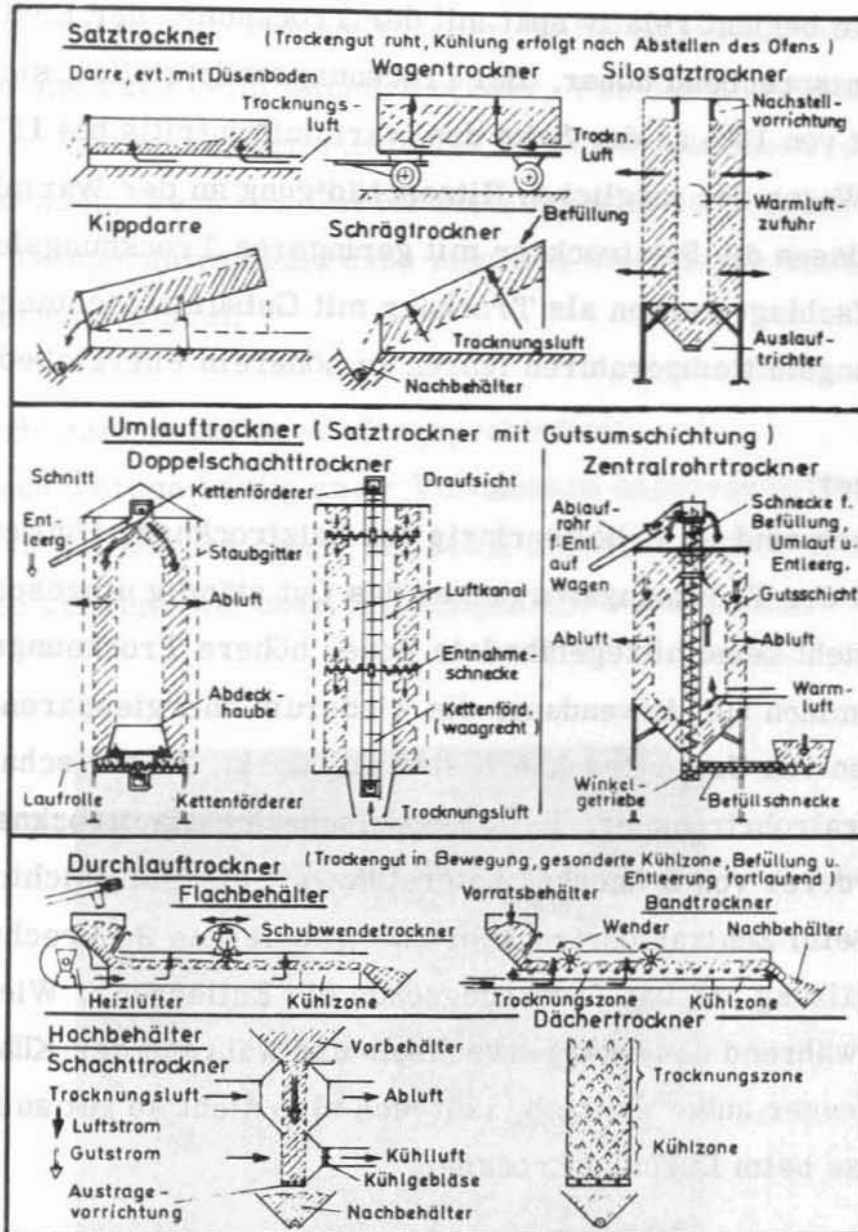


Abb. 13: Körnertrocknung

Bei geringem Platzbedarf ist man darauf angewiesen, Hochbehälter zu verwenden; verschiedene Bauformen sind am Markt. Bei allen Satz Trocknern besteht der Nachteil, daß das Material in Richtung der Luftströmung ungleichmäßig getrocknet wird. Die warme Luft dringt je nach Bauart von unten oder von der Seite in das Trocknungsgut ein. An der Eintrittsstelle trocknet das Gut zuerst und damit über die gesamte Trocknungszeit.

Die Abluftseite beginnt relativ spät mit der Trocknung, der Endfeuchtegehalt liegt entsprechend höher. Bei Trocknungsende staffelt sich der Feuchtegehalt von 10% an der Seite des Warmlufteintritts bis 18% an der Abluftseite. Wegen der möglichen Hitzeschädigung an der Warmlufteintrittsseite müssen die Satzrockner mit geringeren Trocknungslufttemperaturen beaufschlagt werden als Trockner mit Gutsumschichtung. Geringere Trocknungslufttemperaturen führen zu höherem Energiebedarf.

Umlaufrockner:

Umlaufrockner sind im Arbeitsprinzip den Satzrocknern ähnlich, nur wird während des Trocknungsvorganges das Gut ständig umgeschichtet. Dadurch entsteht keine hitzegefährdete Zone, höhere Trocknungslufttemperaturen kommen zur Anwendung, die wiederum energiesparend wirken. Zwei Bauarten von Umlaufrocknern sind am Markt, Doppelschachtrockner und Zentralrohrrockner. Beim Doppelschachtumlaufrockner sorgt ein Kettenförderer von Schnecken unterstützt für die Umschichtung des Materials. Beim Zentralrohrrockner übernimmt eine Senkrechtschnecke die Gutsumwälzung und bei Trocknungsende die Entleerung. Wie beim Satzrockner ist während des Chargenwechsels und während der Kühlzeit der Warmlufterzeuger außer Betrieb, läßt sich also nicht so gut auslasten, wie beispielsweise beim Durchlaufrockner.

Durchlaufrockner:

Bei diesem Trocknungssystem wird ständig Frischgut aufgegeben und Trockengut abgenommen. Die Trocknung erfolgt in der sogenannten Trocknungszone, in welcher Warmluft durch das Gut strömt. Die Kühlung erfolgt anschließend in der sogenannten Kühlzone. Beim Durchlaufrockner wird also ständig Warmluft und Kaltluft zugeführt. Das ist technisch aufwendiger und führt zu höheren Anschaffungskosten als beim Satzrockner; Durchlaufrockner haben aber andere Vorteile, insbesondere, wenn das Trocknungsgut beim Trocknungsvorgang ständig umgeschichtet wird, wie bei-

spielsweise beim Schubwendetrockner, beim Bandtrockner mit Wendestationen und auch beim Dächertrockner. Für die Körnermaistrocknung lassen sich Temperaturen von 80 bis 100⁰C bei diesem Trocknungsverfahren verwenden, wenn das Gut für die Fütterung vorgesehen ist. Diese höheren Temperaturen sind dann möglich, wenn keine hitzegefährdeten Zonen vorhanden sind.

Trocknerbauarten und Anwendungsprobleme:

Kippdarren werden häufig unter Vordächern angeordnet. Der Vorteil liegt darin, daß die feuchte Abluft ins Freie abgegeben wird. In Abb. 14 ist eine Anlage gezeigt, die über Seilzug gekippt werden kann.

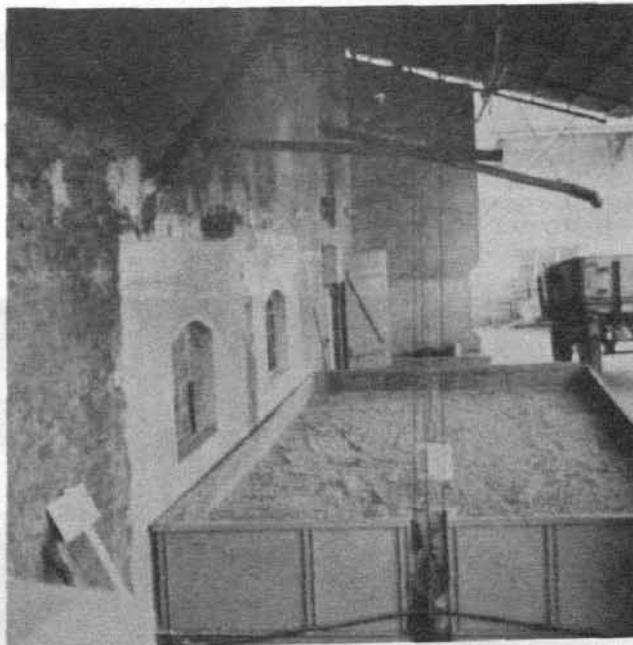


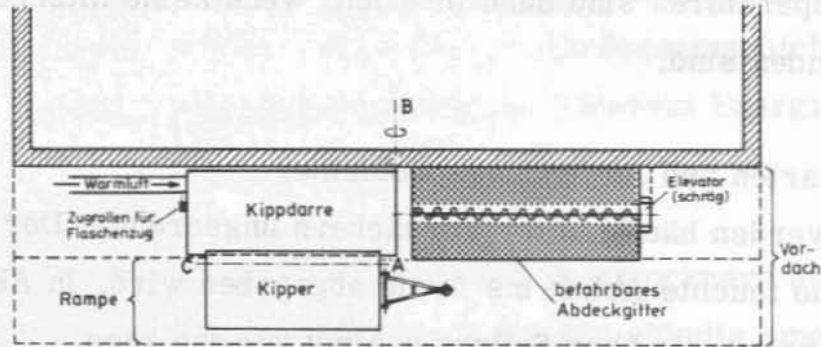
Abb. 14

Direkt neben der Darre ist die Annahmegrube angeordnet. Abb. 15 zeigt die Anordnung von Trocknungsbehälter und Annahmegrube.

Beim Schrägtrockner kann der teure Kippmechanismus eingespart werden. Zur Schnellbefüllung läßt sich über dem Trockner ein Vorbehälter anordnen, der die Gesamtladung des Trockners bevorratet. Abb. 16 zeigt einen

Schrägtrockner mit Auslaufvorrichtung des darüber angeordneten Vorratsbehälters.

Planungsbeispiel: Kippdarre neben Getreideannahmegasse
unter einem Vordach



A - B = Drehachse der Kippdarre
A - C = Drehachse des Kippers

LANDTECHNIK

Abb. 15

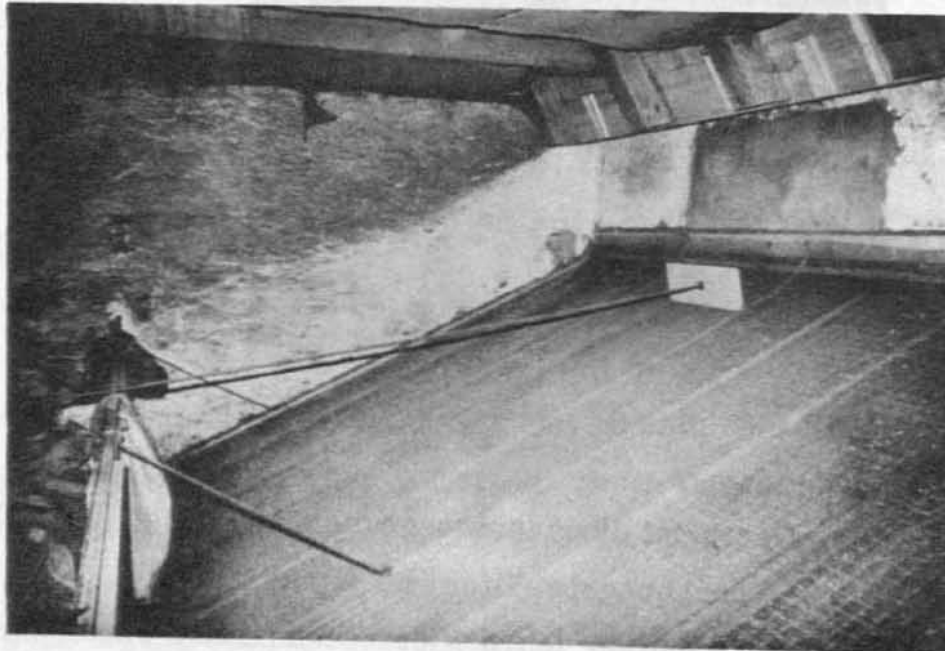


Abb. 16

Wird dem Trocknungsbehälter ein großer Nachbehälter angeschlossen, dann läßt sich auch eine Schnellentleerung durchführen, die zu einem kurzen Chargenwechsel verbunden mit einer hohen Trocknerleistung führt.

Gerade im Fall der Körnermaistrocknung ist die Wagentrocknungsanlage für viele Betriebe die kostengünstigste Lösung. Der Mähdrescher übergibt Feuchtgut direkt auf den Trocknungsbehälter; damit entfällt das sehr schwierige Problem der Feuchtmaistförderung. Die Lagerungsanlage braucht nur für gut rieselfähiges Trockengut ausgelegt werden, sie wird dadurch billiger. Auch der Abputz fällt in trockenem Zustand an, wodurch er sicher verwertbar bleibt. Je nach Leistungsbedarf werden Warmluft-erzeuger mit einem oder mehreren Anschlüssen für Trocknungswagen ausgeführt. Abb. 17 zeigt die Leistungsdaten und die Anordnung für eine Anlage mit einem Einzelanschluß.

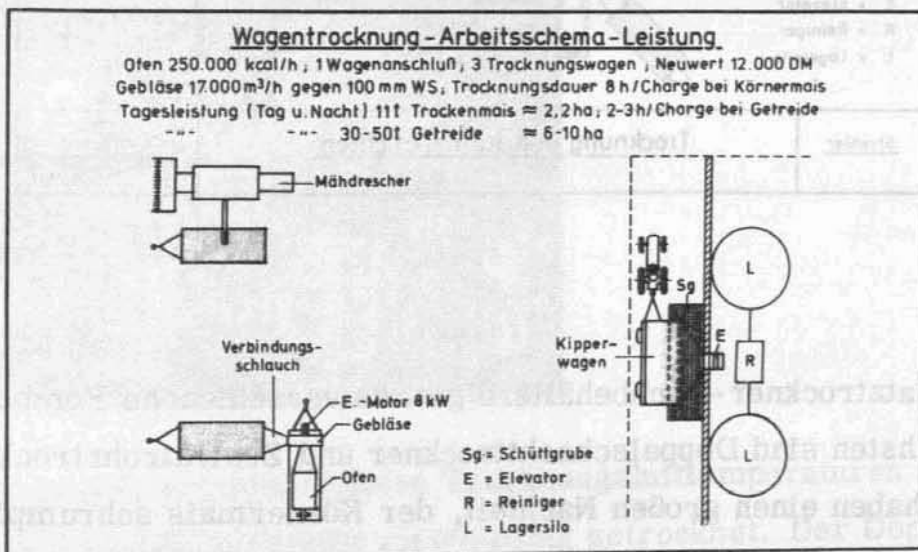


Abb. 17: Wagentrocknung - Arbeitsschema - Leistung

Für höhere Leistungen sind mehrere Anschlüsse notwendig. Es wird eine entsprechend höhere Zahl an Trocknungswagen benötigt. Abb. 18 zeigt die mögliche Verfahrensleistung mit der notwendigen Wagenzahl bei zwei An-

schlüssen am Warmlufterzeuger. Bei der Erstellung von Trocknungswagen ist darauf zu achten, daß sie sich schnell für andere Arbeiten umrüsten lassen. Es wird entweder der komplette Behälter oder aber nur der Zwischenboden per Frontlader abgehoben. Entsprechende Bauanleitungen für Wagenaufbauten stehen an der Landtechnik Weihenstephan zur Verfügung; einige Firmen liefern komplette Wagenaufbauten.

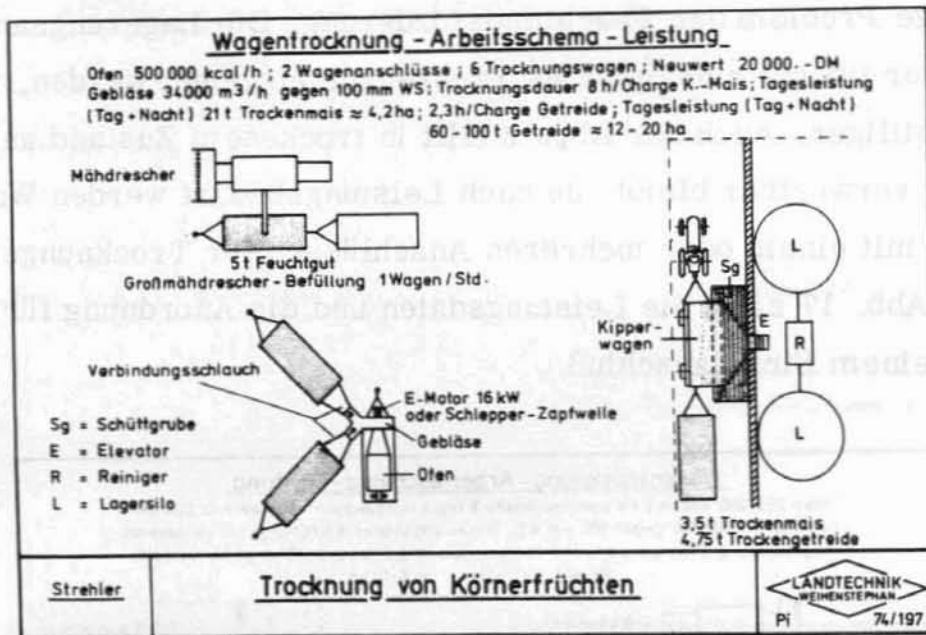


Abb. 18

Bei den Satzrockner-Hochbehältern gibt es verschiedene Formen. Am gebräuchlichsten sind Doppelschachttrockner und Zentralrohrrockner. Hochbehälter haben einen großen Nachteil, der Körnermais schrumpft beim Trocknen ziemlich stark zusammen, er geht um ein Fünftel seines Volumens zurück. Dadurch sinkt beim Trocknen die Kornsäule ab, die Warmluft würde im oberen Bereich ins Freie austreten. Um das zu verhindern, müssen entsprechende Zugrollen nachgeführt werden. Das funktioniert nur beim Zentralrohrrockner der Firma Neuero über Taster automatisch. Bei Silosatzrocknern ist man an eine bestimmte Schichtdicke gebunden, im Gegensatz zu den Flachbehältern. Satzrockner werden häufig im Tandembetrieb gefahren, um den Warmlufterzeuger besser auszulasten. Bei die-

sem Verfahren werden zwei Trocknungsbehälter und ein zusätzliches Kühlgebläse verwendet. Während ein Behälter gekühlt, entleert und wieder befüllt wird, kann der andere Behälter mit Warmluft versorgt werden. Durch den wechselseitigen Betrieb bleibt der Warmlufterzeuger ständig im Einsatz, wird dadurch gut ausgelastet, wodurch eine Kostenersparnis möglich ist. Beim Kauf von Silosatztrocknern ist auf die Art der Abluftwände zu achten; insbesondere bei sehr feuchtem Körnermais verschmutzen die Außenwände leicht; Lochbleche setzen sich an der Abluftseite zu, durch den verringerten Luftdurchtritt sinkt die Trocknerleistung erheblich ab. Winkeljalousien, wie in Abb. 19 gezeigt, setzen sich nicht zu.

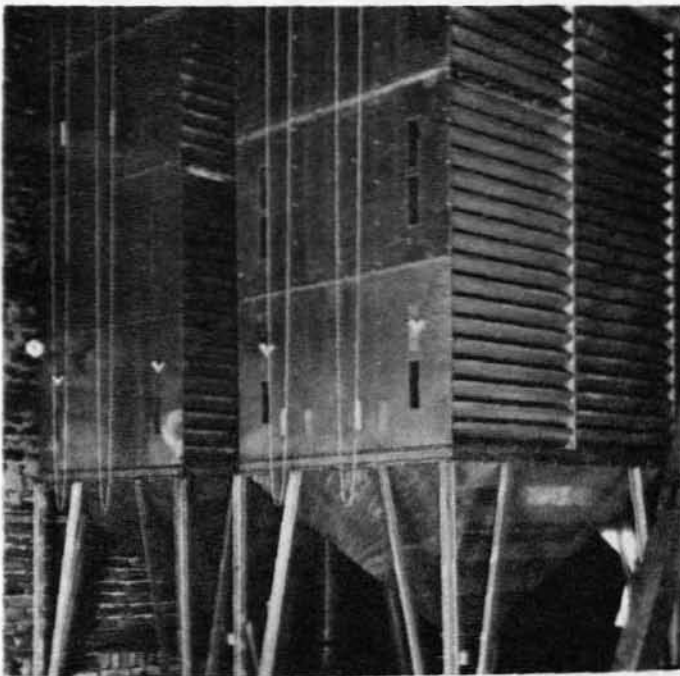


Abb. 19

Umlauftrockner erlauben höhere Trocknungslufttemperaturen als Satz-
trockner. Das Gut wird sehr gleichmäßig getrocknet. Der Doppelschacht-
umlauf-trockner wurde speziell für Körnermais konstruiert, er funktio-
niert aber auch wie der Zentralumlauf-trockner bei anderen Körnerfrüch-
ten. Umlauf-trockner kommen auch mit sehr feuchtem Mais zurecht, z. B.
mit 45% Feuchtegehalt. Messungen am Doppelschachtumlauf-trockner er-
gaben einen sehr günstigen spezifischen Wärmeaufwand von nur 1000 kcal/
kg Wasserverdampfung. Dieser niedrige Wert, er liegt 20 - 30% unter

denen üblicher Satzrockner ist, auf den Einsatz höherer Trocknungslufttemperaturen und die gleichmäßige Gutführung zurückzuführen. Die beschriebenen Umlaufrockner werden hauptsächlich mit Fahrgestell geliefert, womit sie für den überbetrieblichen Einsatz geeignet sind. Viele Betriebe sind in der Situation, daß sie schon über einen Getreidetrockner verfügen, der aber in der Leistung für Körnermais nicht ausreicht. Es kann sinnvoll sein, einen fahrbaren Umlaufrockner vorzuschalten, mit dem auf 20% Feuchtegehalt vorgetrocknet wird. Abb. 20 zeigt einen fahrbaren Umlaufrockner.

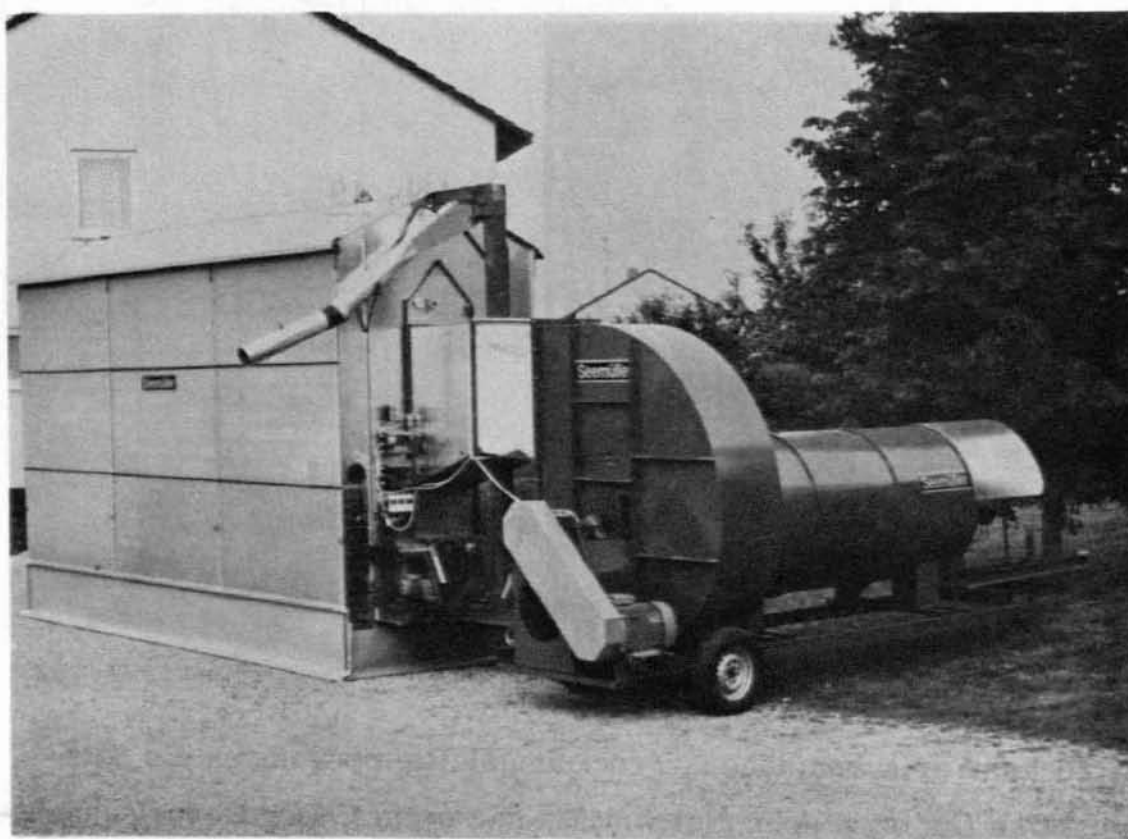


Abb. 20

Auch bei den Durchlaufrocknern gibt es viele Bauarten. Die Flachbehälter haben den Vorzug, daß sie durch die direkte Zugriffsmöglichkeit die Beobachtung des Trocknungsvorganges erlauben und somit die Einstellung erleichtern. Die ständige Umschichtung des Trocknungsgutes beim Schubwendetrockner führt leider zu erheblicher Staubentwicklung, die mancher-

orts störend empfunden wird. Um diesem Übel zu begegnen, werden Abdeckhauben über den Trocknern angeordnet. Der Grobstaub wird über Zyklone abgesondert, wie auf Abb. 21 veranschaulicht ist.



Abb. 21

Durch die Überbauung verliert der Schubwendetrockner einen wesentlichen Vorteil, die direkte Zugriffsmöglichkeit als Erleichterung zur Trockner-einstellung. Zudem wird die Anlage durch die Überbauung erheblich ver-teuert. Schubwendetrockner werden auch fahrbar ausgeführt, sie sind in dieser Form für den überbetrieblichen Einsatz auch in der Hand von Lohn-unternehmern geeignet.

Bandrockner haben den Schubwendetrocknern ähnlich einen geringen An-spruch an die Rieselfähigkeit des Gutes. Diese beiden Trocknerbauarten sind insbesondere dort empfehlenswert, wo häufig mit extremen Feuchte-gehalten gerechnet werden muß.

Durchlauftrockner werden, wenn sie auch für Getreide benutzt werden, hauptsächlich in Hochbehälterform ausgeführt. Viele Bauarten sind auf

dem Markt. Schachttrockner werden mit einem oder mehreren Schächten verschiedener Ausführungsform geliefert. Abb. 22 zeigt einen sehr verbreiteten Einschachttrockner in relativ einfacher Bauart.

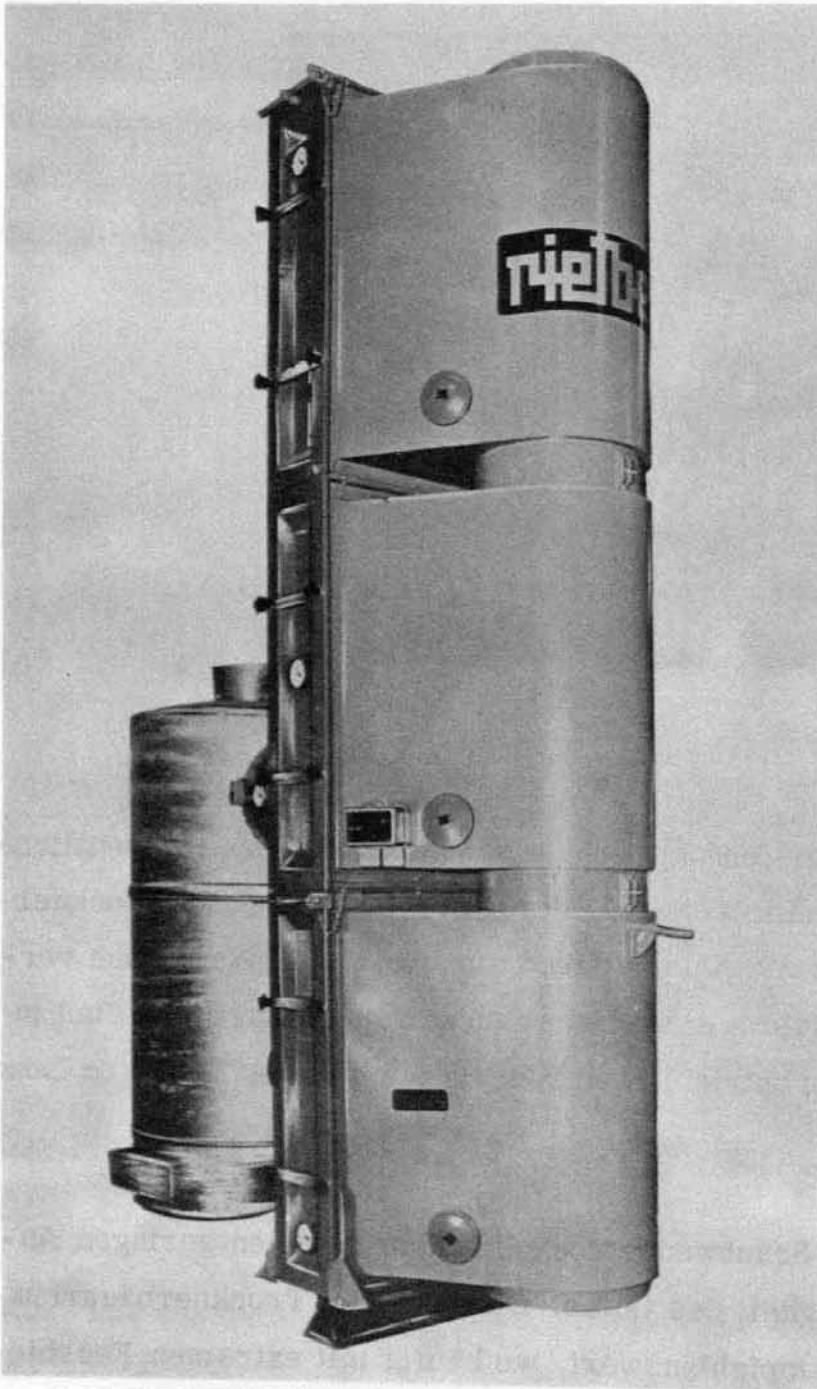


Abb. 22

Links ein Warmlufterzeuger in stehender Ausführung, rechts der Abluftschacht für Saugbetrieb.

In Abb. 23 ist ein französischer Mehrschachttrockner gezeigt, der als Besonderheit über mehrere Trocknungsgebläse verfügt. Diese sind an einzelnen Trocknungszonen angeschlossen. Sie saugen die Warmluft aus einem zentralen Schacht, ermöglichen aber die Zusp eisung von Außenluft. Jedes Gebläse läßt sich getrennt verstellen, damit sind verschiedene Temperaturstufen in den einzelnen Trocknungszonen möglich.

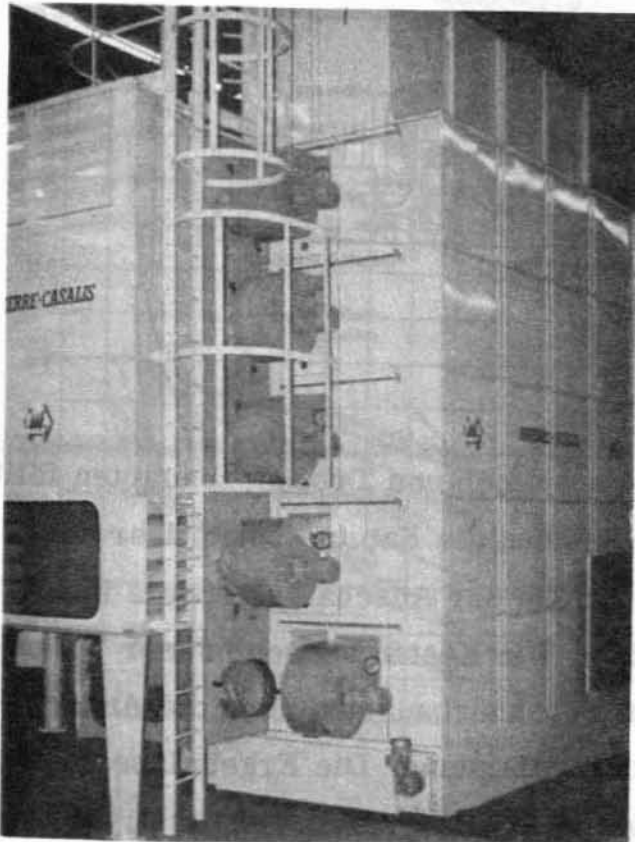


Abb. 23

Verschiedene Zentralrohrtrockner werden als Durchlauf trockner angeboten. Abb. 24 veranschaulicht 2 Typen im schematischen Aufbau. Bei dem links dargestellten Ringschachttrockner wird die warme Luft über eine Vorwärmzone der Trocknungszone zugeführt. Durch besondere Einbauten ist der Umluftbetrieb möglich, d. h. schlecht gesättigte Abluft der unteren Trocknungszone wird nochmals der Trocknungsluft beigemischt.

Der in Abb. 24 rechts gezeigte Ringschachttrockner verfügt ebenfalls über die Möglichkeit des Umluftbetriebes zur Energieeinsparung.

Für größere Anlagen in Lagerhäusern wird der Dächertrockner bevorzugt.

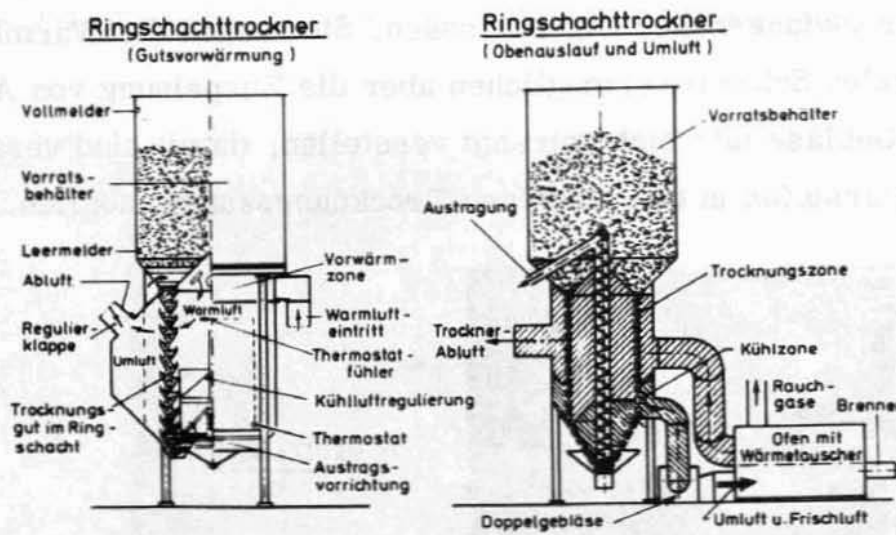


Abb. 24

Durch die große Vielfalt an Trocknersystemen und Trocknerbauarten fällt die Auswahl schwer. Ganz wesentlich haben die Kapitalkosten über die Trocknerwahl mitzuentcheiden, in welche der Anschaffungspreis in Abhängigkeit von der Auslastung einfließt. Die Kosten verschiedener Trockner wurden erfaßt, für die einzelnen Trocknerbauarten auch die Anschaffungspreise in Abhängigkeit der Trocknerleistung. Die Ergebnisse wurden graphisch dargestellt und werden hier in Abb. 25 veranschaulicht. Auf der Ordinate links sind die Kapitalkosten in DM je dt Trockengut angegeben. Unterstellt wurde eine jährliche Anlagenauslastung von 200 Stunden in Getreide und 200 Stunden in Mais. Die Kosten sind auf Körnermais bezogen. Auf der Ordinate rechts ist der Neuwert in 1 000,- DM je dt/h Trocknerleistung angegeben. Auf der Abszisse ist die Durchsatzleistung des Trockners in dt/h ausgewiesen. Über die jährliche Auslastung errechnet sich die zugehörige Druschfläche in ha/a. Es zeigt sich, daß bis 3 ha Körnermaisfläche Kastentrockner relativ billig sind. Dann liegt die Wagentrocknung mit Abstand am kostengünstigsten. Ab 50 ha Körnermais sind die Flachdurchlauf-trockner aus der Sicht der Kosten den anderen Systemen

überlegen. Bei der Betrachtung gilt es jedoch zu bedenken, daß örtlich auftretende Besonderheiten zur Verschiebung der relativen Kosten zwischen den Trocknerbauarten führen können.

Kapitalkosten K_k verschiedener Trockner bezogen auf Trockenmais in DM/dt
 (jährliche K_k 16% vom Neuwert, jährliche Auslastung 200 h in Getreide, 200 h in Mais)
 ($U_1 = 40\%$ $U_2 = 14\%$)

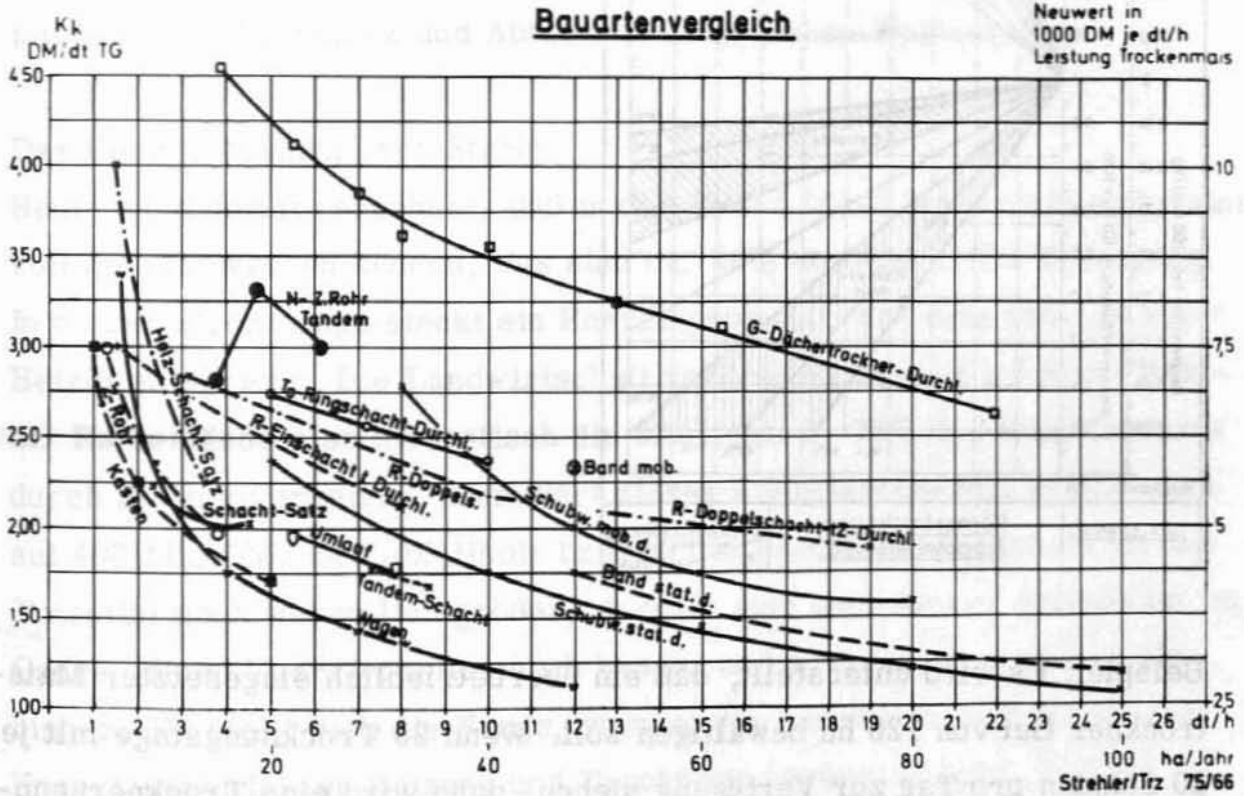


Abb. 25

Bestimmung der notwendigen Trocknerleistung:

Die notwendige Trocknerleistung wird ausgehend von den verfügbaren Trocknungstagen und der gesamten Erntegutmenge bestimmt. Aus dem notwendigen Trockengutdurchsatz errechnet sich über den notwendigen Wasserentzug die geforderte Heizleistung. Die in Abb. 26 dargestellte Graphik erleichtert die Leistungsbestimmung. Verschiedene Beispiele sind strichliert eingezeichnet.

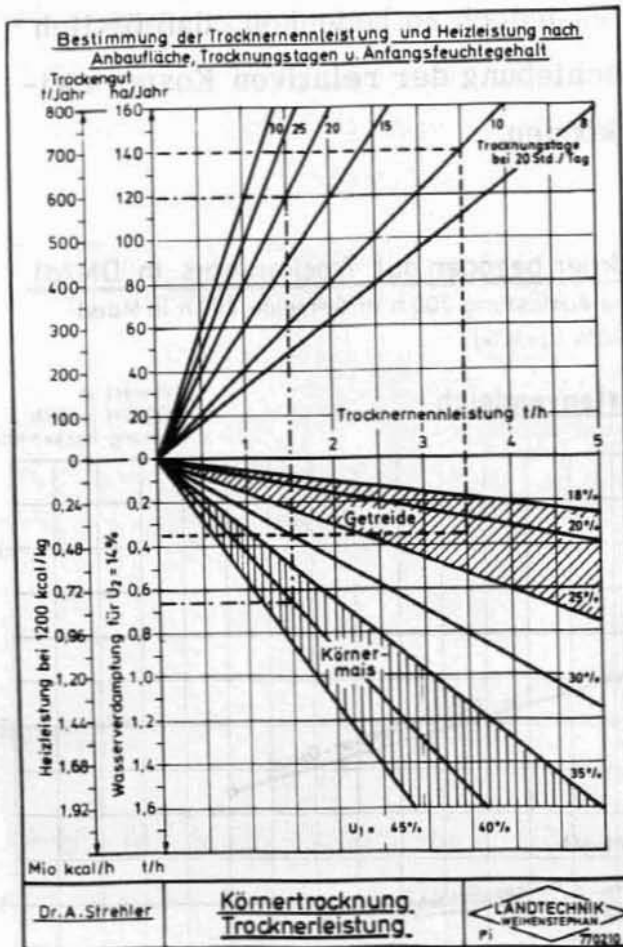


Abb. 26

Beispiel: Es wird unterstellt, daß ein überbetrieblich eingesetzter Mais-trockner Gut von 120 ha bewältigen soll. Wenn 20 Trocknungstage mit je 20 Stunden pro Tag zur Verfügung stehen, dann wird eine Trocknernennleistung von 1,5 t/h benötigt. Bei einem durchschnittlichen Feuchtegehalt von 40% ergibt sich eine notwendige Wasserverdampfung von 0,65 t/h. Daraus resultiert eine Heizleistung von ca. 780 000 kcal/h.

Möglichkeiten zur Energiekosteneinsparung durch Nutzung alternativer Energiequellen:

An der Landtechnik Weihenstephan wird in verschiedenen Forschungsvorhaben daran gearbeitet, die Nutzung von Überschußstroh und Abfallholz zur Energiegewinnung voranzutreiben. Es ist zu erwarten, daß in nicht allzu langer Zeit kostengünstige Anlagen auch zur Versorgung von Trock-

nungsanlagen auf den Markt kommen. Wegen des höheren Energiebedarfes wird jedoch hauptsächlich die Energiebereitstellung für die Wohnhausheizung aus den Brennstoffen Holz und Stroh vorangetrieben. Die Forschungsarbeiten werden in erster Linie vom BMFT Bonn und von der Energiekommission der EG finanziert. Gerade in Strohüberschußgebieten steht ein erhebliches Energiepotential bereit, das möglichst bald genutzt werden sollte, da alternative Verwertungsmöglichkeiten fehlen. Ähnlich ist die Situation mit billigem Brennholz und Abfallholz in typischen Waldregionen.

Das Energiepotential von Stroh:

Heute wird damit gerechnet, daß in der BRD 5 Mio t Stroh nicht mehr sinnvoll genutzt werden können, das sind ca. 20% der jährlichen Erzeugung. In dieser Strohmenge steckt ein Energiepotential, das dem von 1,3 Mio t Heizöl entspricht. Die Landwirtschaft verbraucht derzeit 1,8 Mio t Heizöl. Es bestände also theoretisch die Möglichkeit, 70% des Heizölbedarfs durch Stroh zu ersetzen. Der Wert dieses Energiepotentials beläuft sich auf 400 Mio DM. Bei Abfallholz bzw. schon genutztem Brennholz ist das Potential noch wesentlich größer, deshalb sind auch hierzu Aktivitäten im Gange, diese Energiequellen noch besser und wirksamer zu nutzen als bisher. Es stellt sich die Frage, wieviel die Landwirtschaft aus diesem Energiepotential für Heizung und Trocknung verwerten kann. In Tab. 2 wurden die möglichen Verbraucher zusammengestellt. Es wird davon ausgegangen, daß 150 000 Betriebe (das sind 14% aller Betriebe bzw. 40% der Betriebe über 20 ha) die Wohnhausheizung über Stroh bzw. Abfallholz betreiben würden. Hierzu wären 4,2 Mio t Holz oder Stroh als Energiequellen nötig. Wesentlich geringer ist der Bedarf für Trocknungsanlagen, für den sich nur ca. 700 000 t Brennstoff in Form von Holz und Stroh errechnen. Aus Tab. 2 ist ersichtlich, daß unter Berücksichtigung des Energiepotentials aus Abfallholz die Landwirtschaft sicher als Selbstversorger für Wärmeenergie anzusehen wäre.

Tab. 2: Mögliche Wärmeerzeugung aus Holz und Stroh in der Landwirtschaft (Bundesrepublik Deutschland Schätzung für 1980)

| Anwendungsbereich | Anlagenzahl | Durchschn.- Leistg. in kW | Jahresenergie- bedarf des Brenn- stoffes in 1000 t (Holz u. Stroh) | Brennstoffart H = Holz St = Stroh |
|------------------------------------|---|------------------------------|---|---|
| <u>Wohnhausheizung</u> | 150 000 (14% aller Betr.) | 30 | 4 200 | H+St |
| <u>Trocknung Getreide</u> | 50 000 (alle 100 ha ein Trockner) | 100 | 400 | H+St |
| <u>Körnermais</u> | 2 000 (alle 30 ha 1 Trockner) | 400 | 56 | H+St |
| <u>Grünfutter Heißluft</u> | 30 (1500 h/a) | 6000 | 200 | H |
| <u>Warmluft + vorgew. Luft</u> | 3 000 (1000 h/a) | 100 | 52 | H |
| Summe: | 205 000 | - | 4 908 | |

Dr. A. Strehler:



Gelingt es, das Energiepotential aus Abfallholz zu erschließen, dann könnte die Landwirtschaft sogar Energie zur Wärmeerzeugung abgeben oder aber mit Holzgasgeneratoren einen Teil ihres Kraft- bzw. Strombedarfs selbst decken. Die Entwicklung von Anlagen für diesen Zweck läuft bereits.

Für den Einzelbetrieb ist von Interesse, welchen Energiebedarf er aus Stroh von einem Hektar decken kann. Hierzu wurde in Abb. 27 eine Aufstellung gemacht, die von einem Ertrag von 40 dt Stroh/ha ausgeht.

Für die Trocknung ist der Energiebedarf relativ gering. Mit Stroh von einem Hektar kann man beispielsweise 89 t Getreide trocknen, das ist Getreide von 17,8 ha, wenn man von 20 auf 14% Feuchtegehalt herabtrocknet. Mit Stroh von einem Hektar läßt sich der Raps trocknen, der auf 14 ha ge-

erntet wird, oder Körnermais von 4 ha,

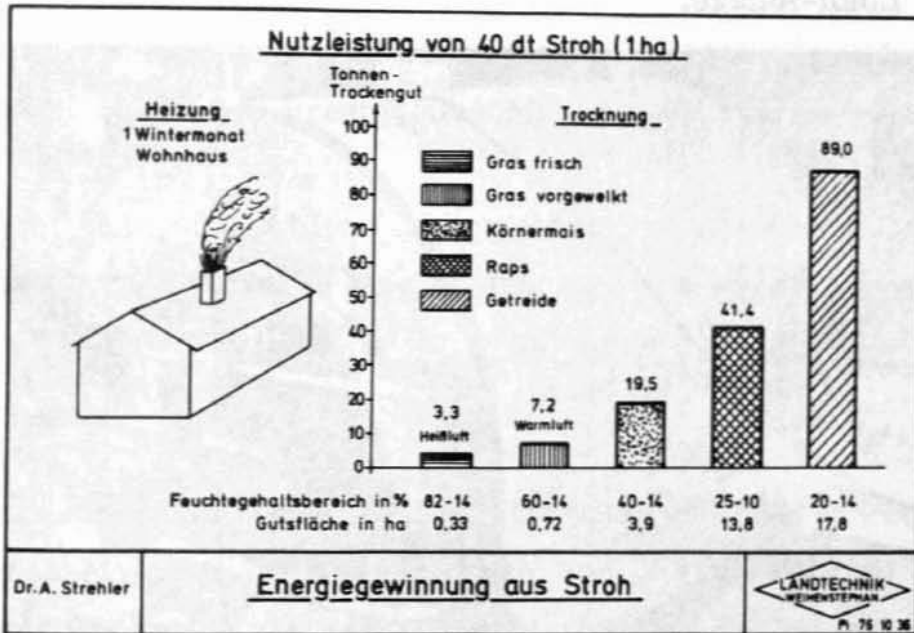


Abb. 27

Der Hauptbedarf liegt jedoch bei der Heizung. Mit Stroh von einem Hektar läßt sich ein Wohnhaus einen Wintermonat lang heizen. Mit Stroh von 5 ha kann man den Energiebedarf für die Heizung eines Wohnhauses für die kalte Jahreszeit decken.

Technische Möglichkeiten zur Nutzung dieser Energiequellen:

Von der dänischen Firma Passat werden schon viele Jahre Spezialkessel zur Stroh- und Holzverheizung gebaut. Über 20 000 Anlagen sind mittlerweile in der Praxis abgesetzt. Die Leistungsklassen der Anlagen erstrecken sich von 20 000 bis 150 000 kcal/h. Mit 20 000 kcal/h kann man ein kleineres Wohnhaus heizen, mit 150 000 kcal/h läßt sich ein Trockner mit einer Durchsatzleistung von 2 t/h Getreide betreiben. Abb. 28 zeigt eine Passat-Anlage (Durchbrandkessel), die sich auch über einen Schneckenförderer automatisch mit Stroh als Brennstoff versorgen läßt. Auch deut-

sche Hersteller befassen sich mit dem Bau von Strohkesseln. Die Firma Loibl baut Kessel in ähnlichen Leistungsklassen wie Passat. Abb. 29 zeigt eine Loibl-Anlage.

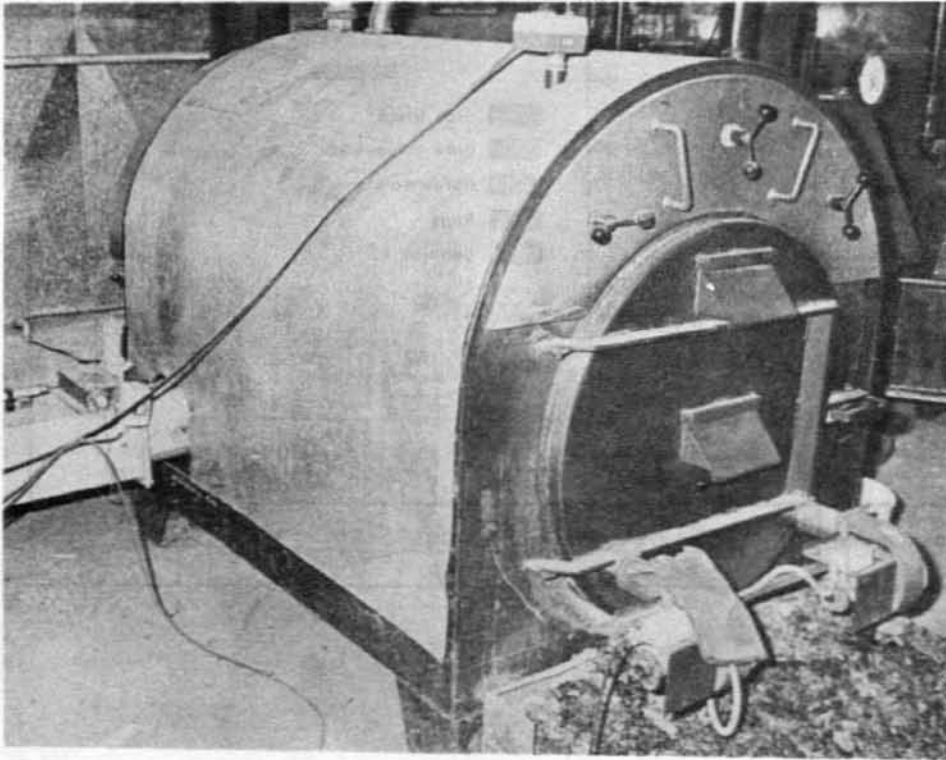


Abb. 28



Abb. 29

Bei den Loibl-Anlagen ist die Aschebeseitigung besser gelöst als bei Pas-sat.

An verschiedenen Stellen wird daran gearbeitet, Anlagen zu bauen, die über eine automatische Brennstoffnachführung für Holz und Stroh verfügen.

Bei derzeitigen Heizölpreisen ist bereits im Rahmen der Wohnhausheizung bei Nutzung von Billigstroh eine Kostenersparnis von 800, -- bis etwa 1 500, -- DM/Jahr möglich.

Für Leistungen über 300 000 kcal/h wurden Großballenöfen entwickelt. Diese sind mit ca. 50 000, -- DM relativ teuer und nur für Großanwender von Interesse. Mit Großballenöfen nach dem Unterbrandprinzip werden Leistungen bis zu 1 Mio kcal/h erreicht. Abb. 30 zeigt einen Großballenofen, der einen Trockner mit Wärme versorgt.

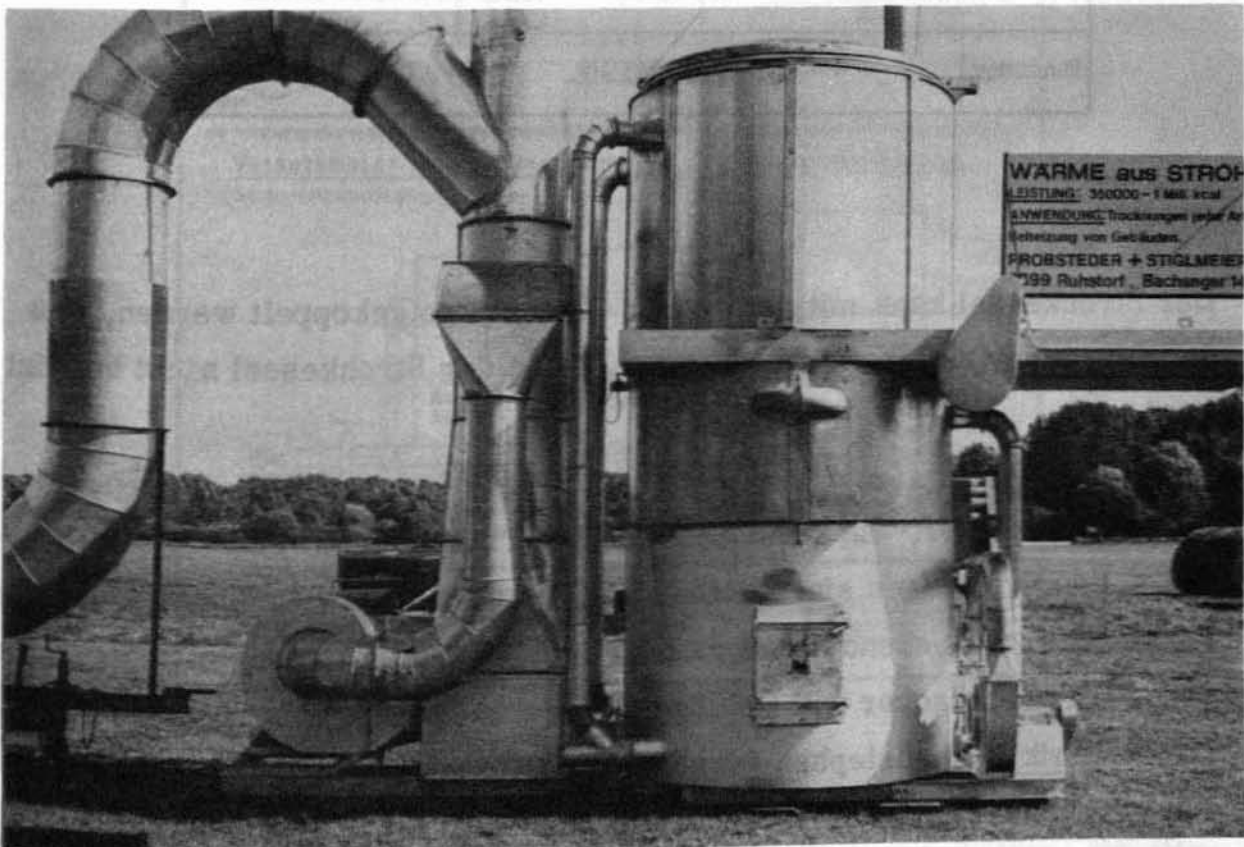


Abb. 30

Die Anwendung von Strohöfen:

Aus Gründen der Kostensenkung muß bei den meisten Anwendungsfällen versucht werden, Strohkessel für verschiedene Verbraucher zu nutzen, wie beispielsweise für: Warmwasserbereitung, Wohnhausheizung, Stallheizung, Trocknung. Abb. 31 zeigt eines vieler möglichen Schaltschemen mit Kopplung eines vorhandenen Ölkessels an einen Strohkessel.

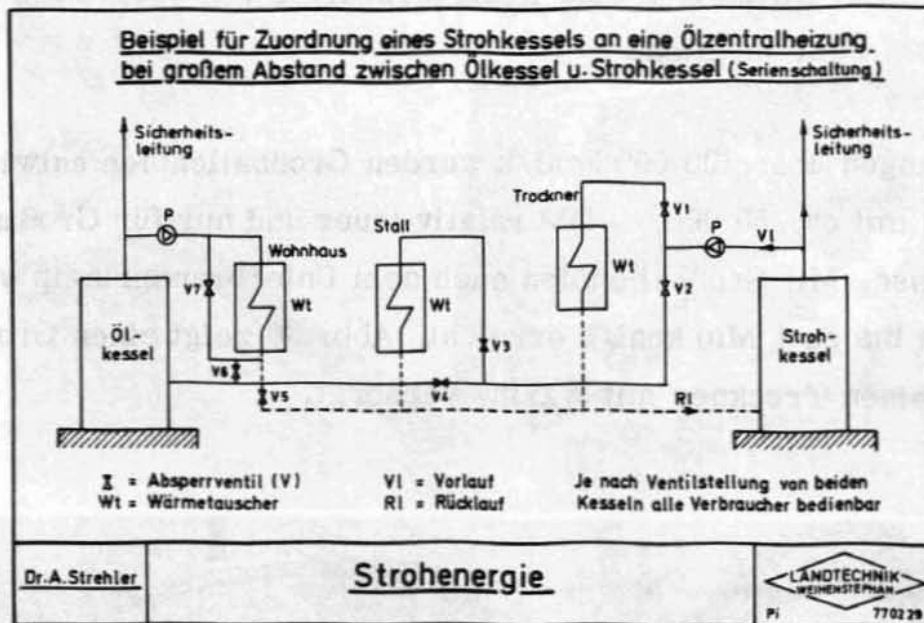


Abb. 31

Der Strohkessel kann mit dem vorh. Ölkessel so gekoppelt werden, daß der Ölbrenner automatisch anspringt, wenn der Strohkessel nicht beheizt wird.

Warmluftzeuger, die ausschließlich für Trocknungszwecke genutzt werden sollen, verlangen eine relativ hohe Auslastung bzw. müssen in der Anschaffung entsprechend kostengünstig sein. Warmluftzeuger bestehen aus Ofen, Wärmetauscher und Gebläse; für Versuchszwecke wurden an der Landtechnik Weihenstephan verschiedene Warmluftzeuger gebaut und zwar für Versuchszwecke auf Fahrgestelle montiert.

Abb. 32 veranschaulicht einige der Anlagen. Abb. 32 oben zeigt einen Kessel mit Wärmetauscher für die Trocknung einschl. Anschlußmöglichkeit für eine Wohnhausheizung. Diese Lösung wird in der Praxis natürlich nicht fahrbar, sondern stationär ausgeführt werden.

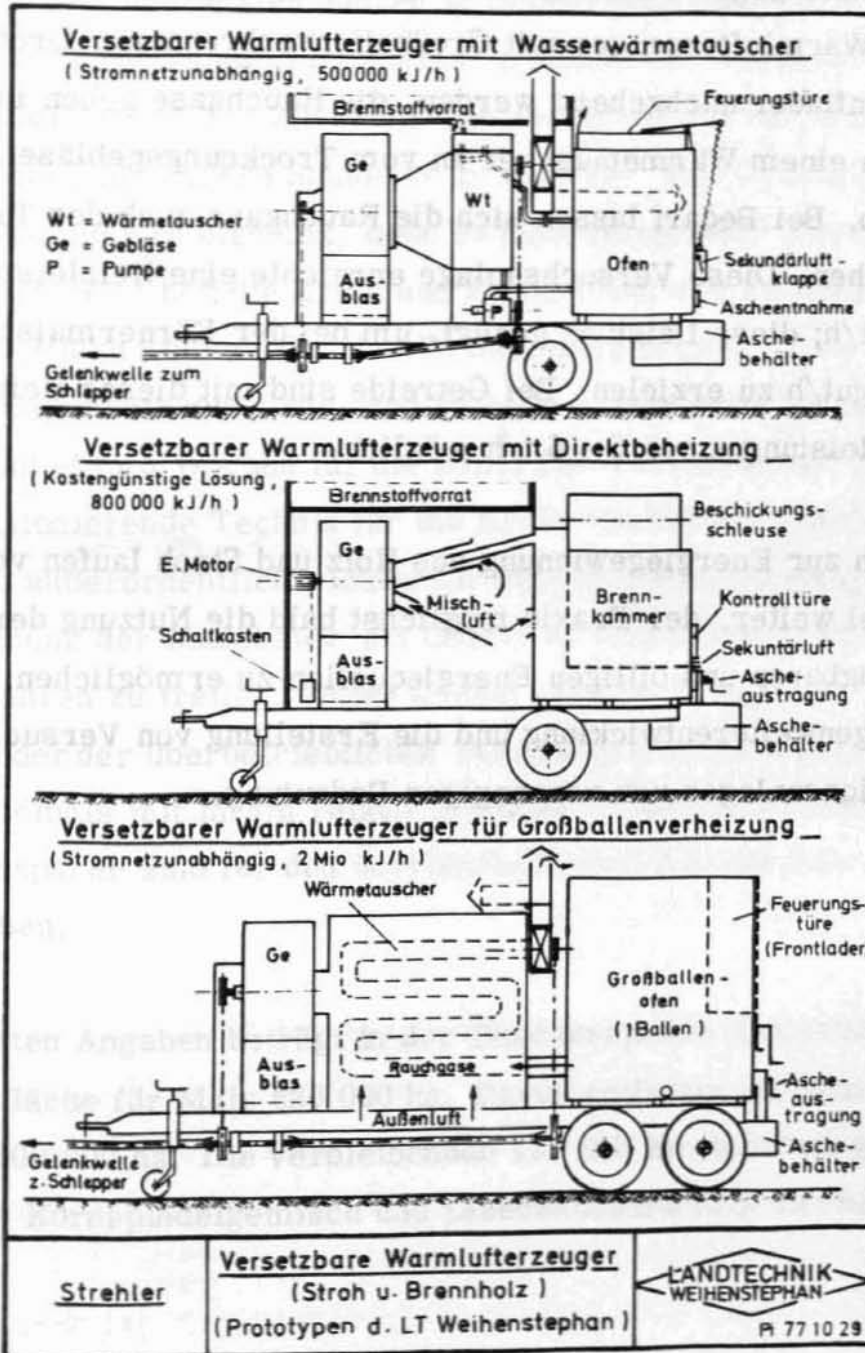
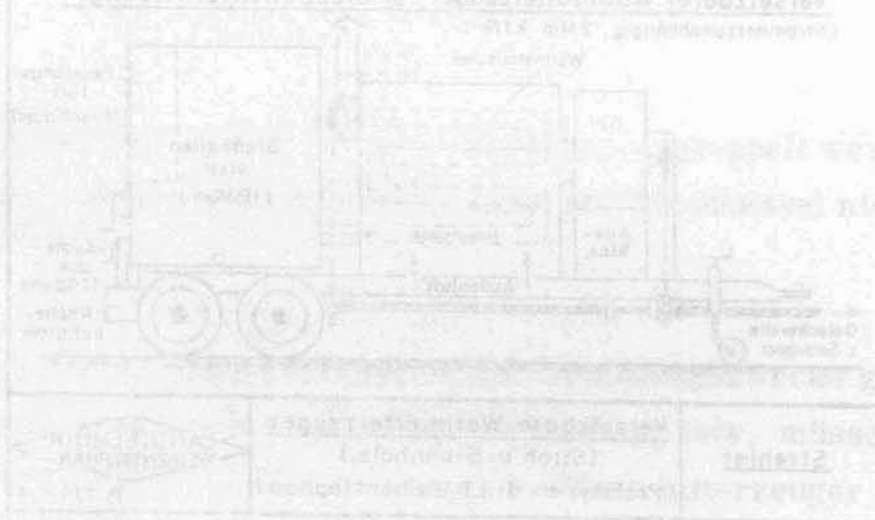


Abb. 32

In Bildmitte (32) ist eine Versuchsanlage gezeigt, die mit dem Ziel gebaut wurde, einen möglichst billigen Warmluftzeuger zu erhalten. Ein Ofen

ist für die Verbrennung von Hochdruckballen und Holz nach dem Unterbrandprinzip ausgeführt. Die Rauchgase werden mit Frischluft gemischt direkt vom Trocknungsgebläse angesaugt und in den Trockner geleitet. Diese Lösung setzt eine saubere Verbrennung voraus, damit die Qualität des Trocknungsgutes nicht geschädigt werden kann. Abb. 32 unten zeigt einen Warmlufterzeuger mit Großballenverbrennung. Großballen können per Frontlader nachgeheizt werden, die Rauchgase geben ihren Wärmehalt in einem Wärmetauscher an vom Trocknungsgebläse angesaugte Außenluft ab. Bei Bedarf lassen sich die Rauchgase auch der Trocknungsluft beimischen. Diese Versuchsanlage erreichte eine Heizleistung von 500 000 kcal/h; diese Leistung genügt, um bei der Körnermaistrocknung 1 t Trockengut/h zu erzielen. Bei Getreide sind mit dieser Heizleistung Trocknungsleistungen von 5 - 6 t/h möglich.

Die Arbeiten zur Energiegewinnung aus Holz und Stroh laufen vorwiegend mit dem Ziel weiter, der Praxis möglichst bald die Nutzung der regional sicher verfügbaren und billigen Energiequellen zu ermöglichen. Hierzu ist die Anlagenweiterentwicklung und die Erstellung von Versuchs- und Demonstrationsanlagen von vorrangiger Bedeutung.



Beurteilung von Silomais-Erntegeräten

von LD Dr. Manfred Schurig, Bayerische Landesanstalt für Landtechnik,
Freising-Weißenstephan

Silomais hat in den letzten Jahren in Deutschland eine Verbreitung gefunden, die man anfänglich kaum für möglich gehalten hat. Verantwortlich hierfür sind die Leistungen der Züchtung, die es verstanden hat, ertragreiche Maispflanzen auch für unsere Standorte zu züchten. Ähnliches gilt aber auch für die Anbau- und Erntetechnik, denn es kann festgestellt werden, daß von der technischen Seite her, die Ernte und Einlagerung von Silomais kein Problem mehr ist. Hinzu kommt, daß das Wetterrisiko bei der Ernte kaum besteht, ganz im Gegensatz zur Gras- und Heuernte. Man kann bei Mais davon ausgehen, daß etwa 3 Wochen für die Ernte zur Verfügung stehen. Wenngleich eine funktionierende Technik für die Ernte von Silomais angeboten wird, ist es jedoch außerordentlich wichtig für den einzelnen Landwirt, eine jeweilige Zuordnung der Maschinen und Geräte zu einem ihm geeignet erscheinenden Verfahren zu treffen. Dabei werfen sich die Fragen der Eigenmechanisierung oder der überbetrieblichen Benutzung auf, denn gerade bei der Ernte von Silomais mit ihrem relativ geringen Wetterrisiko und einer großen Erntezeitspanne sind für den überbetrieblichen Einsatz gute Voraussetzungen gegeben.

Nach letzten Angaben beträgt in der Bundesrepublik Deutschland die gesamte Anbaufläche für Mais 620 000 ha. Davon entfallen auf Silomais eine Fläche von 500 000 ha. Die verbleibenden 120 000 ha sind zum großen Teil Körnermais. Kornspindelgemisch und Lieschkolbenschrot machen etwa 10 000 ha aus.

Wichtige Voraussetzungen für eine spätere gute Maissilage mit hohem Futterwert werden schon bei Ernte des Silomaises geschaffen. Der Landwirt muß darauf achten, daß die Maispflanzen, d. h. der Stengel, die Blätter und

der Kolben mit seinen Bestandteilen gleichmäßig exakt gehäckselt werden. Die technische Konzeption des Feldhäckslers spielt dabei eine entscheidende Rolle. Grundsätzlich kann zwischen zwei Systemen unterschieden werden: Trommelfeldhäcksler (Abb. 1), Scheibenradfeldhäcksler (Abb. 2).

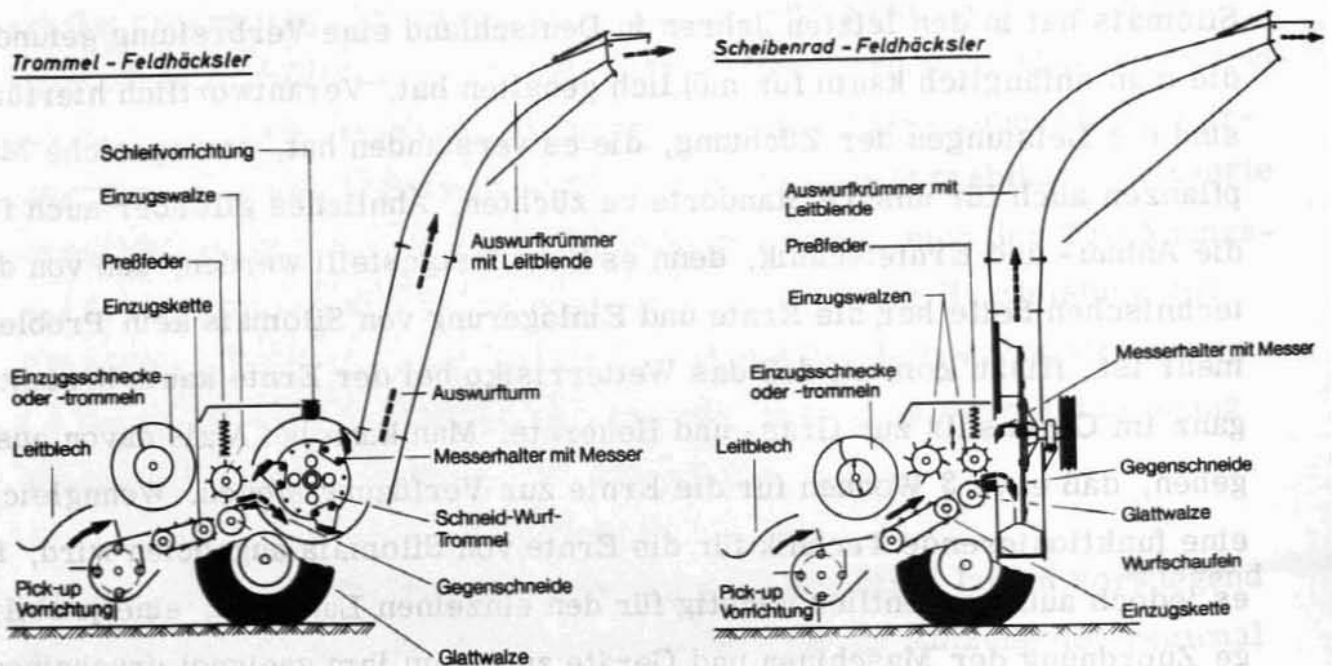


Abb. 1 u. 2: Trommel- und Scheibenradfeldhäcksler (Schemazeichnung), die Pick-up Vorrichtung kann gegen ein 1-oder mehrreihiges Maisgebiß ausgetauscht werden.

Beide Systeme finden heute in Feldhäckslern zur Silomaisernernte Verwendung. Sie liefern bei entsprechender Einstellung und entsprechendem konstruktiven Aufwand, d. h. ein Festhalten und Anpressen der Maisstengel bis unmittelbar vor dem Schneidvorgang, ein gutes Häckselmaterial.

Durch den Kauf eines Exakt-Schnittfeldhäckslers allein hat aber der Landwirt noch keine Gewähr dafür, befriedigendes Häckselgut zu bekommen. Er muß durch die richtigen Einsatzbedingungen mit dafür sorgen, daß die Häcksler ihrer Konstruktion entsprechend zum Einsatz kommen. Dazu ist es notwendig, einen möglichst gleichmäßigen Pflanzenbestand zu haben.

Lückenhafte Reihen bringen immer eine ungleichmäßige Füllung des Schnittkastens im Häcksler, und führen dann zu einer ungleichmäßigen Häckselqualität. - Die Häcksler sind von der Industrie für eine optimale Durchsatzmenge konzipiert. Diese liegt etwa bei 70% der maximalen, im Prospekt angegebenen technischen Leistung. Wird sie überschritten, tritt eine Überbelastung und übermäßiger Verschleiß der Maschine auf. Wird diese optimale Durchsatzmenge unterschritten, leidet u. U. die Häckselqualität. Für eine nicht exakte zu lange Häckselung kann daher mit maßgebend sein:

1. Ein lückenhafter Pflanzenbestand,
2. eine zu geringe Vorfahrtgeschwindigkeit, die aus einem zu schwachen Schlepper resultiert,
3. Verwendung eines Häckslers, der eigentlich für ein 2-reihiges Maisgebiß gebaut wurde, aber nur mit einem 1-reihigen Vorsatz eingesetzt wird.

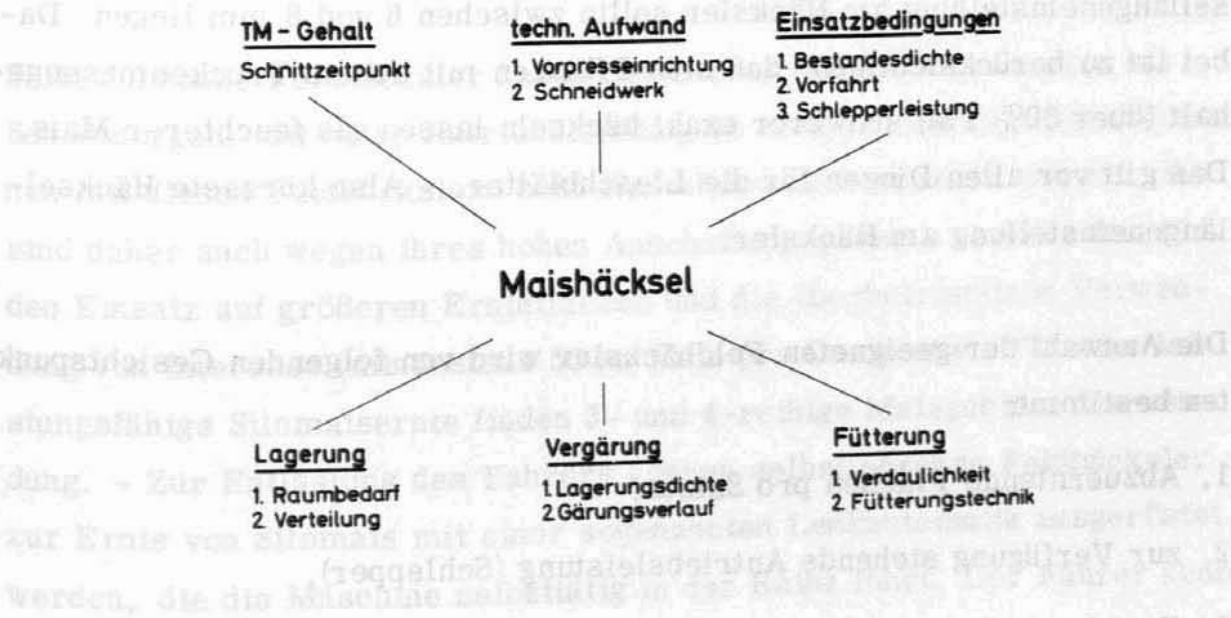


Abb. 3: Gewinnung und Verwertung von gehäckseltem Silomais

Abb. 3 zeigt, in welchem Zusammenhang Maishäcksels zu sehen ist. Auf der oberen Seite stehen die Kriterien, die einen Einfluß auf die später erzielte Häcksellänge nehmen, auf der unteren Seite sind die Auswirkungen und Einflüsse dargestellt, die von der Häckselqualität auf die nachfolgende und weitere Verarbeitung des Silomaises ausgehen. So hat z. B. exakt gehäckseltes, dicht lagerndes Material einen geringeren Siloraumbedarf und verbessert die Chancen für einen einwandfreien Gärungsablauf erheblich. Des weiteren ist dicht lagernde Silage gegen aufkommende Nachgärungen wesentlich besser geschützt. - In bezug auf einen einwandfreien Gärungsablauf wirken sich hohe Überlängenanteile im Maishäcksels sehr nachteilig aus. Beim Hochsilo vor allen Dingen dann, wenn bei der Befüllung eine Entmischung eingetreten ist. Der gewünschte, konservierende, nährstoffhaltende Gärungsablauf kann dann ausbleiben, es kommt zum Verderben des Futters.

Immer wieder taucht die Frage nach der anzustrebenden Häcksellänge auf. Darauf kann es folgende Antwort geben: Es wird ein exakt geschnittener Silomais mit gut erkennbarer Struktur gewünscht. Die theoretische Häcksellängeneinstellung am Häcksler sollte zwischen 6 und 8 mm liegen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß sich Pflanzen mit hohem Trockenmassegehalt (über 30% TM) schwerer exakt häckseln lassen als feuchterer Mais. Das gilt vor allen Dingen für die Lieschblätter. - Also kürzeste Häcksellängeneinstellung am Häcksler.

Die Auswahl der geeigneten Feldhäcksler wird von folgenden Gesichtspunkten bestimmt:

1. Abzuerntende Flächen pro Saison,
2. zur Verfügung stehende Antriebsleistung (Schlepper),
3. Zuordnung des Häckslers zur Transport- und Einlagerungskapazität.

Bei Flächen bis zu 15 ha Silomais pro Jahr können 1-reihige Maisfeldhäcksler eingesetzt werden. Das gleiche gilt auch für den Häckslerladewagen, der sich vor allem für Betriebe mit kurzer Feldentfernung als eine kompakte Arbeitsmaschine anbietet. Von einer Arbeitskraft wird mit einem Schlepper gehäckselt, transportiert und am Hof mechanisch in ein Gebläse entleert, das über ein Winkelgetriebe am Wagen vom Schlepper mit angetrieben werden kann. Beim Beschicken von Flachsilos treten Schwierigkeiten auf, da wegen der geringen Bodenfreiheit ein Überfahren des Futterstockes mit dem Häckslerladewagen nicht mehr möglich ist.

Für größere Flächen ist es sinnvoll, auf mehrreihige Feldhäcksler überzugehen, die den Einsatz entsprechend stärkerer Schlepper (ab 60 kW) erfordern. Als notwendiger Leistungsbedarf für den Antrieb des Feldhäckslers bei der Silomaisernte kann als Faustzahl gelten, daß pro Reihe mindestens 30 - 40 kW (40 - 55 PS) notwendig sind. Steigender Trockensubstanzgehalt bedeutet erhöhten Leistungsbedarf und erfordert ständig exakt geschliffene Messer. Für schwierige Einsatzbedingungen und ungünstige Bodenverhältnisse müssen entsprechende Zuschläge gemacht werden.

Selbstfahrende Feldhäcksler haben heute ausschließlich Trommeln als Schneidorgan; mit einer Antriebsleistung ab etwa 110 kW (bis 200 kW) können mit diesen Feldhäckslern hohe Ernteleistungen erreicht werden. Sie sind daher auch wegen ihres hohen Anschaffungspreises vornehmlich für den Einsatz auf größeren Ernteflächen und die überbetriebliche Verwendung von Interesse (mindestens 50 ha Mais pro Campagne). Für eine leistungsfähige Silomaisernte finden 3- und 4-reihige Maisgebisse Verwendung. - Zur Entlastung des Fahrers können selbstfahrende Feldhäcksler zur Ernte von Silomais mit einer sogenannten Lenkautomatik ausgerüstet werden, die die Maschine selbsttätig in der Reihe führt. Der Fahrer kann sich dann voll auf die exakte Ausladung des Wagens konzentrieren. Besonders beim Einsatz über den Lohnunternehmer ist eine gute Organisation des Arbeitsablaufes notwendig. So muß die Transportkapazität und

Einlagerungsleistung (Walzen beim Flachsilo, Befülleistung beim Hochsilo) voll auf die Feldhäcklerleistung abgestimmt werden.

Die richtige Einordnung eines Feldhäckslers in ein Futterernteverfahren, welches den Abtransport und die Einlagerung mit einschließt, erfordert vom Landwirt besondere Überlegungen. Eine hohe technische Leistung des Feldhäckslers führt erst zu einer hohen Bergeleistung, wenn die geernteten Mengen entsprechend abtransportiert und eingelagert werden können. Die Abladeleistung auf dem Hof sollte über der Feldbergeleistung und der Transportleistung liegen. Die nachfolgende Tabelle gibt Auskunft über die Ausstattung ausgewählter Arbeitsverfahren zur Ernte von Silomais und die mit diesem Verfahren erreichbare Bergeleistung.

Ausgewählte Arbeitsverfahren zur Ernte von Silomais (Richtwerte)
 (Ertrag 450 dt/ha, 30% TS, 1 km Feldentfernung, 300 m Schlaglänge)

| Verfahren | AK | Schlepper | | | Bergeleistung | |
|---|-------------|-------------|----------------|-----------------------|---------------|------|
| | | Anzahl | kW | (PS) | t/h | ha/h |
| 1 Anbaufeldhäcksler 1 Selbstentladewagen 4 t, mit Durchtrieb, Gebläse, Hochsilo | 1 | 1 | 60 | (80) | 5 | 0,1 |
| Häckslerladewagen 4 t, mit Durchtrieb, Gebläse, Hochsilo | 1 | 1 | 60 | (80) | 5 | 0,1 |
| 1 Anbaufeldhäcksler 2 Selbstentladewagen (je 4 t) Gebläse, Hochsilo | 1 1 | 1 1 | 60 40 45 | (80) (55) (60) | 9 | 0,2 |
| 1 Anbaufeldhäcksler 2 Wagen mit Schnell- entleerung (je 4 t) Flachsilo, Walzschlepper | 1 1 1 | 1 1 1 | 60 40 45 | (80) (55) (60) | 9 | 0,2 |
| 1 Feldhäcksler (2-reihig gezogen) 3 Selbstentladewagen (je 4 t) Gebläse, Dosierer, Hochsilo | 1 2 - | 1 2 1 | 90 40 45 | (120) (55) (60) | 14 | 0,3 |
| 1 Feldhäcksler (2-reihig gezogen) 3 Wagen mit Schnell- entleerung (je 4 t) Flachsilo, Walzschlepper | 1 2 1 | 1 2 1 | 90 40 45 | (120) (55) (60) | 14 | 0,3 |
| 1 SF-Feldhäcksler (etwa 110 kW) (2-reihig) Parallelbetrieb 3 Wagen mit Schnell- entleerung (je 4 t) Flachsilo, Walzschlepper | 1 3 1 | 3 3 1 | 40 60 | (55) (80) | 25 | 0,6 |
| 1 SF-Feldhäcksler (etwa 150 kW) (3-reihig) Parallelbetrieb 3 Wagen mit Schnell- entleerung (je 4 t) Flachsilo, Walzschlepper | 1 3 1 | 3 3 1 | 40 75 | (55) (100) | 38 | 0,6 |
| 1 SF-Feldhäcksler (etwa 150 kW) (3-reihig) Parallelbetrieb 4 Wagen mit Schnell- entleerung (je 4 t) Gebläse, Dosierer, Hochsilo | 1 4 - | 4 4 1 | 40 45 | (55) (80) | 38 | 0,8 |

Abb. 4

Ein neues Verfahren zur Ernte und Verwertung des Maiskolbens

von BD Dr. -Ing. R. W. Klaus Grimm, Bayerische Landesanstalt für Land-
technik, Freising-Weihenstephan

Wird 1978 auch ein Krisenjahr für die Körnermaisernte wie 1965, 1972 und 1974? Alle Anzeichen deuten darauf hin. Reichlich Regen und kühle Witterung hemmen das Wachstum der Pflanze und bereiten so dem Praktiker viel Sorgen!

Außerdem befinden sich z. Z. die Schweine- und Rinderpreise auf einem Tiefstand. Da heißt es mit spitzem Stift rechnen.

In diesem Beitrag wird über ein neues Verfahren der Körnermaisernte berichtet, deren Schlüsselmaschine der Feldhäcksler ist. Die hervorstechenden Merkmale werden zum Teil mit denen des Pflückdruschverfahrens verglichen.

| | | | | | | |
|---------------------------------------|--|----------------|----|----------------|------------|--|
| Silage | Silo - Mais (Milchkühe) | Teigreife | | | | |
| | Silo - Mais (Bullenmast) | Körnerreife | | | | |
| | Lieschkolben - Schrot (Mast-Zuchtschweine u. Jungbullenmast) | → | | | | |
| | Maiskorn - Spindelgemisch - Schrot | Mastschweine → | | | | |
| | Körnermais - Schrot | → | | | | |
| TM | [%] | 60 | 55 | 50 | 35 | 25 |
| Rohfaseranteil i. d. T.S. | [%] | 2-3 | 5 | 7-11-15 | 25 | 30 |
| Verdauungs-Quotient Q_{Verd} | [%] | 86 | 85 | 82-71 | 59 | 30 |
| | [%] | 84 | 82 | 82 | 72 | 70 |
| Häcksellänge | [mm] | ← bis 2 → | | | ← 4 - 10 → | |
| Ertrag | [dt/ha] | 76 | 95 | 110-150 | 300 | 500 |
| | $\frac{TS}{dt/ha}$ | 46 | 52 | 55-75 | 105 | 125 |
| Silloraum [neu] | [m ³ /ha] | 8 | 11 | 15-20 | 46 | 65 |
| <small>Grimm Rudel, Beck</small> | Nutzung der Maispflanze bezogen auf den Reifezustand | | | | | <small>LANGFEDER FÜR MILCHKÜHE 27027</small> |

Abb. 1: Die stark markierten Zahlen beziehen sich auf das Lieschkolben-schrotverfahren (mögliche Ernteverluste beim Körner- oder Kornspindeldrusch wurden in dieser Darst. nicht berücksichtigt)

Die Abb. 1 sagt u. a. aus, daß der Feldhäcksler mit entsprechendem Vorsatz in dem Bereich der Kornspindelnutzung der Maispflanze gute Arbeitsergebnisse erzielen kann. Dieses Arbeitsergebnis ist so bestechend, weil das erzielte relative, grobe Erntegut "Lieschkolbenschrot" selbst mit weniger als 40% Trockenmasse wie Häckselgut mechanisch und pneumatisch in Silos eingefüllt und entnommen werden kann. Wenn der Mähdrescher in seinem Ernteeinsatz nicht so flexibel ist, so ist er doch sehr viel stärker verbreitet und stellt oft die alleinige Schlüsselmaschine auf den Betrieben der Schweineproduktion dar. Um optimale Arbeit und hohe Flächenleistung mit geringen Verlusten zu erbringen sind entsprechender Abreifegrad und gute Wetterbedingungen allerdings Voraussetzung.

In spezialisierten Veredlungsbetrieben mit zunehmendem Maisanteil müssen zwangsläufig alle Faktoren geprüft werden, ob es wirtschaftlicher ist, den Mähdrescher oder den Feldhäcksler als Schlüsselmaschine vorzusehen.

Mit übermäßig hoher Fahrgeschwindigkeit und steigendem Feuchtegehalt im Korn nehmen die Ernteverluste beim Mähdrescher zu.

Die Zunahme an Körnermaisbauflächen wurde stets nach Krisenjahren gestoppt. Der Anbau ging sogar zurück, in der Regel aber nicht, weil die Erträge geringer waren, sondern weil die Ernte nur unter großen Verlusten bewerkstelligt werden konnte bzw. der Körnermais auf dem Felde verblieb (Abb. 2a und 2b). Mit anderen Worten, die Technik war kaum in der Lage, unter schwierigen Verhältnissen noch gute Arbeit zu leisten, es sei denn, daß man die Fahrgeschwindigkeit erheblich reduzierte und im Parallelbetrieb dafür sorgte, daß ständig der Tank entleert werden konnte.

Andererseits bietet der Maisanbau im hohen Nährstofftrag pro ha in der Fruchtfolge und bei der Stallungausbringung Vorteile, die von vielen Betrieben in zunehmendem Maße genutzt werden wollen.

Was bietet der Pflückdrusch heute?

Die Mitnahme der Spindel verringert die Ernteverluste (RIEMANN, v. KAISER) und liefert zusätzliche Rohfaser. Vorwiegend aus diesen Gründen kommt dem Kornspindel-Ernteverfahren (Corn-Cob-Mix) für den Veredlungsbetrieb besondere Bedeutung zu. Der Spindelanteil ist bei den selbstfahrenden Maisreblern und Pflückdreschern in vielen Fällen einstellbar bzw. es werden Spezialzusatzeinrichtungen (u. a. System Haake) angeboten. Mit zunehmender Kornfeuchte über 40% und wachsendem Spindelanteil wird der Pflückdrescher zu einer "Futtererntemaschine" umfunktio- niert, das Erntegut kann in der Regel nur noch verfüttert werden. Das re- lativ feuchte Erntegut stellt weitaus höhere Anforderungen an die Förder- organe, die zusätzlich einer verstärkten Korrosion ausgesetzt sind. Damit vermindert sich auch die Lebensdauer der Maschinen. Für den Lohnunter- nehmer, der sowohl Körnermais als auch Kornspindelgemisch ernten kön- nen muß, wird in der Praxis für jedes Verfahren eine Maschine bereitzu- stellen sein. Ein laufender Wechsel der Einbauten ist kaum zumutbar.

| Feldlänge (Meßlänge) = 400m, Erntemaschine: Pflückvorsatz 4-reih. | | | | |
|---|----------|-------|-------|-----------|
| Produkt | | KM | KSG | LKS |
| Versuch I | | | | |
| Fahrgeschwindigkeit | m/s | -0,53 | -0,53 | -0,53 |
| | km/h | 1,9 | 1,9 | 1,9 |
| TM | % | 55,9 | 45,7 | 45,5 |
| Rohfaser | % | 2,5 | 6,9 | 10 - 10,5 |
| Erntemenge | TS kg/ha | 5354 | 5997 | 6538 |
| Gesamt - Nährstoffe | kGN/ha | 4710 | 5078 | 5284 |
| | % | 89,1 | 96,1 | 100 |
| Versuch II | | | | |
| Fahrgeschwindigkeit | m/s | -1,02 | -1,01 | -1,01 |
| | km/h | 3,67 | 3,64 | 3,65 |
| TM | % | 55,9 | 49,2 | 46,9 |
| Rohfaser | % | 2,5 | 6,4 | 10 - 10,5 |
| Erntemenge | TS kg/ha | 5142 | 6436 | 6824 |
| Gesamt - Nährstoffe | kGN/ha | 4523 | 5478 | 5582 |
| | % | 81 | 98 | 100 |
| Versuch III | | | | |
| Fahrgeschwindigkeit | m/s | -1,55 | -1,48 | 1,33 |
| | km/h | 5,58 | 5,3 | 4,79 |
| TM | % | 55,9 | 49,3 | 45,1 |
| Rohfaser | % | 2,5 | 5,4 | 10 - 10, |
| Erntemenge | TS kg/ha | 4576 | 5367 | 6497 |
| Gesamt - Nährstoffe | kGN/ha | 4025 | 4615 | 5317 |
| | % | 75,7 | 86,8 | 100 |

Abb. 2a:

Tabelle zum Vergleich von Kör- nermais-Ernteverfahren in Ab- hängigkeit von der Fahrgeschwin- digkeit - Ernte 1977.

KM = Körnermais

KSG = CCM Kornspindelge- misch

LKS = Lieschkolbenschrot

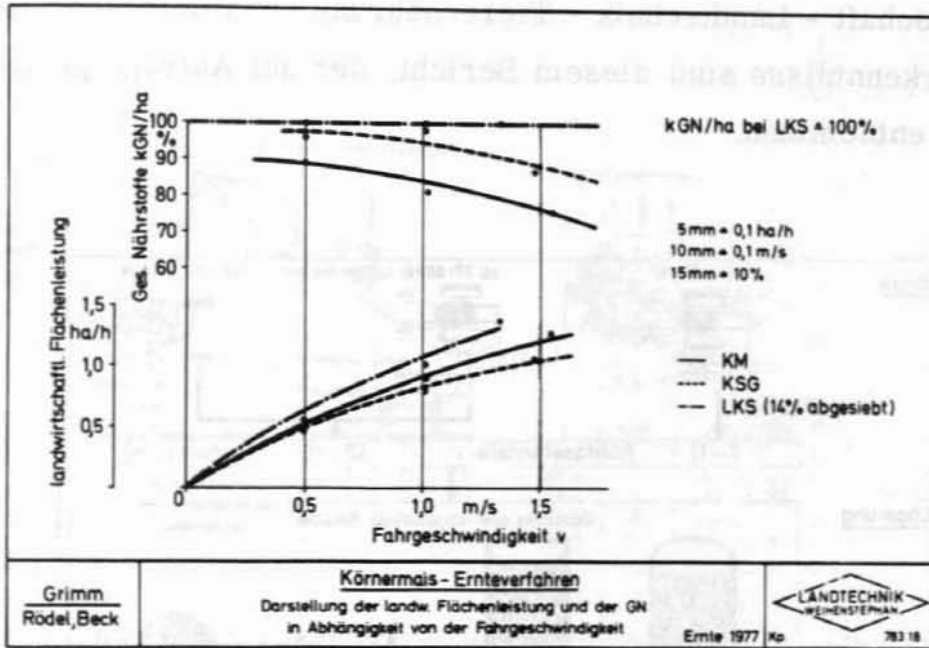


Abb. 2b: Darstellung der landwirtschaftlichen Flächenleistung und der GN in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit - Ernte 1977

Bei dem Vergleich LKS wurden der Erntemenge (feucht) 14% Gewichtsanteile vorweg abgezogen. Dann ist das Gemisch - in TS kg/ha - von Kornspindelmisch "KSG" mit dem von LKS energetisch in (KGN/ha) - vergleichbar.

Der Unterschied ist außer der Fahrgeschwindigkeit auch vom TM-Gehalt im Korn abhängig. Bei weniger als 50% TM im Korn nehmen die Verluste zu, bei mehr als 60% kann man mit geringeren Verlusten rechnen.

Was bietet nun der Pflückhäcksler heute?

Die vorliegende Alternativlösung - Lieschkolbenschrot - ist nicht nur eine Variante in der Erntetechnik, sondern leitet ein neues Verfahren mit vielen Möglichkeiten der Nutzung ein (vergl. Abb. 3). In der Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan wurden im Heft 3/1978 "Lieschkolbenschrot, 2. Folge" umfangreiche Arbeitsergebnisse aus dem Anwendungsbereich Be-

triebswirtschaft - Landtechnik - Tierernährung zusammengestellt. Einige neue Erkenntnisse sind diesem Bericht, der auf Anfrage geliefert werden kann, entnommen.

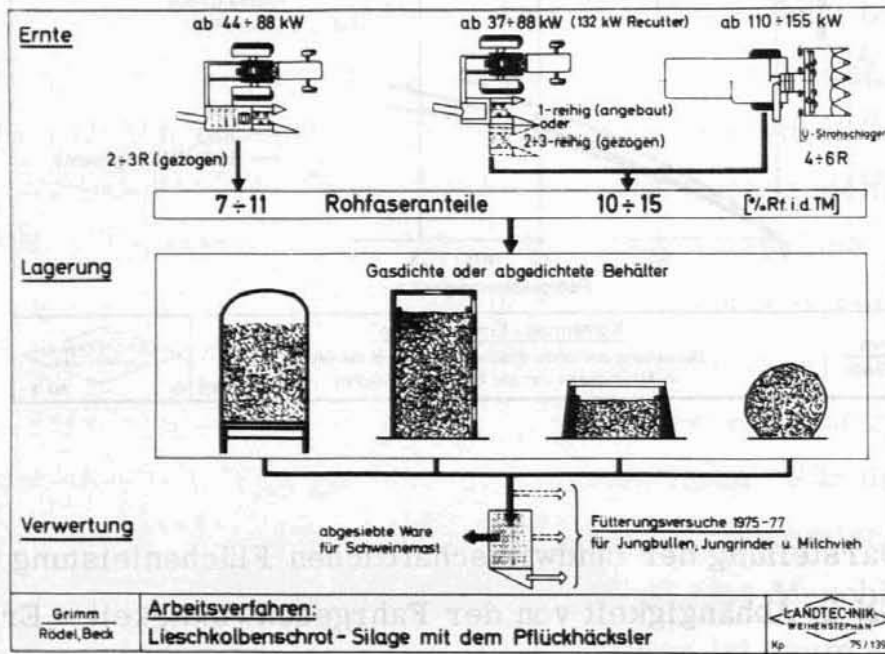


Abb. 3: Körnermais-Ernteverfahren mit dem Feldhäcksler
(Lieschkolbenschrot, Silage, Pflückhäcksler)

Arbeitsergebnis des Pflückschroters im Vergleich zum Pflückdrusch

Wie beim Maisdrusch erhält der Feldhäcksler den gleichen Pflückvorsatz, um die Maiskolben vom Stengel abzureißen. Zusätzlich übernimmt der Häcksler die tiergerechte Zerkleinerung des Maiskolbens, wobei es von Bedeutung ist, daß jedes Korn zerschlagen wird, jedoch die Lieschblätter in ihrer Struktur erhalten bleiben. Eine in Weihenstephan neu konzipierte Vielmessertrommel (Abb. 4) löste diese Aufgabenstellung⁺⁾

⁺⁾ Teilergebnis eines gemeinsamen Arbeitsauftrages der Firmen Bautz/Claas, Deutz/Fahr, Mengele und Pöttinger) an die Landtechnik Weihenstephan

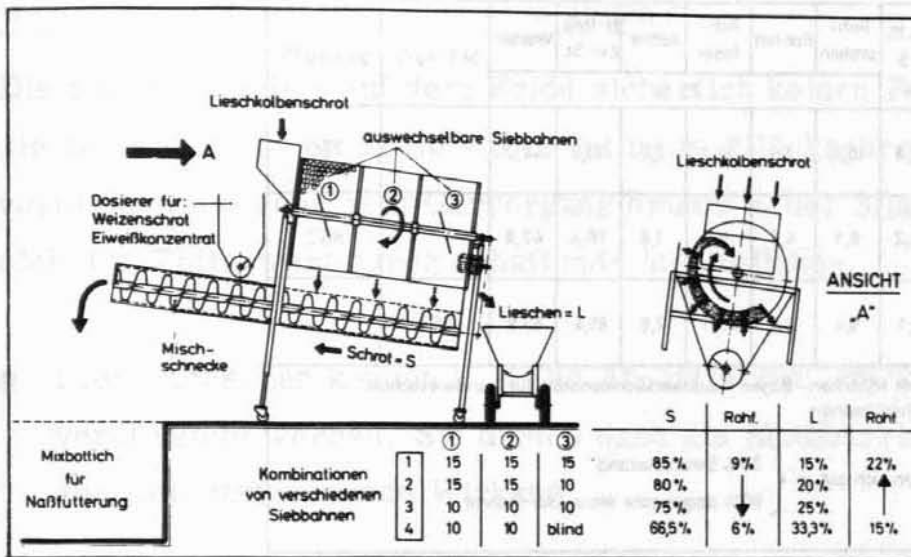


Abb. 4: Nachzerkleinerungseinrichtung im Schrotteil eines selbstfahrenden Feldhäckslers

- o Beim Pflückdrusch verbleiben die Lieschen auf dem Felde.
- o Das Kornspindelgemisch wird in einem zweiten Arbeitsgang entweder vor oder nach der Einsilierung tiergerecht geschrotet.
- Beim Pflückschroten verbleiben die Lieschen unzerkleinert im Maiskolbenschrot.
- Bei Verwendung der LKS-Silage in der Schweinehaltung werden die in ihrer Struktur erhaltenen Lieschblätter mittels einer Vorrichtung (Rundsieb Abb. 5) in einem zweiten Arbeitsgang vom Kolbenschrot getrennt.

35-50 kW

20+30kW (pro Reihe und 15t/h)

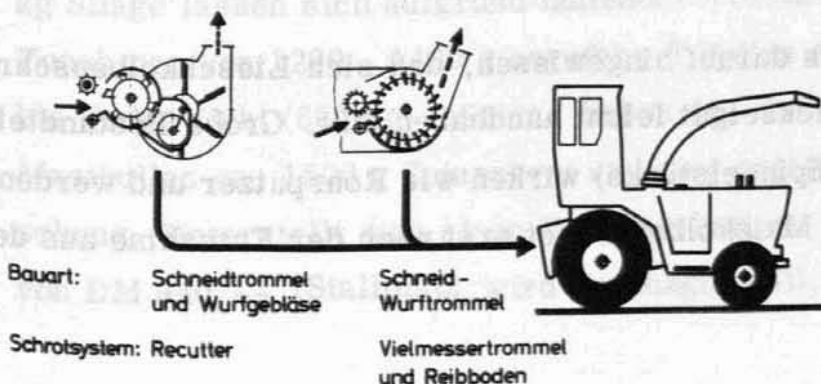


Abb. 5:

Absiebvorrichtung für Lieschkolbenschrot in Trommelbauweise

| Analysen-Nr. *) | Bezeichnung der Probe | Ges.TS i.u.S % | Roh-protein | Rohfett | Roh-faser | Asche | N-freie Extr.St. | Wasser | St E / kg TS | gGN/kg TS |
|---|---|----------------|-------------|---------|-----------|-------|------------------|--------|---|-----------|
| | | | | | | | | | | |
| 7710052 | LKS Ausgangsware | 55,8 | 10,4 | 3,9 | 10,2 | 2,2 | 73,3 | 44,2 | | 760 |
| 7702311 | LKS-Schrot abgeseibte Ware | 57,2 | 9,1 | 4,8 | 5,9 | 1,8 | 78,4 | 42,8 | | 862 |
| 7702312 | LKS-Lieschen | 46,1 | 9,4 | 2,4 | 20,0 | 2,8 | 65,4 | 53,9 | 598 | |
| <p>*) Analysen: Techn. Universität München - Bayer. Hauptversuchsanstalt für Landwirtschaft in Freising/Weihenstephan</p> <p>100% Ausgangsware verteilen sich auf in $\left\{ \begin{array}{l} 20\% \text{ Siebrückstand} \\ 80\% \text{ abgeseibte Ware LKS-Schrot} \end{array} \right.$</p> <p>(10mm^Ø Rundsieb)</p> | | | | | | | | | | |
| Grimm | Analysenwerte von Lieschkolbenschrot-Silage | | | | | | | |  | |

Abb. 6: Analysenwerte von Lieschkolbenschrot-Silage

Auf einen einfachen Nenner gebracht:

- Kornspindelsilage und abgeseibte LKS-Silage stellen die gleichen Ausgangspunkte für die Schweinefütterung dar (Abb. 6 - Futteranalysen).

Während die selbstfahrenden Mähdrescher in ausreichender Zahl vorhanden sind, gibt es eine echte Marktlücke für den in seiner Flächenleistung vergleichbaren selbstfahrenden Feldhäcksler (doch Letzterer ist noch nicht sehr verbreitet). Daß der Feldhäcksler die Maiskolbenernte auch bei vergleichsweise schlechten Bedingungen -Trockenmassegehalt im Erntegut ab 35% TM - problemlos bewerkstelligen kann, deutet auf eine bessere Ausnutzung der Grundmaschine hin.

Es wurde schon eingangs darauf hingewiesen, daß sich Lieschkolbenschrot im Arbeitsablauf wie Häckselgut leicht handhaben läßt. Grobe Bestandteile (Lieschen und grobe Spindelstücke) wirken wie Rohrputzer und werden als Siebrückstände vom Maiskolbenschrot erst nach der Entnahme aus dem Silo getrennt.

Was geschieht mit den Siebrückständen?

Die Lieschen haben auf dem Felde sicherlich keinen Futterwert. Dienen sie der verlustlosen Ernte - dies ist beim Pflückschroter der Fall - und verbleiben sie über dem Gärvorgang hinaus in der Silage, dann ändert sich der Futterwert durch anhaftende Mehlteilchen.

- Diese Lieschen können z. B. an Absatzferkel, im Tiefstall gehalten, verabreicht werden. Sie dienen dann als Knabberstreu und haben u. a. gesundheitsfördernde Wirkung.
- Leerstehende Zuchtsauen verwerten nicht nur die gesamte Lieschkolbenschrotsilage, sondern auch die Lieschen vollständig - ohne daß Futterreste im Trog verbleiben.
- Verwertung der Lieschen (Siebrückstände) in der Rinderhaltung. Der Wert der Siebrückstände läßt sich gut an einem Beispiel in der Rinderhaltung ermitteln!

| | |
|-------------------------|---------------|
| Ernteertrag von 15 ha | 225,0 t |
| 6% Gärverluste | - 13,5 t |
| | <hr/> 211,5 t |
| 15% Siebrückstand | - 31,725 t |
| verbleibende LKS-Silage | 179,775 t |
| | ^ 180,0 t |
| | ===== |

Mit diesem Siebrückstand von 31,725 t - oder auf den ha bezogen mit 21,5 t - mit einem durchschnittlichen Futterwert von etwa 220 Stärke-Einheiten pro kg Silage lassen sich aufgrund laufender Versuche bei durchschnittlichen Zunahmen von 1200 - 1400 g ungefähr 6 Bullen ab Frühentwöhnung (130 kg) bis Endgewicht (600 kg) mästen. Neben den Siebrückständen erhalten die Mastbullen ca. 1500 g Sojaschrot und eine entsprechende Mineralstoffmischung. Unterstellt man einen Deckungsbeitrag pro Bullen pro Tag (Abb. 7) von DM 940, -- (Stallplatz wird vorausgesetzt), so errechnet sich ein Ge-

winn für das angenommene Beispiel von ca. DM 5 640, --. Mit anderen Worten, es lohnt sich, die Lieschen mitzuernten und zu verwerten, da der Zugewinn die Kosten für die Futterzentrale oder die Gesamtkosten für die Ernte deckt, (DM 376, --/ha).

| Bezeichnung | DM insgesamt |
|--|----------------------|
| Proportionale Marktleistung | |
| Bulle 600 kg LM, 4,35 DM/kg loco Hof | 2610 |
| Proportionale Spezialkosten | |
| Bulle 100 kg LM, 9,15 DM/kg | 1190 |
| Sojaschrot (55 DM/dt) @ 1500 g/Tier und Tag | 297 |
| Mineralstoffmischung (77,5 DM/dt) | 42 |
| Streustroh | 6 |
| Tierarzt, Medikamente, Versicherung | 45 |
| Wasser, Strom, Stallgeräte | 16 |
| Zinsanspruch, Umlaufvermögen | 74 |
| Proportionale Spezialkosten insgesamt | 1670 |
| Deckungsbeitrag | 940 |
| Faktoransprüche | |
| Mastplatz | |
| Arbeit | 0,87 h |
| Tierbetreuung | 9,0 AKh |
| Mastdauer | 360 Tage |
| Lieschen (@ 14 kg/Tier und Tag) | 51,10 dt |
| g Zunahmen | 130 g/Tier und Tag |
| Futterwert der Lieschen | 230 StE/kg* (Silage) |
| Futterwert von Sojaschrot | 720 StE/kg |
| Anfang | |
| Silage 6,0 kg = 1840 StE | 22,0 kg = 5060 StE |
| Soja 1,5 kg = 1080 StE | 1,5 kg = 1080 StE |
| 2920 StE | 6140 StE |

Deckungsbeitrag und Faktoransprüche je Mastbullen
bei der Verwertung von Lieschen
(vorhandene Gebäude, Fam.-AK)

* Kraaxner

Grimm/Beck/sp. 793 150

Abb. 7: Deckungsbeitrag und Faktoransprüche je Mastbullen bei der Verwertung von Lieschen (Siebrückstände als Silage verfüttert); (vorhandene Gebäude)

a) Wie sieht eine entsprechende Futterzentrale aus?



Abb. 8: Versuchsstation Viehhausen/Weihestephan
(Lehrstuhl für landwirtschaftliche Betriebslehre)

Arbeitsablauf auf der Versuchsstation:

Seit drei Jahren wird das Lieschkolbenschrot-Verfahren angewandt. Im Längsbau (eine umgebaute Feldscheune) sind 350 Mastplätze (Tiefstall) angeordnet. Der Anbau mit den zwei Gärfutterbehältern - \varnothing 4,60 m, Höhe mit Topfundament 14 m - stellt die Futterzentrale dar. In den zwei Silos wird der Ertrag von 24 ha Körnermais - als Lieschkolbenschrot geerntet - einsiliert. Die Beschickung erfolgt über ein Wurfgebläse. Den Transport des Siliergutes vom Feld zum Hof und die dosierende Entleerung in das Gebläse übernehmen zwei Automatik-Wagen. Für die Ernte des Lieschkolbens ist ein 4-reihiger Pflückhäcksler verantwortlich. Die Zusatzeinrichtung für die Körnermaisernte für den selbstfahrenden Feldhäcksler kostet ca. DM 35 000, --. Zwei Arbeitskräfte können mit diesem Maschinenpark unter günstigen Bedingungen eine Flächenleistung von 1 ha/h

erzielen. Für die Entnahme ist seit geraumer Zeit eine Saugfräse eingesetzt, die die LKS-Silage staubfrei in die Futterzentrale fördert. Hier wird die Silage durch das Rundsieb aufbereitet.

Im Vordergrund die zwei sich ergänzenden Erntemaschinen

Der Mähdrescher optimal für die Körnerernte.

Der Feldhäcksler optimal für die Futterernte.

Beim Einsatz in der Maiskolbenernte 1978 werden sie sich besonders bewähren müssen.

b) Was kostet die Futterzentrale?

Der Kapitalbedarf für die Konservierung und für die Aufbereitung von Lieschkolbenschrot-Silage sowie die entsprechend anfallenden Kosten sind in nachstehender Tabelle aufgeführt. Zugrundegelegt sind 235 Mastplätze und 15 ha Körnermais. Bei einem Ertrag von 15 t/ha fallen 225 t Lieschkolbenschrot an, abzgl. 6% Gärverluste und 15% Siebrückstände, verbleiben 180 t Lieschkolben-Silage (TM -52 bis 54%, Rohfaser 8%).

| Hochsilos | Kapitalbedarf | Kosten |
|------------------------------|--|--------|
| 1 Siloraum | 300 m ³ à DM 90,00/m ³ 27.000 | 2.700 |
| 2 Umbauten f. Futterzentrale | 2.000 | 200 |
| 3 Gebläse und Rohre | 6.000 | 600 |
| 4 Entnahmefräse | 11.000 | 1.870 |
| 5 Zyklon und Rohre | 2.000 | 200 |
| 6 Siebtrommel | 3.000 | 300 |
| 7 Elektrifizierung | 2.000 | 200 |
| Summe: | 53.000 | 6.070 |

Kapitalbedarf und Kosten der Konservierung und Aufbereitung von Lieschkolbenschrot (235 Mastplätze, ungefähr 600 Mastschweine im Jahr)

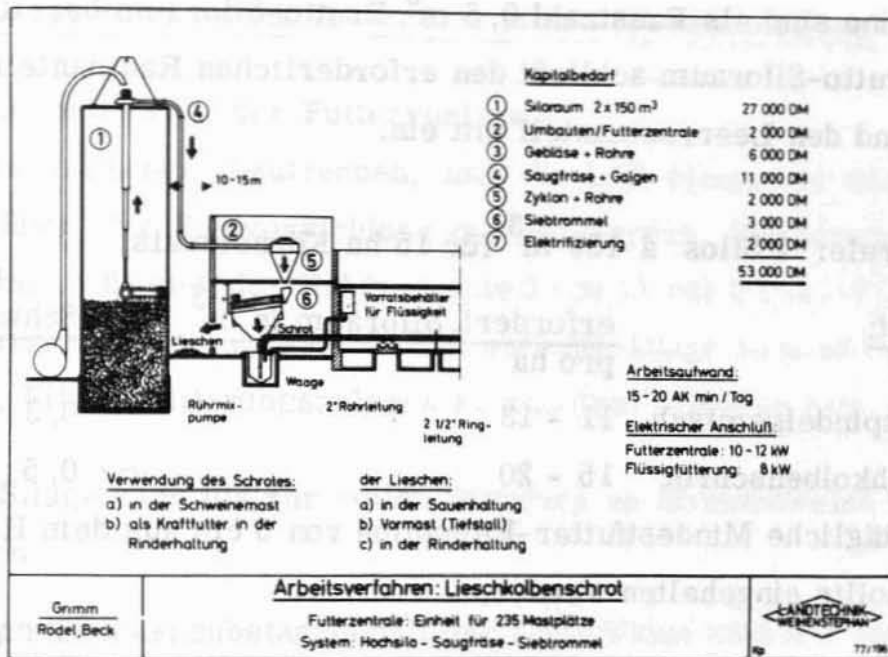


Abb. 9: Futterzentrale nach dem Obenfräsen-System mit Saugfräse und Zyklon. Die gesamte Anlage (Abschreibung u. Zinsanspruch) belastet die eingelagerte Silage (dt) mit DM 3,40. Bei vorh. Silos verringern sich die Kosten auf DM 2,--/dt LKS

c) Wie hoch belastet die Futterzentrale die Futterkosten?

Unterstellt wird eine Futterration für 80 kg Zuwachs pro Schwein. Hierfür sind pro kg Zuwachs pro Schwein erforderlich:

| | | |
|---|-----------|---------------------|
| | 2500 GN = | 200,00 kg GN |
| + Eiweiß 34 kg mit | 620 GN = | - 21,08 kg GN |
| + Beifütterung Weizen 60 kg mit | 770 GN = | - 46,20 kg GN |
| Es verbleiben Lieschkolbenschrot-Silage | | <u>132,72 kg GN</u> |

Versuche haben ergeben, daß 294 kg Lieschkolbenschrot-Silage 132,70 GN enthalten. Aufgerundet bedeutet es, daß pro Schwein ungefähr 300 kg Lieschkolbenschrot-Silage benötigt werden.

Mastschweine sind als Faustzahl $0,5 \text{ m}^3$ Brutto-Siloraum bereitzustellen. Brutto-Siloraum schließt den erforderlichen Raumanteil für Lieschen und den Leerraumanteil mit ein.

Futterzentrale: 2 Silos à 150 m^3 für 15 ha Körnermais.

| <u>Erntegut:</u> | <u>erforderl. Siloraum in m^3</u> | <u>pro Schwein</u> |
|----------------------|---|--------------------|
| ● Kornspindelgemisch | 11 - 13 | ~ 0,3 |
| ● Lieschkolbenschrot | 15 - 20 | ~ 0,5 |

Eine tägliche Mindestfutter-Entnahme von 5 cm aus dem Hochsilo sollte eingehalten werden.

Nachdem 180,0 t abgeseibte Silage zur Verfügung steht, kann man davon ausgehen, daß mit dieser Menge 600 Schweine versorgt werden können. Bei der angegebenen Futterration lassen sich durchschnittlich 620 g Zuwachs pro Tier und Tag erzielen. Das entspricht einer Mastdauer von 129 Tagen.

Unterstellt man eine Mastplatzausnutzung (Stallreinigung - Auseinanderwachsen der Gruppen) von 90%, so ergibt sich eine Mastdauer von 143 Tagen bzw. eine Mastplatzausnutzung von 2,55%. Für die 600 jährlich zu mästenden Schweine sind also 235 Mastplätze bereitzustellen.

Die jährlich anfallenden Kosten einer optimal installierten kompletten Futterzentrale belasten:

- den Mastplatz mit durchschnittlich DM 26, --
- das Schwein mit durchschnittlich DM 10, -- oder
- bei 40 Schweinen pro ha den ha mit DM 400, --

(Kornspindelgemisch: Vergleichbare Futterzentrale mit Schrotmühle und um $1/3$ weniger Siloraum etwa DM 24, -- pro Mastplatz)

Futternorm für Lieschkolbenschrot in der Schweinehaltung

- a) **Beobachtungen bei der Futternorm** -
Um die Lieschen abzutrennen, muß die LKS-Silage vor der Verfütterung über eine Siebvorrichtung geleitet werden. Bei entsprechender Siebwahl läßt sich der Rohfaseranteil von 11 auf 8 bzw. 6% einheitlich reduzieren. Wird abgeseibt, läßt sich die Silage auch mit automatischen Flüssigfütterungsanlagen einwandfrei dosieren bzw. verteilen.
- b) LKS-Silage kann bis zur vollen Sättigung an Mastschweine verabreicht werden
- c) Je nach Trockensubstanzgehalt der LKS-Silage sind 0,7 bis 1,5 kg Ergänzungsfutter erforderlich, um durchschnittliche Zunahmen von 620 g und mehr zu erzielen.
- d) Bei der Verfütterung von Lieschkolbenschrot-Silage geht die Geruchsbelästigung beachtlich zurück.
- e) LKS-Silage bringt mehr Stallruhe, weniger Kannibalismus und verringert Ausfälle.
- f) LKS-Silage ist ein gutes Mittel gegen Durchfall bei neu eingestellten oder abgesetzten Ferkeln.
- g) Futternormen mit überwiegender Lieschkolbenschrot-Silage und auch Kornspindelsilage können bei Fließmistkanälen zu Verstopfungen führen. Es empfiehlt sich hier:
- den Rohfaseranteil auf 8% zu begrenzen,
 - bei Neubauten eine Kanaltiefe von mind. 100 cm und eine Breite von 150 cm und mehr anzustreben. Die Kanallänge auf 8 - 12 m zu begrenzen, also mehr Querkanäle vorzusehen
 - Spülsysteme einzubauen - auf jeden Fall in die Mistkanäle von Teilspaltenbodenställen!

- Nach jedem Treibkanal im Querkanal einen Schieber vorsehen, damit ein Stau-Schwemmverfahren angewendet werden kann. Die Ursache der Verstopfung von Treibmistkanälen liegt in der Nichtzerkleinerung der harten Maiskornschalen, die sich am Boden ablagern. Der höhere Rf-Anteil bewirkt eine verstärkte Schwimmdeckenbildung (tiefere Kanäle!)
- Spülsysteme einzubauen, auf jeden Fall in die Mistkanäle von Teilspaltenbodenställen!

Zusammenfassend stellt die Lieschkolbenschrotsilage ein in der Schweinemast neues Futtermittel dar. Als Gärfutter bringt es eine gute Verdaulichkeit mit und trägt zur Gesunderhaltung der Tiere sowie einer Verbesserung des Stallklimas bei. Komplette Futterzentralen, bestehend aus Gärfutterbehälter, Entnahmetechnik sowie der Aufbereitung gewährleisten ein einheitliches Futter über das Jahr. Die Siebrückstände von Lieschkolbenschrotsilage lassen sich gut verwerten.

Lieschkolbenschrot in der Rinderhaltung?

Auf diesem Gebiet liegen noch keine wissenschaftlichen Ergebnisse vor. Ersten praktischen Versuchen zufolge wird man bei genügend Fläche den Anteil an Silomais und den Anteil an Getreidefläche zugunsten eines Anteiles an Körnermais verringern können.

Insbesondere wenn die Nährstoffträge beim LKS-Verfahren deutlich höher liegen als bei der Nutzung der Fläche über Futtergetreide.

Als Vorteile stehen in Aussicht:

- Einsparung an Siloraum: 2/3 gegenüber Silomais
- Einsparung an Arbeitsstunden bei der Ernte: 1/2 gegenüber Silomais
- Einsparung durch weniger Gärverluste: (Gewicht %) 7 gegenüber 15 bei Silomais
- höhere Erträge gegenüber Futtergetreide
- eine Schlüsselmaschine für Rauh- und Kraftfutter

Gegenüber dem Kornspindelverfahren mit dem Pflückdrescher sind weitere Vorteile zu nennen:

- Bislang wurde die Möglichkeit ertragreichere Körnermaissorten in guten Standortgebieten zum Vorteil dieses neuen Ernteverfahrens anzubauen noch nicht berücksichtigt. D. h. , die Lieschkolbenernte ermöglicht immer höhere Nährstoffträge pro ha in vergleichbaren Anbaugebieten als die bekannten Ernteverfahren, und zwar um ca. 20% und mehr pro ha.
- Höhere Flächenleistung, Dauereinsatz um die Uhr ist möglich,
- sichere Erntemethode, auch unter ungünstigeren Witterungsbedingungen.

Zukunftsansage:

"Das Verfahren der Lieschkolbenschrot-Silage ist vornehmlich Betrieben auf Grenzstandorten für den Körnermaisanbau mit ausschließlich innerbetrieblicher Verwertung des Erntegutes zu empfehlen. Zukünftig dürfte das Verfahren aufgrund einiger bedeutsamer Vorteile, wie hohe Schlagkraft, geringe Ernteverluste und hoher Nährstofftrag auch auf körnermaissicheren Standorten an Bedeutung gewinnen" (STEINHAUSER). Es werden sicherlich noch einige Jahre verstreichen, bis alle Vorteile des Verfahrens entsprechend erkannt und genutzt werden können. Dem Praktiker steht schon jetzt, zumindest planerisch, der Vergleich ins Haus.

Faustregel: Liegen die Nährstoffträge beim Mais (LKS) - vergl. Ertragsniveau Abb. 10 - deutlich höher als im Getreidebau (z. B. 1/3 und dies trifft für mehr Gebiete zu, als man vermutet, dann wird man m. E. in wenigen Jahren den Körnermaisanbau vorwiegend zu Lasten des Futtergetreideanbaues um 20 000 ha und mehr ausdehnen können. Mitvoraussetzung für diese Prognose ist der Einsatz des Feldhäckslers bei der Kolbenmaisernte. In den USA haben vergleichsweise Gebiete im Maisgürtel eine ähnliche Entwicklung hinter sich. Hier werden für die Maisernte auf dem Veredlungsbetrieb - vorwiegend in der Rinderhaltung und in der kombinierten Rinder-

haltung und in der kombinierten Rinder- und Schweinehaltung - noch alle drei Verfahren (Silomaishäcksler, Kolbenpflücker und Pflückdrescher) auf ein und demselben Betrieb entsprechend dem Reifestadium der Pflanze eingesetzt.

Der Feldhäcksler, ausgerüstet mit den Vorsätzen Mähwerk, Pick-up, Maisschneidwerk, Kolbenpflücker und Maisstengelschneidwerk, stellt dann sicherlich die ideale Schlüsselmaschine für die Futterernte dar und ist voll vergleichbar mit dem Mähdrescher und seinen variablen Vorsätzen: Mähwerk (Getreide), Pick-up (Ölsaaten) und Pflückvorsatz (Körnermais und Kornspindelgemisch).

| | Ertragsniveau | | | |
|---|---------------|----|-----|----|
| | LKS | KM | LKS | KM |
| Ertrag dt/ha (86% TM) | 75 | 50 | 95 | 80 |
| erforderliche Futtergetreide- erträge | 45 | | 67 | |
| (bei vorhand. Silos) | 53 | | 74 | |

Abb. 10: Der wirtschaftlichere Einsatz von Lieschkolbenschrotsilage wird deutlich, wenn man das Ertragsniveau von LKS-Silage mit den zur Erzielung annähernd gleicher Deckungsbeiträge erforderlicher Futtergetreideerträge vergleicht.

Kolbenernte mit Mähdrescher, Pflückdrescher und Spezialmaschinen

von Univ. Doz. Dr. habil. Manfred Estler, Institut für Landtechnik,
Freising-Weihenstephan

Je nach Reifegrad liefert die Maispflanze sehr unterschiedliche Erntegüter:

- ganze Pflanze (Silomais)
- Lieschkolben
- entlieschte Kolben
- Korn-Spindel-Gemisch
- reine Maiskörner.

Betrachtet man die Aufbereitung der verschiedenen Erntegüter aus technischer Sicht, so ergibt sich folgendes Flußbild, welches zugleich die Nomenklatur der Erntegüter und Erntemaschinen erläutern und veranschaulichen soll.

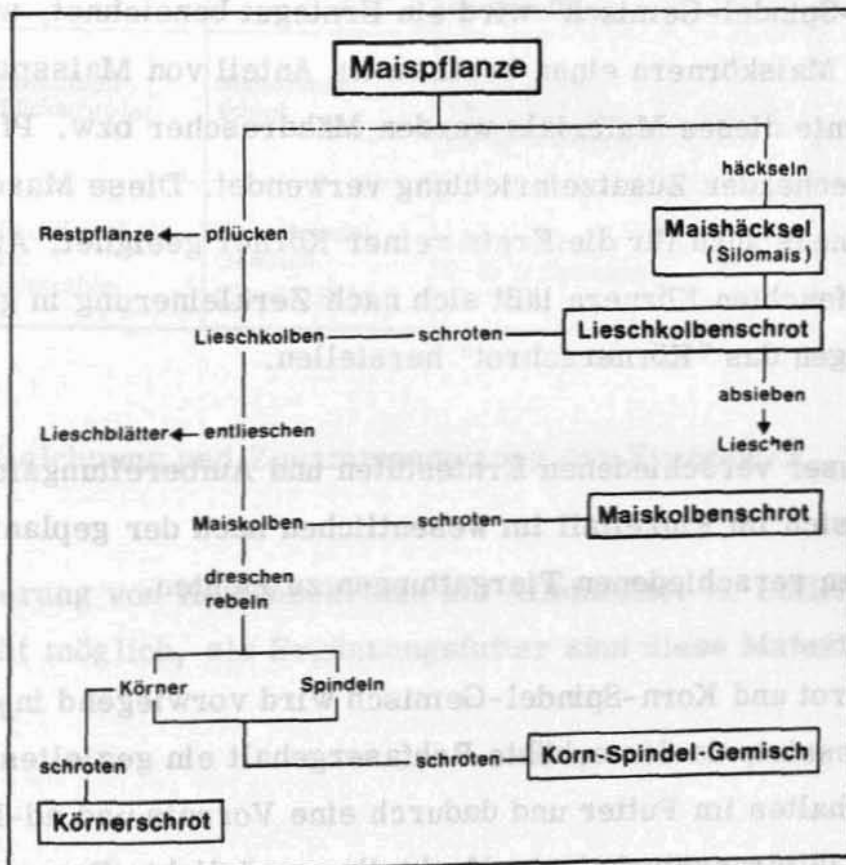


Abb. 1: Flußbild für die Ernte und Aufbereitung verschiedener Körnermais-Erntegüter

Ausgangspunkt ist jeweils die erntereife Maispflanze. Zum Zeitpunkt der Teigreife wird durch Ernten und Zerkleinern der gesamten Pflanze das "Maishäcksel" hergestellt, welches die Basis für den traditionellen Silomais bildet.

Im Stadium der Körnerreife d. h. nach Erreichen der physiologischen Reife der Maiskörner lassen sich dagegen mehrere Erntegüter gewinnen. Werden lediglich die kompletten Kolben von der Restpflanze getrennt und nachfolgend zerkleinert, erhält man "Lieschkolbenschrot". Dieses Erntegut hat einen relativ hohen Rohfaseranteil. Soll eine Verwertung über die Schweinemast erfolgen, ist es notwendig, in einem zusätzlichen Arbeitsgang die Lieschen und weitere unerwünschte Restpflanzenteile mit speziellen Siebvorrichtungen abzusondern. Werden dagegen bereits beim Erntevorgang die Lieschen und Restpflanzenteile abgetrennt und nur der entlieschte Maiskolben zerkleinert, so entsteht "Maiskolbenschrot".

Als "Korn-Spindel-Gemisch" wird ein Erntegut bezeichnet, welches neben den reinen Maiskörnern einen bestimmten Anteil von Maisspindeln enthält. Für die Ernte dieses Materials werden Mähdrescher bzw. Pflückrebler mit entsprechender Zusatzeinrichtung verwendet. Diese Maschinen sind darüber hinaus auch für die Ernte reiner Körner geeignet. Aus diesen reinen, erntefeuchten Körnern läßt sich nach Zerkleinerung in geeigneten Schrotanlagen das "Körnerschrot" herstellen.

Welche dieser verschiedenen Erntestufen und Aufbereitungsformen gewählt wird, hat sich im Einzelfall im wesentlichen nach der geplanten Verwertung bei den verschiedenen Tiergattungen zu richten.

Kolbenschrot und Korn-Spindel-Gemisch wird vorwiegend in der Schweinemast eingesetzt, da der erhöhte Rohfasergehalt ein gezieltes Senken des Energiegehaltes im Futter und dadurch eine Vorrats- und ad-libitum-Fütterung ohne fütterungstechnische Nachteile ermöglicht. Der maximal zulässi-

ge Rohfasergehalt liegt hier bei 8 bis 9%. Höhere Rohfasergehalte verschlechtern die Verdaulichkeit, führen zu ungünstigeren Mastergebnissen und erfordern eine ausreichende Getreideschrot-Zufütterung. Bei Verfütterung an Zuchtschweine kann der Rohfasergehalt etwa 10 - 15% betragen. Die im Erntegut enthaltene Rohfaser sollte aus gärungstechnischen Gründen vorwiegend von Maisspindeln gebildet werden. Lieschblätter und andere Restpflanzenteile sind unerwünscht, da sie vor allem bei nicht völlig gasdichten Gärbehältern mangelhafte Dichtlagerung, Sauerstoffeinschlüsse und damit Fehlgärungen sowie erhöhte Gärverluste bewirken können.

| Erntemaschine | Erntegut- | | Rohfaser- gehalt % |
|--|--|--|--------------------------|
| | Bezeichnung | Zusammen- setzung | |
| Lieschkolben- Pflückschroter | Lieschkolben- schrot | 100% Körner 100% Spindeln 80-100% Lieschen bis 20% Stengel | 10-15 |
| Maiskolben- Pflückschroter | Maiskolben- schrot | 100% Körner 100% Spindeln bis 10% Lieschen | 6-10 |
| Pflückdrescher bzw. Pflückrebler | Korn-Spindel- Gemisch (Corn-Cob-Mix) | 100% Körner 0-95% Spindeln | 5-8 |

Abb. 2: Bezeichnung und Zusammensetzung der Erntegüter

Die Verfütterung von Kolbenschroten als Alleinfutter an Bullen, Rinder etc. ist nicht möglich, als Ergänzungsfutter sind diese Materialien jedoch gut geeignet.

Erntetechnik

Für das Ernten von Maiskolbenschrot werden vorwiegend 2- oder 3-reihige, schleppergezogene Spezialmaschinen eingesetzt. Sie sind mit modernen Pflückschienen-Reißwalzen-Pflückvorsätzen ausgestattet und besitzen spezielle Vorrichtungen zur gezielten Abtrennung der unerwünschten Rohfaserträger. Zur endgültigen Zerkleinerung des Erntegutes dienen spezielle Schroteinrichtungen, z. T. mit verstellbarem Zerkleinerungseffekt. Das Erntegut wird entweder in einem Bunker gesammelt oder im Parallelbetrieb auf nebenherfahrende Transportfahrzeuge übergeladen. Es enthält sämtliche Körner und Spindeln, sowie maximal ca. 10% Lieschen und Restpflanzenteile. Der Rohfasergehalt liegt bei 6 - 10%.



Abb. 3: Spezialmaschine für die Ernte von geschroteten und ungeschroteten Maiskolben

Als Basismaschine für das Ernten von Korn-Spindel-Gemisch dient der Mähdrescher mit Pflückvorsatz bzw. Spezial-Maisernter (Pflückrebler).



Abb. 4: Mähdrescher mit Pflückvorsatz und entsprechenden Einbauteilen sind in der Lage, reine Maiskörner und Maiskorn-Spindel-Gemisch zu ernten

Die heute von den meisten Herstellerfirmen angebotenen Spezialausrüstungen für das Ernten der Maisspindeln soll bewirken, daß möglichst alle Spindelteile erfaßt sowie Körner und Spindeln ausreichend zerkleinert werden. Für die Ernte von Korn-Spindel-Gemisch sind an den Erntemaschinen einige Abänderungen vorzunehmen:

Einbau eines Dre schkorbes mit großen Korbdrahtabständen für ausreichende Spindelabscheidung, enger Korbabstand, hohe Dreschtrommeldrehzahl (25 bis 30 m/s), Spezialsiebe mit großen Durchgängen. Eine neue Variante wird seit kurzem angeboten: Hier werden die Schüttler ausgebaut, ein Spezialsieb mit großen Öffnungen eingesetzt und am Ende der Siebvorrichtung eine rasch rotierende Zinkentrommel zum Abscheiden von Lieschen und Restpflanzenteilen eingebaut. Hierdurch soll eine saubere Abtrennung der unerwünschten Rohfaserträger und das Miternten eines möglichst hohen Spindelanteils erreicht werden.

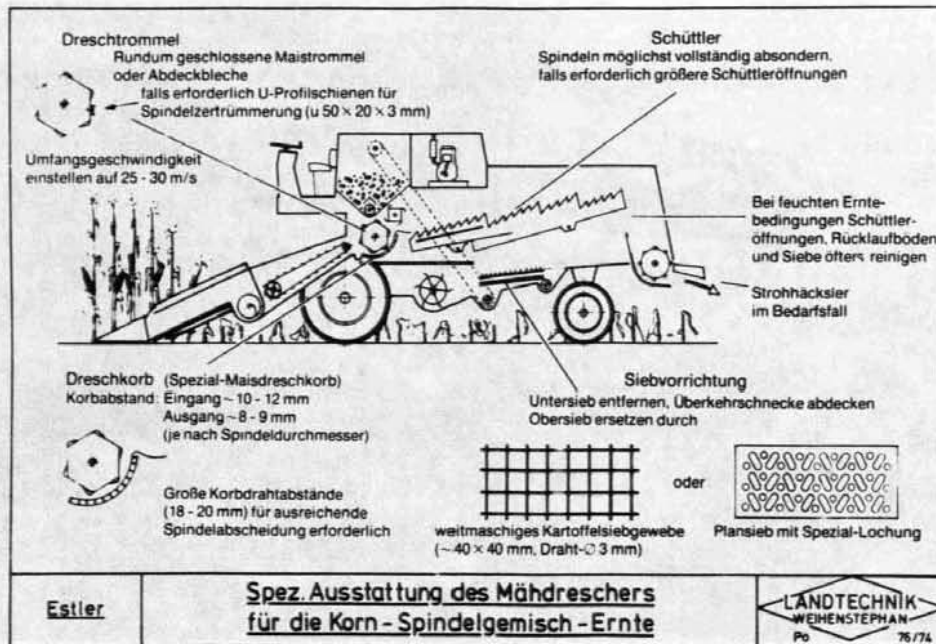


Abb. 5: Maßnahmen und Bauteile für die Ausstattung des Mähdreschers für die Corn-Cob-Mix-Ernte

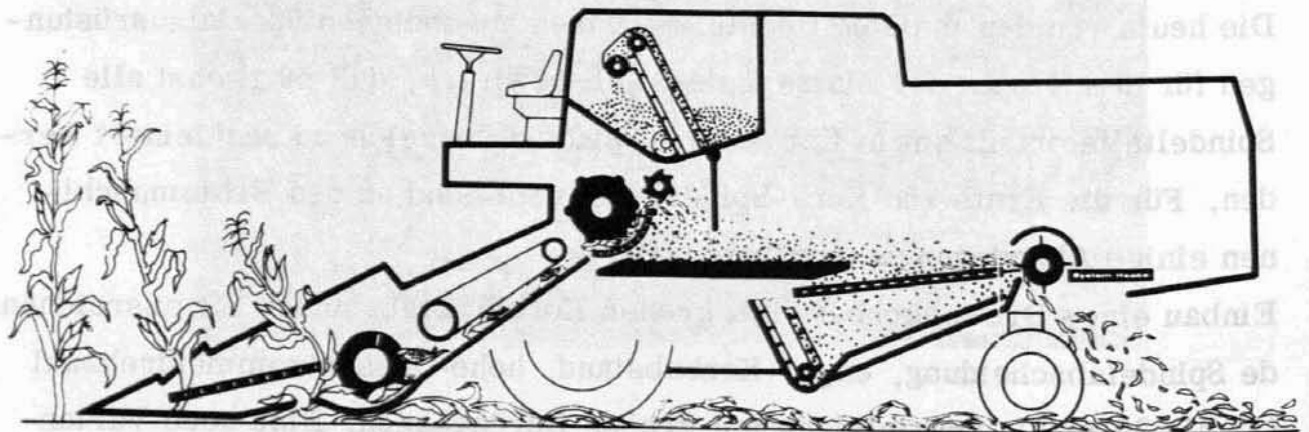


Abb. 6: Neuentwickelte Vorrichtung für die Abtrennung unerwünschter Rohfaserträger (vor allem Lieschen) in einem schüttlerlosen Pflückdrescher

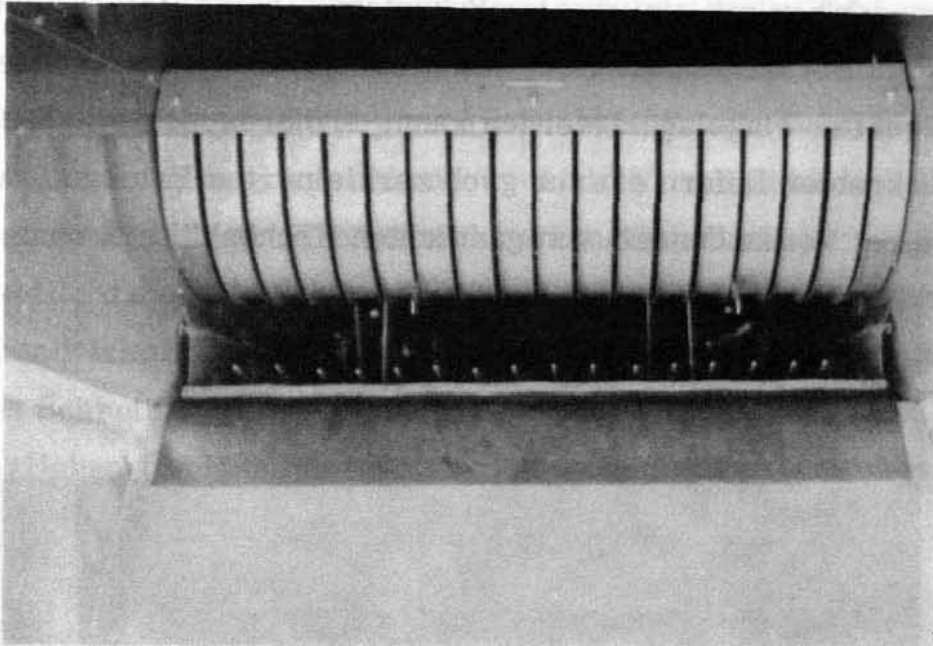


Abb. 7: Abscheide-Stiftentrommel für die Absonderung der Lieschen und Restpflanzenteile

Einlagerungstechnik

Wesentliches Ziel bei der Verwendung dieser Erntetechnik ist es,

- den angestrebten Rohfasergehalt von ca. 6 - 8% direkt auf dem Feld zu erzeugen, unerwünschte Restpflanzenteile also auf dem Feld zu belassen,
- Ein Erntegut zu erzeugen, welches nur aus Maiskörnern und Spindelteilen besteht.
- Ein Material zu erzeugen, welches speziell für die Verfütterung an Mastschweine bzw. als Zusatzfutter für Rinder geeignet ist.
- Wenn möglich bereits in der Erntemaschine die Zerkleinerung soweit durchzuführen, daß zumindest eine ausreichende Silierfähigkeit gewährleistet oder sofort ein fütterungsfertiges Schrot vorhanden ist.

Spezialmaschinen mit eingebauter Schroteinrichtung liefern fertiges Schrot, welches am Hof ohne zusätzliche Nachzerkleinerung auch in weniger gasdichte Behälter eingelagert werden kann. Mähdrescher mit Pflückvorsatz und Pflückrebler liefern ein nur grob zerkleinertes Erntegut, welches lediglich bei Vorhandensein von gasdichten Hochbehältern ohne zusätzliche Zerkleinerung eingelagert werden kann.

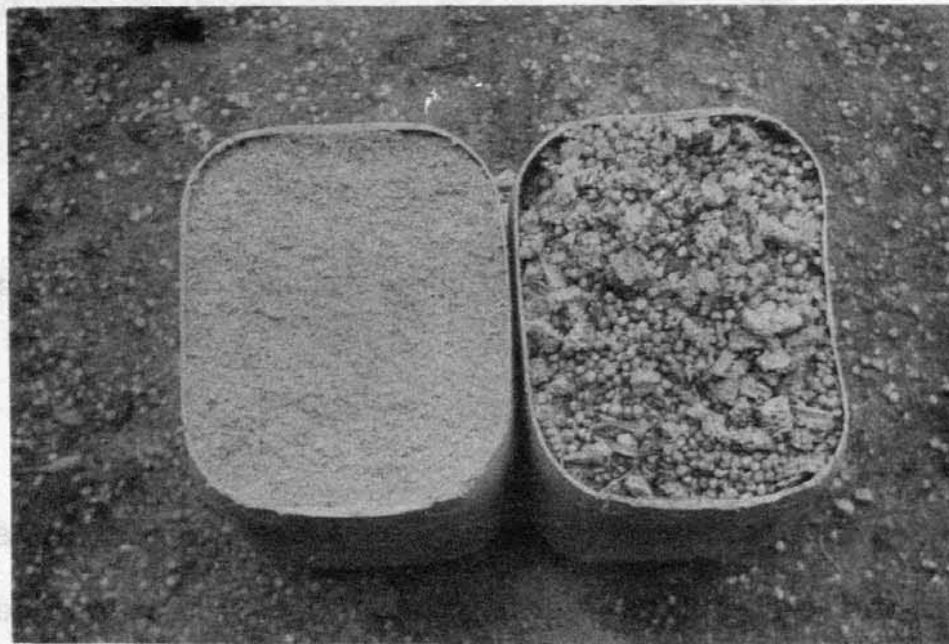


Abb. 8: Maiskorn-Spindelgemisch im erntefrischen Zustand (rechts) und nach dem Schroten (links)

Die endgültige Zerkleinerung erfolgt dann nach der Entnahme des silierten Materials kurz vor der Fütterung. Sind weniger gasdichte Behälter vorhanden, empfiehlt es sich, das Erntegut bereits vor der Einlagerung in das Silo ausreichend zu zerkleinern. Dies bietet aus gärungstechnischer Sicht mehr Sicherheit, abgewandelte Oberfräsen lassen sich für die Entnahme aus Hochsilos verwenden. Voraussetzung dafür, daß sich auch mit diesem Ernteverfahren eine flüssig ablaufende Arbeitskette ergibt, ist das Vorhandensein einer Schrotvorrichtung mit ausreichender Leistung. Hier-

für haben sich Schlepper-Anbauschroter, welche von der Schlepperzapfwelle angetrieben werden, gut bewährt. Sie sind leistungsmäßig auf die Ernteleistung 4-reihiger Erntemaschinen abgestimmt. Der Leistungsbedarf für das Schroten liegt bei ca. 7 - 10 kW/t und Stunde. Um die Erntemenge einer 4-reihigen Erntemaschine kontinuierlich verarbeiten zu können, sollte daher ein Schlepper von ca. 65 - 75 kW vorhanden sein. Diese neuentwickelten, auch für die Verarbeitung hochfeuchten Materials geeigneten Schroter (Horizontalschläger oder Kreiselschroter) sind z. T. mit zusätzlichen Gebläsen ausgestattet, so daß mit dem gleichen Gerät das Erntegut geschrotet und in Hochsilos (bis maximal 10 m Höhe bzw. Flachsilos eingefüllt werden kann.

Ernteverfahren für Kolbenschrot und Korn-Spindel-Gemisch

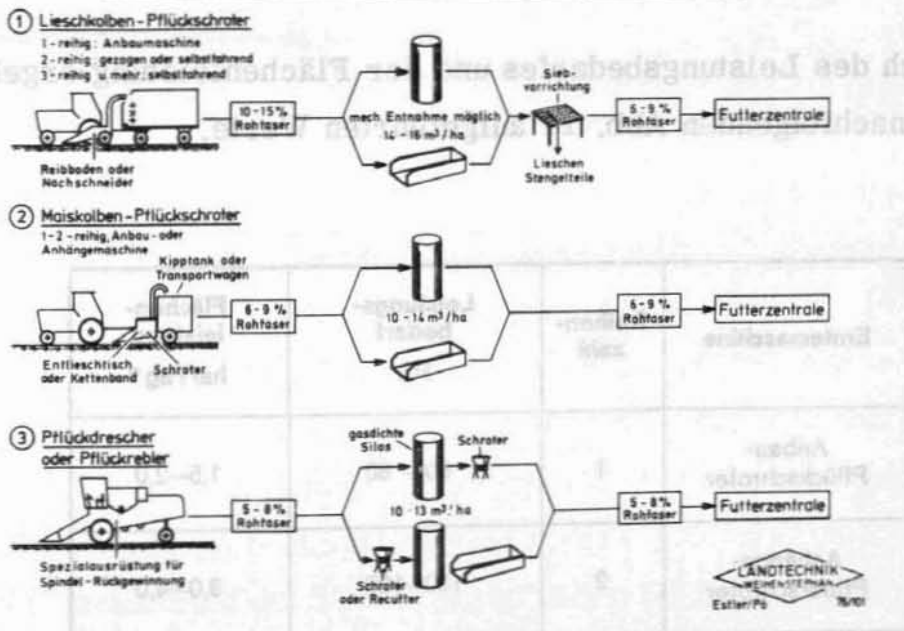


Abb. 9: Überblick über die verschiedenen Ernteverfahren

Ein Vergleich der Erntemengen und des Siloraumbedarfes läßt erkennen, daß für Maiskolbenschrot und Korn-Spindel-Gemisch übereinstimmend mit einer Erntemenge von ca. 90 bis 110 dt/ha gerechnet werden kann. Der Siloraumbedarf liegt bei 10 bis 14 m³/ha.

| Erntemaschine | Erntegut | Erntemenge dt/ha | Siloraumbedarf m ³ /ha |
|----------------------------------|---------------------|------------------|-----------------------------------|
| Lieschkolben-Pflückschroter | Lieschkolbenschrot | 110–150 | 14–16 |
| Maiskolben-Pflückschroter | Maiskolbenschrot | 90–110 | 10–14 |
| Pflückdrescher bzw. Pflückrebler | Korn-Spindelgemisch | 90–100 | 10–13 |
| Exakt-Feldhäcksler | Silomais | 500–600 | 63–75 |

Abb. 10: Erntemengen und Siloraumbedarf bei verschiedenen Erntegütern

Hinsichtlich des Leistungsbedarfes und der Flächenleistung ergeben sich die in der nachfolgenden Abb. 11 aufgeführten Werte.

| Erntemaschine | Reihen- zahl | Leistungs- bedarf PS | Flächen- leistung ha/Tag* |
|-----------------------------------|-----------------|----------------------------|---------------------------------|
| Anbau-Pflückschroter | 1 | 60– 80 | 1,5–2,0 |
| Anhänge-Pflückschroter | 2 | 100–120 | 3,0–4,0 |
| Pflückdrescher (dazu Schroter) | 4 | 100–150 (60–100) | 5,5–6,0 |

* 8 Stunden pro Tag.

Abb. 11: Leistungsbedarf und Flächenleistung der verschiedenen Verfahren

Voraussetzung für den Einsatz der geschilderten Technik ist, daß die Körner druschreif sind, d. h. einen Wassergehalt unterhalb von 45% aufweisen. Dies bedingt, daß Sorten verwendet werden, die auch unter weniger günstigen Wachstumsbedingungen mit Sicherheit das Erreichen der Druschreife gewährleisten. Die Verfahren sind deshalb für den Einsatz in ausgesprochenen Grenzlagen des Körnermaisbaues nur bedingt geeignet. Die Maiszüchtung bietet jedoch in neuerer Zeit eine Vielzahl frühreifer und ertragreicher Sorten an. Sortenwahl, Anbau- und Erntetechnik müssen daher sorgfältig aufeinander abgestimmt werden, wenn auch bei der Ernte von Kolbenschrot und Korn-Spindel-Gemisch eine verlustarme und problemlose Ernte gewährleistet sein soll.

Ökonomische Beurteilung der Körnermais-Ernteverfahren¹⁾

von Prof. Dr. Hugo Steinhauser, Inhaber des Lehrstuhls für Wirtschaftslehre des Landbaues, Freising-Weihenstephan und Dipl.-Ing. agr. Hermann Kraxner

1 Verfahren für die Ernte und Konservierung von Körnermais

Zur Verbesserung der Wettbewerbskraft des Körnermaises wurde in den letzten Jahren neben intensiven züchterischen und pflanzenbaulichen Bemühungen eine Reihe neuer Ernte- und Konservierungsverfahren erarbeitet (Darst. 1). Im einzelnen sind die Entwicklungen im technischen Bereich darauf ausgerichtet, das Ernterisiko im Körnermaishausbau zu vermindern und die Ernteverluste weitgehend zu reduzieren.

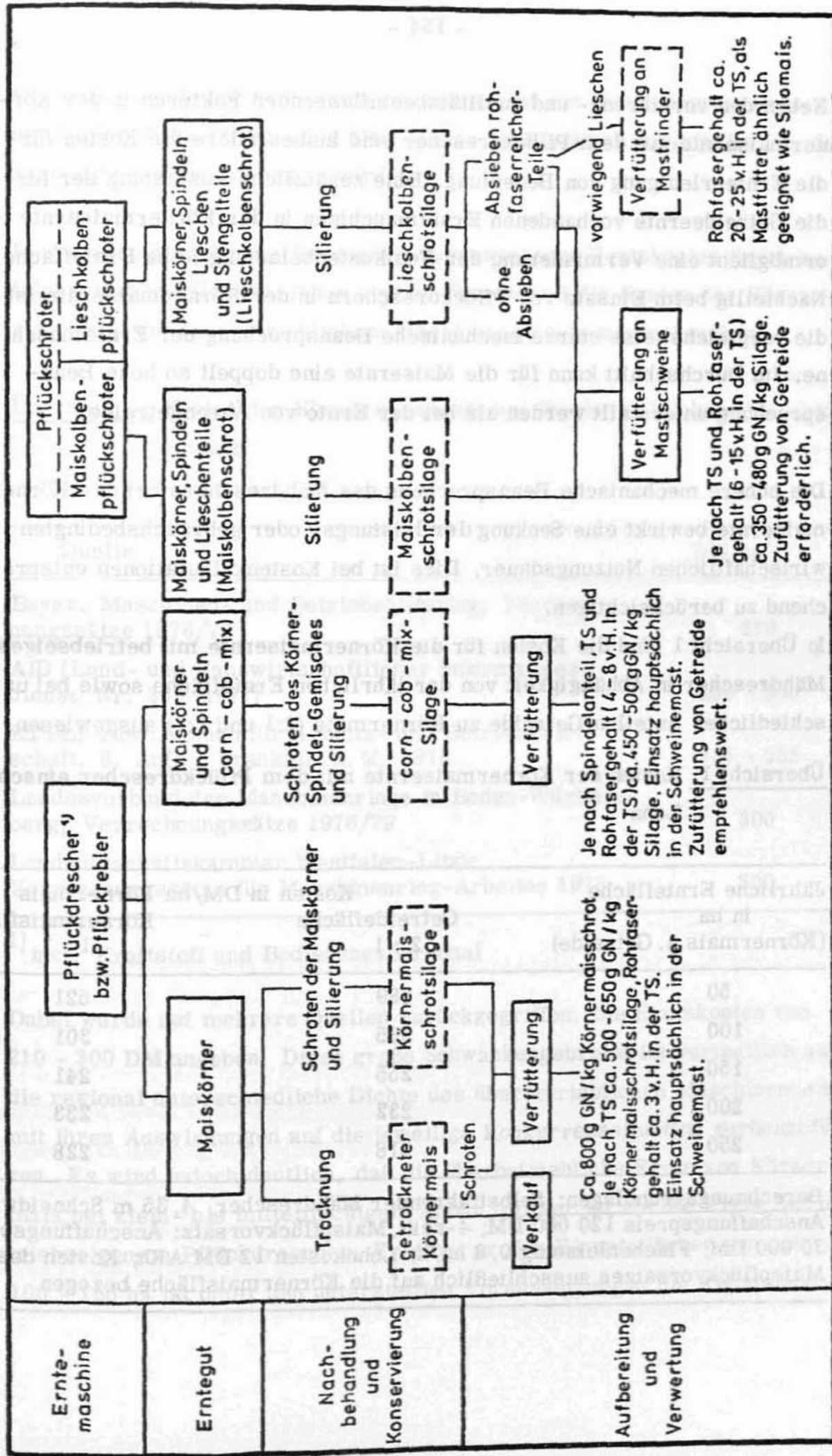
1.1 Körner

1.1.1 Ernte mit Pflückdrescher

Die wichtigste Maschine zur Ernte reiner Maiskörner ist der Mähdrescher mit Pflückvorsatz. Mit ihm werden z. Z. rd. 90 v. H. der Körnermaisflächen geerntet. Zur Erzielung einer weitgehend störungsfreien und verlustarmen Ernte mit dem Pflückdrescher ist ein Trockensubstanzgehalt im Maiskorn von mindestens 55 - 60 v. H. notwendig. Unter normalen Erntebedingungen lassen sich mit dem Pflückdrescher bei 3 m Arbeitsbreite (4-reihiger Pflückvorsatz) je nach Fahrgeschwindigkeit, Schlaggröße und Kornübergabeverfahren Flächenleistungen von 0,7 - 1,5 ha/h erzielen. Im Hinblick auf die Steigerung der Flächenleistung sowie der Arbeitsqualität wurden in den letzten Jahren durch Verbesserungen im technischen Bereich (Steuerungstechnik, Einbau großflächiger Schüttler- und Siebelemente u. a.) beachtliche Fortschritte erzielt.

¹⁾ Eine erweiterte Fassung dieses Beitrages erscheint im Bayerischen Landwirtschaftlichen Jahrbuch

ERNTE-, KONSERVIERUNGS- UND VERWERTUNGSVERFAHREN FÜR KÖRNERMAIS



¹⁾ In Einzelfällen auch Mähdreher mit Mähvorsatz

Neben den verfahrens- und qualitätsbeeinflussenden Faktoren in der Körnermaisernte mit dem Pflückdrescher sind insbesondere die Kosten für die Ernterledigung von Bedeutung. Eine zusätzliche Auslastung der für die Getreideernte vorhandenen Erntemaschinen in der Körnermaisernte ermöglicht eine Verminderung der Festkostenbelastung je ha Erntefläche. Nachteilig beim Einsatz von Pflückdreschern in der Körnermaisernte ist die vergleichsweise starke mechanische Beanspruchung der Erntemaschine. Im Durchschnitt kann für die Maisernte eine doppelt so hohe Beanspruchung unterstellt werden als bei der Ernte von Ährengetreide.

Die höhere mechanische Beanspruchung des Mähdreschers bei der Körnermaisernte bewirkt eine Senkung der leistungs- oder gebrauchsbewingten wirtschaftlichen Nutzungsdauer. Dies ist bei Kostenkalkulationen entsprechend zu berücksichtigen.

In Übersicht 1 sind die Kosten für die Körnermaisernte mit betriebseigenem Mähdrescher in Abhängigkeit von der jährlichen Erntefläche sowie bei unterschiedlichen Anteilen Getreide zu Körnermais (2:1 und 1:1) ausgewiesen.

Übersicht 1: Kosten der Körnermaisernte mit dem Pflückdrescher einschl. Lohn

| Jährliche Erntefläche in ha (Körnermais u. Getreide) | Kosten in DM/ha Körnermais | |
|--|----------------------------|---------------------------|
| | Getreidefläche 2 : 1 | Körnermaisfläche 1 : 1 |
| 50 | 589 | 521 |
| 100 | 335 | 301 |
| 150 | 255 | 241 |
| 200 | 232 | 233 |
| 250 | 218 | 228 |

Berechnungsgrundlagen: Selbstfahrender Mähdrescher, 4,35 m Schneidwerk; Anschaffungspreis 120 000 DM; 4-reih. Maispflückvorsatz: Anschaffungspreis 30 000 DM; Flächenleistung 0,8 ha/h; Lohnkosten 12 DM AKh; Kosten des Maispflückvorsatzes ausschließlich auf die Körnermaisfläche bezogen

Die Daten in Übersicht 1 lassen erkennen, daß die Kostendegression bei zunehmender Einsatzfläche bis etwa 150 ha relativ stark ausgeprägt ist, danach aber deutlich geringer wird.

Im Vergleich zu den in Übersicht 1 ausgewiesenen Erntekosten durch betriebseigenen Pflückdrescher sind in Übersicht 2 die Kosten der Körnermaisernte bei überbetrieblichem Maschineneinsatz wiedergegeben.

Übersicht 2: Kosten der Körnermaisernte bei überbetrieblichem Maschineneinsatz

| Quelle | DM/ha ¹⁾ |
|--|---------------------|
| Bayer. Maschinen- und Betriebshilfsring, Verrechnungssätze 1978/79 | 210 |
| AID (Land- und Hauswirtschaftlicher Informationsdienst) Nr. 368 (1977) | 230 - 280 |
| KTBL: Taschenbuch für Arbeits- und Betriebswirtschaft. 8. Aufl., Frankfurt a. M. 1976 | 225 - 265 |
| Landesverband der Maschinenringe in Baden-Württemberg, Verrechnungssätze 1978/79 | 300 |
| Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Verrechnungssätze für Maschinenring-Arbeiten 1978 | 300 |

¹⁾ incl. Kraftstoff und Bedienungspersonal

Dabei wurde auf mehrere Quellen zurückgegriffen, die Erntekosten von 210 - 300 DM angeben. Diese große Schwankungsbreite ist vermutlich auf die regional unterschiedliche Dichte des überbetrieblichen Maschinennetzes mit ihren Auswirkungen auf die jeweilige Konkurrenzsituation zurückzuführen. Es wird jedoch deutlich, daß die überbetriebliche Ernte von Körnermais bei klein- bis mittelflächigem Anbau billiger ist als die Ernte mit betriebseigenem Pflückdrescher. Erst bei großen Einsatzflächen von etwa 100 - 150 ha ist unter den unterstellten Voraussetzungen die Eigenmechani-

sierung wegen der erzielbaren Kostendegressionen als wirtschaftlicher zu betrachten. Werden diese Flächen nicht erreicht - und dies ist in praxi meist der Fall - so ist genau zu prüfen, ob die höheren Kosten der Eigenmechanisierung durch deren in der Regel sehr subjektive Vorteile, wie Unabhängigkeit oder Dispositivfreiheit, ausgeglichen werden können.

1.1.2 Ernte mit Pflückrebler

Die starke Beanspruchung des Pflückdreschers in der Körnermaisernte und der allgemeine Trend zum mehrbetrieblichen Maschineneinsatz lassen die Verwendung von Spezialmaschinen (Pflückrebler) in der Maisernte zunehmend an Interesse gewinnen. Vorteilhaft für die Verwendung des Pflückreblers zur Körnermaisernte sind vor allem die schonende Entkörnung bei Gewinnung von Verkaufsware, der Wegfall zeitraubender und teurer Umbaumaßnahmen von Getreide- auf Maisdrusch und die vergleichsweise hohe Ernteleistung.

Außerdem ist die Ernte mit dem Pflückrebler noch bei höheren Feuchtegehalten - im Extremfall bis 50 v. H. - möglich. Nachteilig wirken sich dagegen der vergleichsweise hohe Anschaffungspreis (rd. 150 000 DM) und die ausschließliche Verwendbarkeit in der Maisernte aus.

Langfristig gesehen dürften deshalb die Kosten für die Ernte von Körnermais mit dem Pflückrebler über denen des Pflückdreschers liegen.

1.1.3 Konservierung

Körnermais im erntefeuchten Zustand besitzt je nach Sorte und Erntezeitpunkt einen Feuchtegehalt von 30 - 45 v. H. und ist somit ohne zusätzliche Konservierungsmaßnahmen nicht lagerfähig. Zur Konservierung des Feuchtmaises steht eine Reihe von Konservierungsverfahren zur Auswahl (Trocknung, Silierung u. a.). Aufgrund der sehr begrenzten Lagerfähigkeit des feuchten Maiskornes ist darauf zu achten, daß die Kapazität der Konser-

vierungseinrichtung auf die Leistungsfähigkeit der Erntemaschine abgestimmt wird.

Der weitaus überwiegende Teil der feuchten Maiskörner wird derzeit getrocknet. Als Folge der erhöhten Energiepreise während der letzten Jahre sind die Kosten für die Trocknung erheblich angestiegen. So bewirkte die Verteuerung je 1 Heizöl um etwa 15 Pfg. einen Anstieg der Trocknungskosten um rund 1 DM je dt trockener Ware. Derzeit betragen die Trocknungskosten bei Reduzierung des Wassergehaltes von 40 auf 14 v. H. in Lohn-trocknungsanlagen ca. 5 - 7 DM/dt und in eigenen Trocknungsanlagen 3 - 6 DM/dt trockener Ware. Neuere Trocknungssysteme mit speziellen Einrichtungen bieten die Möglichkeit, bis zu 20 - 30 v. H. der Energie einzusparen (z. B. durch Wiederverwendung der noch nicht voll wassergesättigten Trocknungsluft).

Wird Körnermais im eigenen Betrieb verfüttert, so können die feuchten Maiskörner siliert werden. Hierbei wird das Erntegut in der Regel vor dem Einlagern in herkömmliche Hoch- und Flachsilos geschrotet. Für die Konservierung ist entsprechend dem Raumgewicht für Körnermaisschrot von 9 - 10 dt/m³ bei mittlerer Ertragslage ein Siloraumbedarf von 8 - 9 m³/ha erforderlich.

Die Entnahme der Silage (Körnermaisschrotsilage) kann wahlweise von Hand oder mittels Entnahmefräsen erfolgen.

Die Konservierung des feuchten Erntegutes mit Propionsäure kommt z. Z., bedingt durch die hohen Säurekosten, nur in Einzelfällen zur Anwendung. Dieses Verfahren erfordert zwar die geringsten Investitionen, verursacht aber die höchsten variablen Kosten. Die Konservierung von Maiskörnern durch Kühlung bzw. Lagerung in luftdichten Behältern hat gegenwärtig praktisch keine Bedeutung.

1.2 Korn-Spindel-Gemisch

1.2.1 Ernte mit Pflückdrescher und Pflückrebler

Das Prinzip der Korn-Spindel-Gewinnung besteht darin, daß neben den Maiskörnern ein bestimmbarer Anteil von Spindeln als Erntegut geborgen wird.

Die Ernte des Korn-Spindel-Gemisches erfolgt z. Z. überwiegend mit dem für den Maiskörnerdrusch ausgerüsteten Pflückdrescher. Hierbei müssen einige Abänderungen an der Maschine (höhere Trommeldrehzahl, spezielle Siebeinrichtungen u. a.) vorgenommen werden. In gleicher Weise wie für die Körnerernte eignet sich für die Korn-Spindel-Ernte auch der Pflückrebler, wobei für den Einsatz die unter Punkt 1.1 genannten Kriterien gelten. Die Ernteleistungen und Erntekosten bei der Korn-Spindel-Ernte dürften sich kaum von denjenigen der Körnerernte unterscheiden.

Im Gegensatz zu den USA fand in der BR Deutschland die Ernte von Korn-Spindel-Gemisch bislang nur eine verhältnismäßig geringe Verbreitung. Die wichtigsten Gründe dafür dürften die relativ starke Beanspruchung des Pflückdreschers für das Zerschlagen der Spindeln und der vergleichsweise hohe Energiebedarf für die Zerkleinerung des Erntegutes bei der Einlagerung sein.

Der Vorteil der Korn-Spindel-Gewinnung besteht vor allem darin, daß durch das Miternten der Maisspindeln in der Regel eine frühere Ernte (niedriger TS-Gehalt) möglich ist, die Ernteverluste vermindert werden und die technologische Struktur des Erntegutes verbessert wird.

Darüber hinaus wird durch das Miternten der Maisspindeln der Nährstoff-ertrag je Flächeneinheit erhöht und der Rohfasergehalt des Erntegutes (ca. 6 v. H. in der TS) den verdauungsphysiologischen Anforderungen der Mast-schweine besser angepaßt.

1.2.2 Konservierung

Für die Konservierung von Korn-Spindel-Gemischen bieten sich mehrere Möglichkeiten an. Die gebräuchlichsten Verfahren sind die luftdichte Lagerung und die Silierung in herkömmliche Hoch- oder Flachsilos. Bei der luftdichten Lagerung wird das Erntegut ohne Nachbehandlung in luftdichte Silobehälter eingelagert und erst bei der Entnahme aus dem Silo zerkleinert. Dadurch ist eine hohe Schlagkraft bei der Ernte zu erreichen. Korn-Spindel-Gemisch kann im Gegensatz zu Maiskörnern aufgrund der besseren technologischen Eigenschaften (Rieselfähigkeit) auch bei niedrigem TS-Gehalt luftdicht gelagert werden. Die Entnahme erfolgt fast ausschließlich mit speziellen Untenentnahmefräsen.

Die Silierung in konventionellen Behältern bietet eine Möglichkeit, vorhandene Silokapazitäten zu nutzen. Bei diesem Verfahren wird das Korn-Spindel-Gemisch vor dem Einlagern mittels Schroter (Mühlen, Recutter) entsprechend zerkleinert.

Der Siloraumbedarf für die Konservierung von Korn-Spindel-Gemisch beträgt bei Lagerung in luftdichten Behältern im Mittel $11 - 13 \text{ m}^3/\text{ha}$. Wird Korn-Spindel-Gemisch vor der Konservierung geschrotet, so verringert sich der Siloraumbedarf infolge dichter Lagerung um 10 - 12 v. H. Gegenüber der Konservierung von Körnermaisschrot beträgt der Mehrbedarf an Siloraum für Korn-Spindel-Gemisch (geschrotet) je nach Spindelanteil und TS-Gehalt 20 bis 35 v. H.

1.3 Kolbenschrot

1.3.1 Ernte mit Pflückschroter

Ein relativ neues Ernteverfahren steht den Landwirten mit der Entwicklung des Pflückschroters zur Verfügung. Die Pflückschroter lassen sich nach der Arbeitsweise in Lieschkoblenpflückschroter einerseits und Maiskolbenpflückschroter andererseits unterteilen. Letztere besitzen zwischen Pflückaggregat und Schroter eine Entlieschvorrichtung. Sie gestattet es, bereits

während der Ernte einen Großteil der Lieschen auf dem Feld abzutrennen. Der Maiskolbenpflückschroter liefert damit ein Erntegut bestehend aus Körnern, Spindeln und maximal 10 v. H. Lieschen und Restpflanzenteilen.

Von den beiden Ernteaggregaten hat der Lieschkolbenpflückschroter bislang die größere Bedeutung erlangt. Mit ihm werden neben den ganzen Kolben (Körnern und Spindeln) mehr oder weniger große Anteile an Lieschen und Teile der Restpflanze mitgeerntet. Die Basismaschine für die Lieschkolbenschroternte ist der konventionelle Exaktfeldhäcksler, der anstelle des für die Silomaisernte verwendeten Mais-Mähvorsatzes einen mit Pflückschienen ausgerüsteten Pflückvorsatz mit nachfolgender Zerkleinerungseinrichtung besitzt. Nach dem Pflückvorgang wird der Lieschkolben je nach technischer Ausführung des Schroters mittels einer Vielmessertrommel oder Messerscheibe und einem Reibsystem im Häckslergehäuse zerkleinert. Im Gegensatz zu entsprechenden amerikanischen Maschinen mit Recutter bleiben die Lieschen nahezu unzerkleinert erhalten.

Als Erntemaschinen werden z. Z. ein- bis zweireihige Anbau- oder Anhängemaschinen sowie vierreihige auf der Basis selbstfahrender Feldhäcksler angeboten. Letztere kommen vor allem für den überbetrieblichen Einsatz in Frage und können zur besseren Auslastung auch in der Grünfutter- und Silomaisernte eingesetzt werden.

Die Flächenleistungen der ein- bis zweireihigen Pflückschroter von 0,25 bis 0,5 ha/h sind vergleichsweise gering und unter anderem vom Ernteverfahren (absätziges Verfahren oder Umhängeverfahren) abhängig. Mit vierreihigen Pflückschrotern im Umhänge- oder Parallelverfahren lassen sich Ernteleistungen erreichen, die in etwa den Leistungen eines Pflückdreschers entsprechen.

Da das Verfahren Lieschkolbenschrotsilage erst allmählich Eingang in die Praxis findet, liegen über Erntekosten mit mehrreihigen, selbstfahrenden

Feldhäckslern kaum Erfahrungen vor. Ausgehend von einer durchschnittlichen Kampagneleistung (60 ha Futterbau, 60 ha Silomais, 60 ha Körnermais) dürften die Erntekosten für die Lieschkolbenschroternte unter Berücksichtigung der erforderlichen Zusatzausrüstung (Pflückvorsatz, Vielmessertrommel etc.) 260 bis 280 DM pro ha betragen. Die Verrechnungssätze der Lohnunternehmer für die Ernte von Lieschkolbenschrot würden somit zwischen den Kosten für Pflückdrusch und den Kosten für die Silomaisernte liegen.

1.3.2 Konservierung und Aufbereitung

Lieschkolbenschrot weist je nach Sorte, Erntezeitpunkt, Maschineneinstellung und Fahrgeschwindigkeit einen Rohfasergehalt von 10 - 15 v. H. in der TS auf. Es wird ohne weitere Nachbehandlung in herkömmliche Silos eingelagert und weist bei guter Siliertechnik (rasche Befüllung, Dichtlagerung, sachgemäße Entnahme) sehr gute Siliereigenschaften auf. Für die Silierung eignen sich Hoch- und Flachsilos gleichermaßen.

Lieschkolbenschrot besitzt durch die Spindeln, Lieschen- und Restpflanzenanteile ein vergleichsweise niedriges Raumgewicht von 7 - 8 dt/m³. Demzufolge ist bei mittlerer Ertragslage (130 dt Lieschkolbenschrot, 55 v. H. TS) je ha Körnermais ein Siloraumbedarf von 16 - 18 m³ erforderlich.

Die Entnahme der Silage erfolgt in der Regel mittels Silofräsen. Zur Verminderung des Rohfasergehaltes des Erntegutes und zur Gewährleistung einer vollständigen Futteraufnahme ist bei der Verfütterung an Mastschweine nach der Silierung ein Absieben rohfaserreicher Pflanzenteile (vorwiegend Lieschen) mittels Siebtisch oder Siebtrommel erforderlich. Dadurch wird der Rohfasergehalt der Lieschkolbenschrotsilage auf etwa 8 v. H. in der TS vermindert, wodurch das Futtermittel für den Einsatz in der Schweinemast gut geeignet ist. Die Siebrückstände werden in der Regel in der

- Rinderfütterung eingesetzt.

2 Verwertung von Körnermais in der Schweinemast

Mit Ausnahme von getrocknetem Körnermais werden die mit verschiedenen Ernteaggregaten gewonnenen Ernteprodukte fast ausschließlich in der Schweinemast eingesetzt. Für eine ökonomische Beurteilung der wichtigsten Ernteverfahren ist daher ein Vergleich der Ernteprodukte beim Einsatz in der Schweinemast erforderlich.

Zur Bestimmung der relativen Wettbewerbskraft sind zunächst die jeweils erzielbaren Erträge und der Nährstoffgehalt der einzelnen Ernteprodukte von grundsätzlicher Bedeutung.

In Übersicht 3 sind die aus entsprechenden Versuchen festgestellten Erträge und Ertragsrelationen für verschiedene Körnermaisprodukte aufgeführt.

Ausgehend von mittleren Standorten für Körnermaisbau, die einen nachhaltigen Ertrag von rd. 83 dt/ha Feuchtmais mit einem durchschnittlichen TS-Gehalt von 60 v. H. bzw. einen Ertrag von 58,1 dt/ha trockener Ware mit einem TS-Gehalt von 86 v. H. ermöglichen, lassen sich rd. 107 dt/ha Korn-Spindel-Gemisch und 137 dt/ha Lieschkolbenschrot erzielen.

Durch die Miternte von 80 - 90 v. H. der Maisspindeln (TS-Gehalt 35 - 40 v. H.) liegt der TS-Gehalt von Korn-Spindel-Gemisch in der Regel um 4 - 5 v. H. unter dem von Feuchtmais. Demgegenüber erhöht sich der Rohfasergehalt im Erntegut auf 6 - 7 v. H. in der TS.

Lieschkolbenschrot enthält im Gegensatz zu Korn-Spindel-Gemisch neben den Körnern und Spindeln einen Großteil der Lieschen sowie geringe Anteile der Restpflanze (Blatt- und Stengelteile). Durch den vergleichsweise hohen Wassergehalt der Maisspindeln, Lieschen und Restpflanzenteile liegt der TS-Gehalt von Lieschkolbenschrot um etwa 7 - 9 v. H. unter dem von Feuchtmais.

Übersicht 3: Erträge, Absieb- und Konservierungsverluste verschiedener Körnermaisprodukte

| Ernte | Körnermais trocken | Körnermais feucht | Korn-Spindel-Gemisch | Lieschkolben-schrot |
|---|--------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------|
| Bruttoertrag in dt/ha | 58,1 | 83,3 | 107,4 | 137,4 |
| TS-Gehalt in v. H. | 86 | 60 | 54,5 | 52 |
| TS-Ertrag relativ | 70 | 70 | 82 | 100 |
| Konservierung | Körnermaisschrot | Körnermaisschrot-silage | corn-cob-mix-Silage | Lieschkolben-schrotsilage |
| Verluste in v. H. des Ausgangsmaterials | | | | |
| Siliverluste | - | 6,0 | 7,0 | 7,5 |
| Absiebverluste | - | - | - | 15,1 |
| Lagerverluste | 1,0 | - | - | - |
| Verfütterung | | | | |
| Nettoertrag in dt/ha | 57,5 | 78,3 | 99,9 | 107,8 |
| Rohfasergehalt in der TS in v. H. | 2,7 | 2,7 | 6,3 | 8,0 |
| GN/kg TS | 871 | 875 | 856 | 815 ¹⁾ |
| Nettoertrag in kg GN/ha | 4310 | 4110 | 4660 | 4725 |

1) TS-Gehalt nach dem Absieben 53,8 v. H.

Der Rohfasergehalt in der TS von Lieschkolbenschrot beträgt dagegen je nach Sorte, Erntezeitpunkt, Maschineneinstellung und Fahrgeschwindigkeit der Erntemaschinen ca. 10 - 15 v. H. und liegt damit deutlich über dem der sonstigen aufgeführten Körnermaisprodukte.

Ausgehend von den genannten Werten ergeben sich unter Berücksichtigung der Konservierungsverluste sowie der abgesiebten rohfaserreichen Pflanzenteile die ebenfalls in Übersicht 3 ausgewiesenen Nettoerträge.

Bei Beurteilung dieser Ergebnisse ist jedoch zu berücksichtigen, daß mit der Einbeziehung rohfaserreicher Pflanzenteile in das Erntegut sowohl bei corn-cob-mix als auch bei Lieschkolbenschrot eine Verringerung der Nährstoffkonzentration verbunden ist.

Zur Prüfung der Wirtschaftlichkeit von corn-cob-mix- und Lieschkolbenschrotsilage im Vergleich zu Körnermaisschrot wurden im Verlauf der letzten Jahre im Teilbetrieb Viehhausen, der Versuchsstation für landwirtschaftliche Betriebslehre in Weihenstephan, umfangreiche Fütterungsversuche durchgeführt.

Erste Untersuchungen zur Mast mit Lieschkolbenschrotsilage zeigten im Vergleich zu traditionellen Mastverfahren (Körnermaisschrot, Körnermaisschrotsilage), daß Lieschkolbenschrotsilage (Rohfasergehalt in der TS ca. 8 v. H.) als alleiniger Energieträger nicht ausreicht, um befriedigende Mastleistungen zu erzielen.

In weiteren Mastversuchen wurde deshalb die Futtermischung durch Getreide ergänzt, um auf diese Weise die Energiekonzentration zu erhöhen.

Insgesamt stellte sich heraus, daß bei der Mast mit Lieschkolbenschrotsilage zur Erzielung annähernd gleicher Zuwachsraten wie bei herkömmlichen Mastverfahren auf Körnermaisschrotbasis neben optimaler Eiweißversorgung die

in Übersicht 4 aufgeführten Getreidegaben erforderlich sind.

Übersicht 4: Produktionstechnische Daten bei der Mast mit verschiedenen Körnermaisprodukten

| Bezeichnung | Mast mit | | | |
|--|-----------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| | Körnermais- schrot | Körnermais- schrotsilage | corn-cob- mix-Silage | Lieschkolben- schrotsilage |
| Futterzuteilung | | | | |
| Körnermaisschrot bzw. Silage | nach Rationsliste | | | |
| Eiweißkonzentrat in g/Tier/Tag | 300 | 300 | 300 | 300 |
| Getreide in g/Tier/Tag | | | | |
| 25-55 kg Lebendmasse | - ¹⁾ | - ¹⁾ | 450 ²⁾ | 450 ²⁾ |
| 55-100 kg Lebendmasse | 450 ¹⁾ | 450 ¹⁾ | 450 ²⁾ | 700 ²⁾ |
| Mastleistung | | | | |
| durchschnittliche täg- liche Zunahmen in g | 625 | 625 | 625 | 620 |
| Umtriebe pro Jahr, Mastplatzausnützung 90 v. H. | 2,74 | 2,74 | 2,74 | 2,72 |
| Futtermittelverbrauch in kg pro Mastschwein | | | | |
| Körnermaisschrot | 189 | | | |
| Silage | | 269 | 255 | 246 |
| Eiweißkonzentrat | 33,4 | 33,4 | 33,4 | 33,7 |
| Hafer | 27 | 27 | | |
| Weizen | | | 50 | 66 |
| 1) Haferschrot | 2) Weizenschrot | | | |

Bei der Mast mit corn-cob-mix-Silage erwies es sich ebenfalls als sinnvoll, rd. 450 g Weizen während der ganzen Mast (Mastabschnitt 25 - 100 kg LM) zuzufüttern.

Für eine vergleichende ökonomische Beurteilung der wichtigsten Schweinemastverfahren auf Körnermaisbasis, nämlich Mast mit trockenem Körnermaisschrot, Körnermaisschrotsilage, corn-cob-mix- und Lieschkolbenschrotsilage, ist grundsätzlich eine genaue Kenntnis der einzelbetrieblichen Gegebenheiten und der Berechnungsgrundlagen erforderlich.

In der folgenden Kalkulation wird für einen Vergleich der relativen Wettbewerbskraft der konkurrierenden Mastverfahren davon ausgegangen, daß Stallgebäude und Familienarbeitskräfte vorhanden sind. Demgegenüber ist angenommen, daß geeignete Gärfutterbehälter, Lagermöglichkeiten für Körnermaisschrot sowie Maschinen und Geräte für die Silobeschickung, Entnahme und Aufbereitung neu angeschafft werden müssen. Für die Ernte sowie für die Bereitstellung von Transportwagen werden die Verrechnungssätze von Lohnunternehmern angesetzt.

Unter diesen Voraussetzungen ergeben sich für die Erzeugung und Aufbereitung der untersuchten Körnermaisprodukte die in Übersicht 5 ausgewiesenen Spezialkosten. Aufgrund der unterschiedlichen Erträge und Konservierungsverluste (vgl. Übersicht 3) verschiedener Körnermaisprodukte ist es notwendig, die entstehenden Spezialkosten auf die jeweils erzielbaren Nettoerträge (vgl. Übersicht 5) zu beziehen. Im einzelnen ergeben sich somit Kosten je nach Verfahren von rd. 24 DM/dt bei Körnermaisschrot, 16 DM/dt bei Körnermaisschrotsilage und rd. 13,5 DM/dt für corn-cob-mix- und Lieschkolbenschrotsilage.

Nach Abzug der Spezialkosten für die Erzeugung und Konservierung der Körnermaisprodukte (Übersicht 5 und 6) sowie der Kosten für Ferkel, Wasser, Strom, Stallgeräte, Tierhygiene, Tierverluste, Futter (Eiweißkonzentrationen)

trat, Getreide) und Zinsanspruch für Umlaufvermögen von den proportionalen Marktleistungen verbleiben die in Übersicht 6 ausgewiesenen Deckungsbeiträge von 88 bis 97 DM/Mastschwein.

Übersicht 5: Spezialkosten für die Erzeugung und Aufbereitung wirtschaftseigener Körnermaisprodukte (300 Mastplätze)

| Bezeichnung | Einheit | Körnermaischrot, Lohntrocknung | Körnermaischrotsilage | corn-cob-mix-Silage | Lieschkolbenschrotsilage |
|---|--------------|--------------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| Spezialkosten | | | | | |
| Anbau und Pflege ¹⁾ | DM/ha | 699 | 699 | 699 | 699 |
| Ernte und Einlagerung ²⁾ | DM/ha | 611 | 409 | 475 | 540 |
| Entnahme und Aufbereitung ³⁾ | DM/ha | 33 | 98 | 133 | 173 |
| Zinsanspruch | DM/ha | 59 | 50 | 51 | 52 |
| Spezialkosten insg. | DM/ha | 1 402 | 1 256 | 1 358 | 1 464 |
| Spezialkosten für Körnermaisschrot bzw. Silage (netto) | DM/dt | 24,36 | 16,04 | 13,59 | 13,57 |

- 1) Kosten für Saatgut, Handelsdünger, Pflanzenschutz, Hagelversicherung und Maschinen
- 2) Kosten für Ernte, Trocknung, Schroten, Silobeschickung, Silo, Maschinen und Geräte
- 3) Kosten für Maschinen und Geräte

Hierbei ist jedoch zu beachten, daß die jeweiligen Mastverfahren unterschiedliche Faktoransprüche stellen, die sich je nach den Gegebenheiten des Einzelbetriebes auf die Wettbewerbskraft der Verfahren auswirken.

Entsprechend der unterschiedlichen Nährstofferrträge (netto) in den verschiedenen Verfahren (vgl. Übersicht 3) und der notwendigen Energieergänzung über Getreide beansprucht ein Mastschwein bei der Mast mit Körnermaisschrot, Körnermaisschrotsilage und corn-cob-mix-Silage eine größere Maisfläche als bei der Mast mit Lieschkolbenschrotsilage. Für einen korrekten Wettbewerbsvergleich ist es daher notwendig, den Mehrbedarf an Maisfläche durch Ansatz von Nutzungskosten zu berücksichtigen. Im vorliegenden Fall wird davon ausgegangen, daß die für die Schweinemast nicht benötigte Ackerfläche über Körnermais-Verkaufsfruchtbau einen Deckungsbeitrag von 1 190 DM/ha liefern würde.

Nach Abzug der Nutzungskosten für die Ackerfläche ergibt sich sodann ein vergleichbarer Deckungsbeitrag pro Mastschwein von 82 DM bei Körnermaisschrot, 83 DM bei Körnermaisschrotsilage, 91 DM bei corn-cob-mix-Silage und 88 DM bei Lieschkolbenschrotsilage.

Wird zusätzlich der unterschiedliche Mastplatzanspruch, der aufgrund der niedrigen durchschnittlichen täglichen Zunahmen beim Mastverfahren Lieschkolbenschrotsilage zustande kommt, in die Berechnung einbezogen, so ergeben sich die ebenfalls in Übersicht 6 ausgewiesenen Deckungsbeiträge je Mastplatz. Für die Mast mit Lieschkolbenschrotsilage ergibt sich demnach eine Stallplatzverwertung von 240 DM. Damit liegt dieser Wert um 12 bis 15 DM über dem der Mast mit Körnermaisschrot bzw. Körnermaisschrotsilage und um ca. 10 DM unter dem des Mastverfahrens mit corn-cob-mix-Silage.

Bei diesem Vergleich sind allerdings die rohfaserreichen Siebrückstände beim Mastverfahren Lieschkolbenschrot, die ca. 15 v. H. der Silage (Bruttoertrag minus Konservierungsverluste) betragen, nicht in die Berechnung einbezogen worden.

Ergänzende Versuche zur Verfütterung der Siebrückstände (vorwiegend Lieschen) an Mastbullen in o. g. Versuchsbetrieb zeigten, daß mit diesem Futter in der Bullenmast bei ausreichender Eiweißversorgung im Mastabschnitt

von 250 - 600 kg Zuwachsleistungen von durchschnittlich 1 100 - 1 200 g pro Tier und Tag zu erreichen sind.

Übersicht 6: Deckungsbeiträge und Faktoransprüche der Mast von Schweinen mit verschiedenen Körnermaisprodukten

| Bezeichnung | Körnermais- schrot | Körnermais- schrotsilage | corn-cob- mix-Silage | Lieschkolben- schrotsilage |
|---|-----------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Proportionale Marktleistungen in DM | | | | |
| Mastschwein (100 kg LM, 3, 20 DM/kg Ioco-Hof inkl. MWSt) | 320 | 320 | 320 | 320 |
| Spezialkosten in DM | | | | |
| flächengebunden ¹⁾ | 46 | 43 | 35 | 33 |
| tiergebunden ²⁾ | 180 | 180 | 191 | 199 |
| Spezialkosten insg. in DM | 226 | 223 | 226 | 232 |
| Deckungsbeitrag in DM pro Mastschwein | 94 | 97 | 94 | 88 |
| Faktoransprüche | | | | |
| Mastplatz in St. | 0,36 | 0,36 | 0,36 | 0,37 |
| Arbeit in AKh ³⁾ | 0,65 | 0,77 | 0,71 | 0,67 |
| Ackerfläche in a ⁴⁾ | 3,28 | 3,44 | 2,55 | 2,28 |
| Deckungsbeitrag in DM pro Mastschwein unter Berücksichtigung der Nutzungskosten⁵⁾ | 82 | 83 | 91 | 88 |
| Deckungsbeitrag in DM pro Mastplatz | 225 | 228 | 250 | 240 |

1) Erzeugung, Konservierung und Aufbereitung von Körnermaisprodukten; vgl. Übersicht 4 u. 5

2) Ferkel, Wasser, Strom, Stallgeräte, Tierhygiene, Tierverluste, Eiweißkonzentrat, Futtergetreide (Hafer- und Weizenschrot), Zinsanspruch für Umlaufvermögen

3) Flüssigfütterung, Teilspaltenboden ⁴⁾ vgl. auch Übersicht 3 und 4

5) Entgangener Nutzen durch Mehrbedarf an Ackerfläche 1 190 DM/ha

Ausgehend von den derzeitigen Preis-Kosten-Verhältnissen ergibt sich bei einer Verwertung der Siebrückstände über die Bullenmast der in Übersicht 7 ausgewiesene Deckungsbeitrag je Bulle von rd. 960,- DM.

Übersicht 7: Deckungsbeitrag und Faktoransprüche je Mastbulle bei der Verwertung von Lieschen (vorh. Gebäude, Fam. -AK)

| Bezeichnung | DM insgesamt |
|--|--------------|
| Proportionale Marktleistung | |
| Bulle 600 kg LM, 4, 20 DM/kg Ioco-Hof | 2 520 |
| Proportionale Spezialkosten | |
| Bulle 250 kg LM, 4, 50 DM/kg | 1 125 |
| Sojaschrot (55 DM/dt) | 262 |
| Mineralstoffmischung (77, 5 DM/dt) | 37 |
| Streustroh | 5 |
| Tierarzt, Medikamente, Versicherung | 45 |
| Wasser, Strom, Stallgeräte | 15 |
| Zinsanspruch Umlaufvermögen | 68 |
| Proportionale Spezialkosten insgesamt | 1 557 |
| Deckungsbeitrag | 963 |
| Faktoransprüche | |
| Mastplatz | 0, 87 St. |
| Arbeit | |
| Tierbetreuung | 9, 0 AKh |
| Lieschen | 61, 3 |

Wird dieser zusätzlich erzielbare Deckungsbeitrag zugunsten der Schweinemast mit Lieschkolbenschrotsilage angesetzt, so erhöht sich die Stallplatzverwertung unter der Annahme vorhandener Stallgebäude und Arbeitskräfte bei rund 300 Schweinemastplätzen um ca. 18 - 20 DM auf etwa 260,- DM/Mastplatz.

In Betrieben, die über freie Stallplatz- und Arbeitskapazitäten verfügen, kann damit in Einzelfällen die zusätzliche Verwertung der Siebrückstände in der Rindermast durchaus sinnvoll sein. Dagegen dürfte für spezialisierte Schweinemastbetriebe aus betriebsorganisatorischen Gründen eine zusätzliche Rinderhaltung zur Verwertung der Siebrückstände kaum in Frage kommen.

Mais als Futtergrundlage für die Rinder- und Schweinemast

von ORR. Dr. Gustav Burgstaller, Bayerische Landesanstalt für Tierzucht, Grub

In der Bundesrepublik Deutschland wurden im Jahre 1977 645 386 ha Mais angebaut, die sich laut Statistik auf 100 800 ha Körner- und 545 306 ha Silomais aufteilen. Etwa je die Hälfte davon entfällt auf Bayern.

Neben der guten Selbstverträglichkeit, dem relativ hohen Vorfruchtwert in Getreidefruchtfolgen, der schlagkräftigen Technisierbarkeit und der geringen Arbeitskostenbelastung sind von Seiten der Fütterung folgende besonderen Merkmale des Maises hervorzuheben:

1. Im Nährstofftrag je ha wird Mais nur noch von der Futterrübe erreicht. Bis zu 6 000 kStE (= Kilo-Stärkeeinheiten)/ha aus Körnermais, bis zu 7 000 kStE/ha aus Silomais, jeweils als verfügbare Energie im Futtertrog gerechnet, sind äußerst hohe Flächenleistungen.
2. Die sehr hohe Energiekonzentration je kg Trockensubstanz (= TS) ist ein wesentlicher Vorteil in der leistungsgerechten Mastrinderfütterung.
3. Die Konservierungsfähigkeit der feuchten Maisprodukte ist auf Grund des hohen Gehaltes an vergärbarem Zucker sehr gut.

Alle diese Vorteile des Maises kommen aber nur dann voll zum Tragen, wenn dieses einseitige Energiefutter mit Eiweiß- und vitaminisiertem Mineralfutter voll ergänzt wird.

Der Nährstofftrag ist vom Reifegrad der Maispflanze abhängig. Im Gegensatz zum Gras, bei dem der Zustand der vegetativen Phase für Verdaulichkeit und Nährstoffgehalt maßgebend ist, sind beim Silomais Verdaulichkeit und Energiegehalt von der generativen Phase, also dem Grad der Kornreife bestimmt. Die zunehmende Einlagerung hochverdaulicher

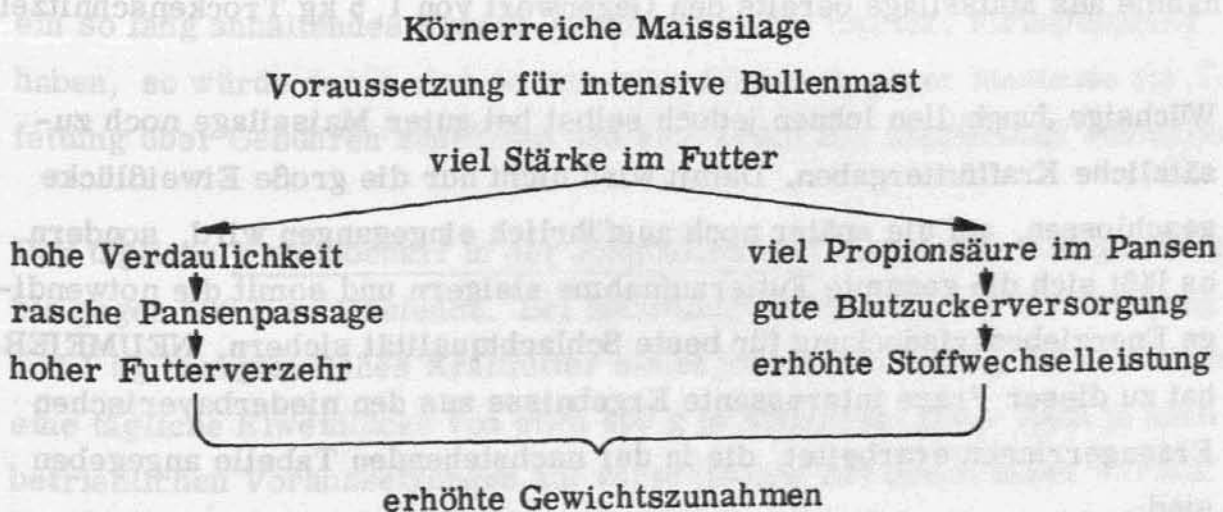
N-freier Extraktstoffe, insbesondere von Stärke, verschiebt die Nährstoffzusammensetzung in der gesamten Maispflanze, so daß der Rohfasergehalt relativ abnimmt und dadurch die Verdaulichkeit ansteigt. Da diese Umlagerung parallel zur Veränderung der Trockensubstanz in der Pflanze erfolgt, läßt sich der Energiegehalt (StE- bzw. GN-Gehalt) aus der Trockensubstanz abschätzen. Für Maissilage in der Rinderfütterung gilt:

$$\text{StE/kg Maissilage} - \text{TS-Gehalt (\%)} \times 6,4 - 10.$$

Das Nährstoffverhältnis (verdaul. Rohprotein : Energiegehalt) wird mit zunehmender Reife weiter, so daß wir in einer teigreifen Maissilage ein Nährstoffverhältnis von etwa 1 : 12 bis 13 vorliegen haben.

Maissilage in der Rindermast

Die ganze Maispflanze mit gutem Kolbenansatz, in der Teigreife (um 30% TS) geerntet, liefert ohne Zweifel das ideale Grundfutter für die intensive Rindermast. Der abnehmende relative Rohfasergehalt mit zunehmender Teigreife und die ausreichende Futterstruktur der exakt gehäckselten Maissilage bedingen für diese Nutzungsrichtung ohne Zufütterung von Rauhfutter noch gute Verdauungsvorgänge in den Vormägen der Jungbullen. Im nachstehenden Schema sind diese Zusammenhänge stark vereinfacht wiedergegeben:



Zunehmender TS-Gehalt der Maissilage, d. h. steigende Verdaulichkeit und ansteigende Nährstoffkonzentration, bedingen erhöhte Verzehrmen- gen durch Jungbullen. Unter schleswig-holsteinischen Verhältnissen hat RUPPERT festgestellt, daß eine TS-Zunahme der Maissilage von 20 auf 25% eine tägliche Mehraufnahme von 0,75 kg TS bei freiem Zugang der Masttiere zur Maissilage bewirkt. Das sind täglich etwa 450 StE mehr, die, nur als Leistungsbedarf berechnet, je nach Gewichtsbereich 250 bis 300 g Mehrzunahmen täglich ermöglichen. Unter bayerischen Voraussetzungen hat STROBL festgestellt, daß im TS-Bereich der Maissilage von 25 auf 31% der TS-Verzehr aus der Maissilage um über $\frac{3}{4}$ kg ansteigt. Damit werden etwa 550 StE mehr verzehrt.

Nicht in allen Gebieten, in denen heute Mais zur Silagegewinnung angebaut wird, erreicht Mais den Zustand der Teigreife. Unzureichende Kolbenausbildung, gekennzeichnet durch niedrigen TS-Gehalt der Silage, kann nicht durch eine Mehraufnahme an Maissilage-TS ausgeglichen werden. Als Anhaltspunkt mag folgende Faustzahl gelten: 1% TS-Veränderung in der Maissilage bringt im TS-Bereich von 20 - 30% eine tägliche Änderung der Nährstoffaufnahme um 90 StE je Jungbulle. Reicht also der Reifegrad nicht aus, so muß für hohe Tageszunahmen entsprechendes Energiefutter (Getreideschrot, Trockenschnitzel u. a.) beigefüttert werden. Im angegebenen TS-Bereich von 20 - 30% beträgt der Unterschied in der täglichen StE-Aufnahme aus Maissilage bereits den Gegenwert von 1,5 kg Trockenschnitzel.

Wüchsige Jungbullen lohnen jedoch selbst bei guter Maissilage noch zusätzliche Krafftuttermgaben. Damit wird nicht nur die große Eiweißlücke geschlossen, auf die später noch ausführlich eingegangen wird, sondern es läßt sich die gesamte Futteraufnahme steigern und somit die notwendige Energiebedarfsdeckung für beste Schlachtqualität sichern. NEUMEIER hat zu dieser Frage interessante Ergebnisse aus den niederbayerischen Erzeugerringen erarbeitet, die in der nachstehenden Tabelle angegeben sind.

Tab. 1: Einfluß der täglichen Kraftfuttermenge auf Zuwachsleistung in der Maissilagemast.

| tägl. Kraftfuttermenge | tägl. Zuwachs | Mastdauer (150 - 600 kg LG) |
|------------------------|---------------|--------------------------------|
| 1,5 kg | 984 g | 457 Tage |
| 2,0 kg | 1078 g | 417 " |
| 2,5 kg | 1164 g | 387 " |
| 3,0 kg | 1227 g | 367 " |

Neben einer dreimonatigen Mastzeitverkürzung, die sich unter diesen praktischen Bedingungen ergab, erzielten die Mastbullen mit 3 kg Kraftfuttermenge pro Tag gegenüber 2 kg einen um etwa 3% höheren Lebendgewichtspreis.

Jungbullenmast mit Maissilage hat sich zu einem gut bewährten Standardverfahren entwickelt: Neben etwa 2 kg Kraftfutter je Tier und Tag wird Maissilage zur freien Aufnahme vorgegeben. Während der letzten 100 kg Zuwachs kann die nur mehr schwach ansteigende Maissilageaufnahme durch Zulage von etwa 1 kg energiereichem Kraftfutter verbessert werden. Damit wird insbesondere die vom Markt erwünschte Schlachtqualität bei gut wüchsigen Tieren erreicht. Werden jedoch Jungbullen gemästet, die nicht ein so lang anhaltendes Eiweiß-Ansatzvermögen (sprich: Fleischbildung) haben, so würde durch eine so intensive Fütterung gegen Mastende die Verfettung über Gebühren zunehmen und sich somit der Masterfolg schmälern.

Der tägliche Eiweißbedarf in der Jungbullenmast steigt von Anfangs 500 g bis gegen 800 g zu Mastende. Bei Maissilage-Fütterung bis zur Sättigung und 1 kg energiereiches Kraftfutter bleibt jedoch von Anfang bis zum Ende eine tägliche Eiweißlücke von etwa 400 g je Mastrind. Diese kann je nach betrieblichen Voraussetzungen auf verschiedene Art geschlossen werden: Sojaextraktionsschrot (1 kg je Tier und Tag) ist deshalb sehr beliebt, da es

neben seinem hohen Rohproteingehalt auch geschmacklich den Rindern sehr zuträglich ist. Übrige Extraktionsschrote werden je nach ihrem Proteingehalt eingesetzt, wobei aus qualitätsmäßigen Gründen Erdnußextraktionsschrot nicht mehr als 1/3 der Gesamtmenge betragen soll. Ackerbohnen mit etwa 200 g verdaulichem Rohprotein je kg sind in gut getrocknetem Zustand ebenfalls ein sehr gutes energiereiches Eiweißfutter. Frische oder silierte Biertreber in täglichen Mengen von 3 - 4 kg je 100 kg Lebendgewicht können die Eiweißlücke etwa bis zur Hälfte schließen - gegen Ende sogar etwas darüber -. Frische Bierhefe kann in günstigen Standorten in Tagesmengen von 1,5 bis 2 Ltr. je 100 kg Lebendgewicht verfüttert werden. Eine zusätzliche Energieversorgung über Getreideschrote oder ähnliches ist bei den Brauereiabfällen notwendig, da der eiweißfreie Energiegehalt relativ gering ist. Außerdem ist die geringe Haltbarkeit zu beachten, die besonders bei Bierhefe wöchentlich zweimaliges Abholen erfordert. Die Harnstoffzugabe beim Silieren ist in erster Linie von der Kostensituation der Eiweißfuttermittel abhängig. Technik (gleichmäßige Dosierung, kein Entmischen) und Fütterungseinsatz (2 - 3-wöchige Eingewöhnung, keine Futterwechsel) sind bekannt und weitgehend problemlos. Mit der Zugabe von 0,5 Gewichts-Prozent zur Frischmasse wird die Eiweißlücke in der Maissilagemast etwa zur Hälfte aufgefüllt (50%ige Ware verlangt die doppelte Dosierung). Die fehlende Energie bei dieser "Eiweißergänzung" muß selbstverständlich ausgeglichen werden.

Bei den bisherigen aufgezeigten Ergänzungsmethoden sind täglich je Tier 70 - 100 g eines Ca-reichen, vitaminisierten Mineralfutters notwendig. Im Bullenmast-Fertigfutter, das je nach Proteingehalt unterschiedliche Tagesmengen erfordert, sind diese Wirkstoffe bereits enthalten.

Mit den technischen Verbesserungen in der Kolbenernte steht auch der Einsatz von Maiskolbensilage in der Bullenmast zur Diskussion. Als Vorteile werden die beachtliche Siloraumersparnis und eine Zunahme der Energiekonzentration in diesem Futter genannt. Dabei wird jedoch übersehen, daß

mit den Kolben nur höchstens $3/4$ der vom Wiederkäuer verwertbaren Energie geerntet werden, so daß man pro ha auf etwa 1 500 bis 2 000 kStE verzichtet. Außerdem müßte zu diesem strukturarmen Futter strukturiertes Grundfutter (Heu, Anwelksilage, Stroh) beigefüttert werden, wodurch sich der Arbeitsaufwand sicherlich beachtlich erhöht. Eine Nutzung der Maiskolben allein als Grundfutter in der Jungbullmast dürfte daher unter den derzeitigen Bedingungen kaum wirtschaftlich sinnvoll sein. Ist in guten klimatischen Lagen ein Überhang an Maisfläche vorhanden, so kann Maiskolbensilage anstelle des energiereichen Kraftfutters treten.

Mais in der Fütterung für Mastschweine

Für die Verfütterung an Schweine kommt in erster Linie das Maiskorn in Frage. Je nach Ernteverfahren enthält es keine oder unterschiedliche Anteile von Spindeln und Lieschen des Maiskolbens und nach der Art der Konservierung kommt es getrocknet oder feucht-siliert zum Einsatz. Feuchtkörner können auch mit Propionsäure konserviert werden.

Maisschrot ist energetisch dem Weizenschrot gleichzusetzen. Sein Gehalt an verdaulichem Rohprotein und insbesondere an Lysin fällt jedoch gegenüber Weizen und insbesondere gegenüber Gerste ziemlich stark ab. Ein Ausgleich in der Mastration ist auch hinsichtlich des Rohfasergehaltes (Verdaulichkeit bzw. Energiekonzentration) erforderlich, da Mastschweine in der Gesamtration einen Rohfasergehalt von etwa 4,5% brauchen und die Verdaulichkeit der organischen Substanz möglichst nicht über 80% liegen soll. Mit 60% Maisschrotanteil in der Tagesration ist deshalb meist die obere Anteilsgrenze erreicht.

Wenn auch z. Z. nach STEINHAUSER etwa 90% der Körnermaisfläche durch Mähdrusch geerntet werden, setzt sich die Ernte des Korn-Spindel-Gemisches (mit und ohne Lieschen) verstärkt durch. Der Lieschkolbenpflückschroter gewinnt als Erntemaschine zunehmend an Bedeutung. Für Mastschweine kommt in erster Linie ein Gemisch von Körnern und Spindeln in

Frage. Die Erhöhung des Rohfasergehaltes durch den Spindelanteil ist für Mastschweine von Vorteil, da dadurch das "Füllmittel" gleich mitgeliefert wird. Die Lieschen sind jedoch in jeder Hinsicht - ernährungsphysiologisch und technisch - im Mastschweinegestall unerwünscht: Sie bedingen einen zu hohen Rohfasergehalt für Mastschweinefutter (10% und mehr), wodurch die Verdaulichkeit der organischen Substanz und damit die Nährstoffkonzentration zu weit abgesenkt wird. Das Beifutter muß in diesem Fall einen beachtlichen Teil auch der fehlenden Energie ergänzen, womit die wirtschaftlichen Vorteile des Maises zurückgedrängt werden. Außerdem stören Lieschen bei flüssigen Fütterungs- und Entmistungsverfahren.

Das Korn-Spindel- (Lieschen-) Gemisch kann mit dem Mähdrescher oder mit dem Pflückschroter geerntet werden.

"Corn-cob-mix" ist Korndrusch mit dem überwiegenden Spindelanteil, das im Rohfasergehalt etwa im Bereich von 4 - 7% liegt und für die Schweinemast bei entsprechender Eiweiß-, Mineralstoff- und Vitaminergänzung ein ideales Grundfutter darstellt. Die Ergänzung mit täglich 300 g Eiweißkonzentrat je Mastschwein hat zwar in exakten Versuchen zu sehr guten Erfolgen geführt, stößt in der praktischen Landwirtschaft jedoch immer wieder auf gewisse Schwierigkeiten. Unter den "rauheren" Bedingungen des Produktionsablaufes im landwirtschaftlichen Betrieb wird der Mastverlauf sicherer, wenn diese Eiweißfuttermenge in 0,5 bis 1,0 kg Beifutter je Tier und Tag enthalten ist. Dadurch werden Schwankungen im TS- und Rohfasergehalt der Silage ausgeglichen und eine gleichmäßigere Nährstoffversorgung gewährleistet.

Als "Maiskolbensilage" bezeichnet man neuerdings nur mehr entlieschte Kolben, die zerkleinert siliert werden. Ihr Rohfasergehalt liegt etwa bei 8 - 10%. Dieses Futter ist somit für die Schweinemast ebenfalls gut geeignet. "Lieschkolbensilage" kommt erst nach Entfernen der meisten Lieschen

in den Einsatzbereich für Mastschweine. Unterschiedliche Zusammensetzung der Trockensubstanz durch veränderte Rohfaseranteile bedingen jedoch immer noch Schwankungen im GN-Gehalt der Trockensubstanz. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe mit zunehmendem Reifegrad und damit ansteigendem TS-Gehalt verbessert wird. Die in Tab. 2 angegebenen GN-Werte können deshalb nur als Anhaltspunkt gelten. Der Berechnung sind steigende GN-Werte von 700 bis 750 je kg TS mit ansteigendem TS-Gehalt in der Silage zugrundegelegt.

Tab. 2: Mittlerer GN-Gehalt je kg "Maiskolbensilage" in Abhängigkeit vom TS-Gehalt

| TS-Gehalt % | GN-Gehalt je kg | TS-Gehalt % | GN-Gehalt je kg |
|----------------|--------------------|----------------|--------------------|
| 40 | 280 | 55 | 415 |
| 45 | 325 | 60 | 455 |
| 50 | 370 | 65 | 500 |

Bei der Ergänzung der eiweiß- und mineralstoffarmen Maiskolbensilage kommt es aber auch darauf an, die aufnehmbaren täglichen Futtermengen zu berücksichtigen. Fütterungsmethoden mit laufend sich ändernden, vom Tiergewicht abhängigen Beifuttermengen sind für praktische Bedingungen zu kompliziert und vielfach nicht durchführbar. Deshalb hat sich die von Mastbeginn bis -ende gleichbleibende tägliche Beifuttermenge von 1kg Ergänzungsfutter bestens bewährt. Dieses Beifutter muß mindestens 22% Rohprotein enthalten und es entspricht somit dem "Ergänzungsfutter I für Mastschweine". Für hofeigene Mischungen sind je kg mindestens 190 g verdaul. Eiweiß mit 12 g Lysin sowie 14 g Kalzium zu fordern. Der äußerst geringe Ca-Gehalt in der Maiskolbensilage (ca. 0,8 g je kg Trockensubstanz) verlangt eine beachtliche Ergänzungsmenge über vitaminisiertes Mineralfutter für Schweine. In diesem Beifutter soll möglichst Mais nicht mehr Be-

standteil sein, da eine Beeinträchtigung der Fleischqualität dann nicht mehr ganz wegdiskutiert werden kann.

Bei sehr feuchter Silage oder bei "Lieschkolbensilage" soll die Beifuttermenge auf 1,5 kg je Mastschwein erhöht werden. Dieses Kraftfutter muß entweder ein proteinreiches "Alleinfutter I für Mastschweine" oder eine entsprechende Eigenmischung mit 150 g verdaulichem Rohprotein und mindestens 8 g Lysin je kg sein. Die Vorteile des hohen Maiskolbensilage-Verbrauches gehen bei so großen Beifuttermengen selbstverständlich zurück. Der Mastverlauf wird jedoch erst dadurch sicherer gestaltet.

Maiskolbensilagen sind kostengünstige Schweinemastfuttermittel. Ihre Wirtschaftlichkeit in der Schweinemast wird aber umso besser, je genauer man ihren Nährstoffgehalt kennt. Die Beratungskräfte an den Ämtern für Landwirtschaft helfen gerne mit, Nährstoffgehalt (TS-Bestimmung) und Einsatzmöglichkeit (wirtschaftliche Beifuttermenge und Zusammensetzung der Ration) besser in den Griff zu bekommen. Man muß sie nur daraufhin ansprechen.

Silageentnahme und Fütterungstechnik für Rinder

von OLR Dr. Heinrich Pirkelmann, Bayerische Landesanstalt für Land-
technik, Freising-Weihenstephan

Die Bereitung und Verfütterung von Maissilage ist im größeren Betrieb
überwiegend an den Flachsilo und die Rindermast gebunden. Die nachfol-
genden Ausführungen sollen daher schwerpunktmäßig auf diese beiden Be-
reiche abgegrenzt werden.

In der Rindermast wird bei den heute üblichen Aufstallungen auf Vollspalten-
boden der Arbeitsaufwand nahezu ausschließlich von den Fütterungsarbeiten
bestimmt. Sie betragen je nach Bestandsgröße, Mechanisierungsgrad und
Stallverhältnissen 70 - 90% des Gesamtarbeitsanfalls.

Eine von AUERNHAMMER durchgeführte Analyse der Fütterungsarbeiten
in der Handarbeitsstufe läßt folgende Schwerpunkte erkennen: (Abb. 1)

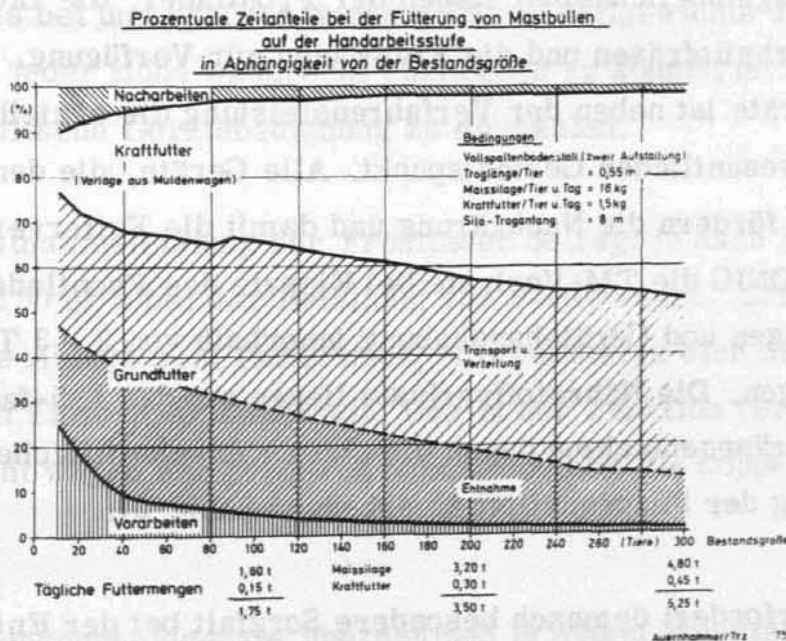


Abb. 1

- Mit zunehmender Bestandsgröße vermindern sich die Vorbereitungs- und Nacharbeiten von ca. 30 auf 5%.

- . Die Fütterung der Maissilage nimmt mit 50 - 60% den höchsten Anteil ein. Davon entfallen im kleineren Bestand ca. die Hälfte des Arbeitsanfalls auf die Entnahme aus dem Silo, die Hälfte auf Transport und Verteilung. Im größeren Bestand steigt der Anteil für die Futtervorlage bis etwa 2/3 an.
- . Die Kraftfutterfütterung erhöht sich mit zunehmender Bestandsgröße von ca. 15% auf mehr als 40%.

Daraus ist zu folgern, daß bei der Fütterung von Maissilage in der Rindermast die Mechanisierung des Transportes und der Futtervorlage der Technisierung der Silageentnahme gleichrangig ist. Dies wird noch verdeutlicht durch die täglich zu bewegendenden Futtermengen, die pro 100 Tiere etwa 1,7 t betragen. Weiterhin sollte mit wachsenden Bestandsgrößen unbedingt die Kraftfutterfütterung in die Mechanisierung einbezogen werden.

Silageentnahme aus Flachsilos

Als Mechanisierungsmöglichkeiten stehen der Frontlader, die Blockschneidegeräte, die Flachsilofräsen und die Fräswagen zur Verfügung. Zur Beurteilung dieser Geräte ist neben der Verfahrensleistung die erzielbare Arbeitsqualität ein wesentlicher Gesichtspunkt. Alle Geräte, die den Futterstock auflockern, fördern die Nachgärung und damit die Futterverluste. So können nach HONIG die TM-Verluste bei Einsatz des Frontladers je nach Ausgangsbedingungen und Gerätehandhabung innerhalb von 2 - 3 Tagen bei 2,5 - 7,5% betragen. Die Nährstoffverluste liegen um das 1,5-fache höher. Dagegen ist bei Fräsenentnahme durch die glatten Anschnittflächen nahezu keine Veränderung der Silagequalität zu erkennen (Abb. 2).

Der Frontlader erfordert demnach besondere Sorgfalt bei der Entnahme. Zur Verhinderung von Nachgärungen ist weiterhin wichtig, daß täglich ausreichend große Mengen, die mindestens einer mittleren Entnahmetiefe von 10 mm über den gesamten Futterstock entsprechen, entnommen werden.

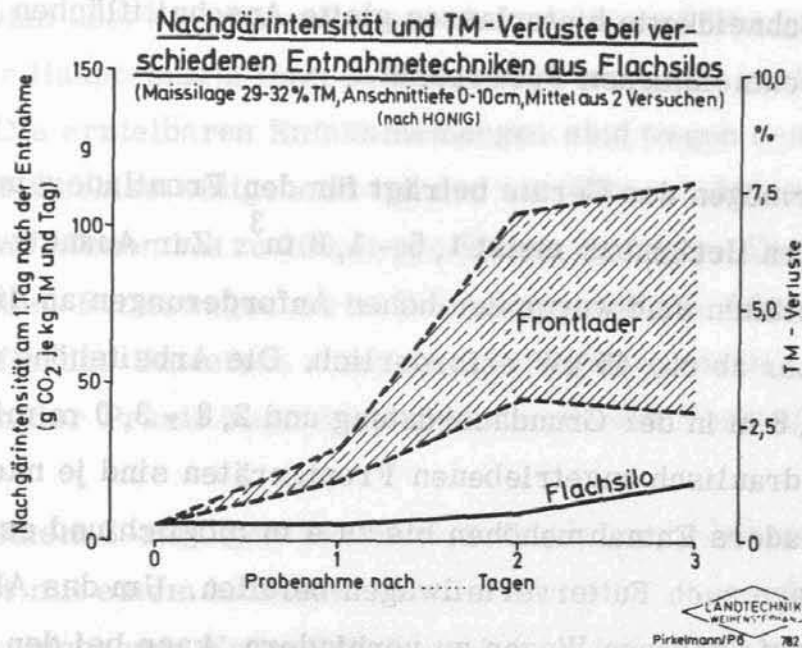


Abb. 2

Siloanschnittfläche und Tierbestand müssen also aufeinander abgestimmt sein. Von der technischen Ausrüstung ist die hydraulisch kippbare Schaufel der starren Anordnung vorzuziehen. Greifzangen über der Gabel oder Schaufel tragen ebenfalls zur Verminderung der Auflockerung des Futterstockes bei und erhöhen durch größere Füllgewichte die Entnahmeleistung. Um in jeder Höhe waagrecht einstecken zu können, ist hier unbedingt die hydraulische Gerätebedienung zu empfehlen.

Die Entnahmeleistung der Frontlader beträgt je nach Fassungsvermögen 100 - 150 dt/h bei der Befüllung von Futterwagen. Erfolgt der Transport und die Ablage zum Futtertisch, so reduzieren sich die Mengen um 25 - 50% je nach Entfernung zum Stall. Der in der Funktion vergleichbare Radlader erreicht wegen der größeren Schaufelinhalte die doppelte bis dreifache Leistung.

Die Blockschneidgeräte übernehmen in einem Arbeitsgang die Entnahme und den Transport zum Stall. Die verschieden ausgebildeten Schneidwerkzeuge wie der hydraulisch betriebene Schneidspaten, das Sägemesser und

die umlaufende Schneidkette hinterlassen glatte Anschnittflächen am Futterstock und am entnommenen Futterpaket.

Das Fassungsvermögen der Geräte beträgt für den Frontladereinsatz ca. $0,8 \text{ m}^3$ und für den Heckanbau meist $1,5 - 1,8 \text{ m}^3$. Zur Ausnutzung der möglichen Kapazitäten sind wegen der hohen Anforderungen an die Tragfähigkeit Schlepper ab ca. 45 kW erforderlich. Die Arbeitshöhe der Heckgeräte beträgt 1,8 m in der Grundausrüstung und 2,8 - 3,0 m mit Hubgerüst. Bei den hydraulisch angetriebenen Frontgeräten sind je nach Reichweite des Frontladers Entnahmehöhen bis zu 4 m möglich und es lassen sich bei Maissilage auch Futterverteilwagen befüllen. Um das Abbröckeln der Maispakete auf unebenen Wegen zu verhindern, kann bei den Heckgeräten eine Maisplane angebracht werden. Bei den Blockschneidern mit umlaufender Schneidkette gibt der Schneidrahmen dem aufgesattelten Paket einen zusätzlichen Halt.

Die Entnahmeleistungen sind weitgehend abhängig von den Blockgewichten und betragen unter üblichen Bedingungen 50 - 80 dt/h. Die kompakten Pakete können für mehrere Tage auf Vorrat am Futtertisch abgesetzt werden. Bei der überwiegend vorgenommenen Handverteilung finden diese Geräte den Haupteinsatz in Beständen bis ca. 100 Masttieren und wegen ihrer hohen Funktionsfähigkeit in Silagen mit niedrigem TM-Gehalt und längerer Halmstruktur in Betrieben, die neben Maissilage noch Gras- und Rübenblattsilage zu entnehmen haben. Neuerdings angebotene Blockschneidegeräte mit mechanischer Verteileinrichtung müssen noch auf ihre Funktionsfähigkeit überprüft werden. Einer größeren Verbreitung dieser Variante in der Praxis darf mit Skepsis entgegengesehen werden, da die Leergewichte und damit die Anforderungen an den Schlepper steigen, eine Entnahme auf Vorrat nicht mehr möglich ist und durch den höheren Preis eine stärkere Konkurrenz mit den Fräswagen zu erwarten ist.

Die Flachsilofräsen sind reine Ladegeräte zur Befüllung von Futterwagen. Der Antrieb erfolgt über Zapfwelle oder E-Motor. Die schleppergetriebenen

Geräte sind überwiegend mit einer Fräswalze und Wurfgebläse ausgerüstet. Der Haupteinsatz liegt in Maissilage und exakt gehäckselter Grassilage. Die erzielbaren Entnahmemengen sind wegen des hohen Kraftbedarfs der Gebläse weitgehend von den verfügbaren Antriebsleistungen abhängig und können bis zu 200 dt pro Stunde betragen. Da in Verbindung mit den mobilen Futterwagen meist 2 Schlepper für die Fütterung benötigt werden und für das Umsetzen relativ hohe Rüstzeiten anfallen, konnten diese Geräte in der Praxis bislang nur sehr begrenzte Verbreitung finden.

Die auf einem 3-rädrigen Fahrgestell montierte, elektrisch betriebene Fräse ist mit einem kraftsparenden Förderband ausgerüstet. Die senkrecht auf- und abfahrende Frässhnecke mit 2 m Arbeitsbreite kann Silos bis zu 3,6 m Höhe entnehmen.

Die Fräswagen stellen eine Kombination aus Fräse und Verteilwagen dar. Sie übernehmen in einem Arbeitsgang die Entnahme, den Transport und die Verteilung in die Krippe.

Die Anbaugeräte sind in ihrem Fassungsvermögen durch die mögliche Tragfähigkeit des Schleppers begrenzt. Die Rauminhalte der Transportbehälter liegen meist bei ca. 1 m^3 , also Füllgewichten mit aufgelockerter Silage von 250 - 400 kg. Diese von der Investition günstigen Geräte können daher nur einen geringen Rationalisierungseffekt erzielen. Der Einsatz ist nur in kleineren Beständen vertretbar, zumal bei den Anbaugeräten die Silage meist nur punktuell abgesetzt und von Hand verteilt werden muß.

Aufgesattelte Geräte sind zusätzlich mit Pendelrädern ausgerüstet. Dadurch wird der Schlepper weniger belastet. Sie werden mit Fassungsvermögen bis zu 2 m^3 angeboten und besitzen durchwegs Dosiereinrichtungen zum seitlichen Austrag.

Anhängegeräte sind z. Z. bis zu einem Fassungsvermögen von $3,5 \text{ m}^3$ verfügbar. Größere Einheiten bis 5 m^3 sind in Bearbeitung. Der dosierte Aus-

trag erfolgt hier ebenfalls über Kratzerketten bzw. Dosierwalzen.

Als Fräsorgane dienen Frässchnecken oder Fräswalzen, die die losgelöste Silage über Kopf in den Transportbehälter werfen. In Längsrichtung angeordnete Fräsköpfe mit Wurfschaufeln können zum Vorschneiden des Silostockes in Streifen, die von oben schichtweise leicht abzunehmen sind, mit Messern bestückt werden. Damit ist auch eine befriedigende Entnahmelistung in vorgeschnittener Grassilage möglich.

Der Leistungsbedarf für die Fräswagen ist geringer als bei den Flachsilofräsen, da keine separaten Förderorgane vorhanden sind. Schlepper mit 25 - 40 kW sind ausreichend. Die Verfahrensleistungen bewegen sich je nach Fassungsvermögen zwischen 30 und 60 dt/h.

Fütterung

In Verbindung mit Flachsilos kommen überwiegend mobile Techniken zum Einsatz. Nach der Bauart ist in Futterverteiler- und Futtermischwagen zu unterscheiden.

Neben den bereits angesprochenen Fräswagen werden die schleppergezogenen Verteilwagen mit Fassungsvermögen von 5 - 12 m³ geliefert. Selbstfahrende Wagen mit E-Motorantrieb über Batterie oder Netzstrom sind dagegen im Volumen auf 3 - 5 m³ begrenzt. Durch eine sehr schmale Bauweise mit Breiten von 1,0 - 1,3 m ist der Einsatz der letzteren Geräte auch noch in sehr engen Stalldurchfahrten möglich.

Die aus arbeitswirtschaftlichen Gründen angestrebte gemeinsame Vorlage von Grund- und Kraftfutter wird bei den Futterverteilerwagen durch Übersichten der Komponenten und gemeinsamen Austrag über die Dosierwalzen oder durch Anbringen von Dosierbehältern, die das Kraftfutter dem Grundfutter auf dem Queraustragsband zugeben, zu lösen versucht. Mit beiden Verfahren ist jedoch sowohl eine intensive Vermischung als auch die

Einhaltung eines konstanten Mischungsverhältnisses kaum möglich. Deshalb erbringen die Futtermittelwagen eine ausreichende Dosiergenauigkeit nur für eine Futterart.

Eine intensive Vermischung und damit eine gezielte Vorlage mehrerer Komponenten ermöglichen die Futtermischwagen. Sie sind als schleppergezogene Muldenwagen durchwegs Chargenmischer, die in Größen von 4 - 12 m³ geliefert werden. Als Mischwerkzeuge finden umlaufende Kratzerketten, stehende oder liegende Mischschnecken und Rührwellen Verwendung (Abb. 3)

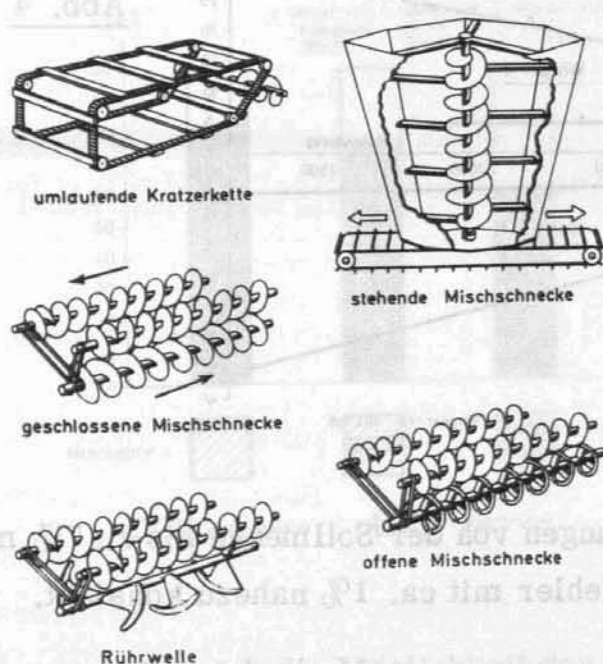


Abb. 3:
Mischsysteme für Futtermischwagen

Die Wagen verarbeiten alle gehäckselten, je nach Mischsystem und Mischungsanteil auch kurz vorgeschnittenen Grundfutterarten, die verschiedenen Kraftfuttermittel und sonstigen Zukaufskomponenten. Zur Vermischung von Maissilage mit Kraftfutter und anderen leicht mischbaren Komponenten sind alle Wagensysteme geeignet. Für die Verarbeitung größerer

Mengen von Grassilage scheidet die umlaufende Kratzerkette aus. Die Rührwelle ist gegen ungünstiger strukturiertes Halmfutter unempfindlicher als die Mischschnecken.

Zur Mengenerfassung der Mischungskomponenten und zur Kontrolle der ausgetragenen Mischung können die Wagen mit elektronischen Wiegeeinrichtungen mit Analog- oder Digitalanzeige ausgerüstet werden. Die Wiegegenauigkeit ist abhängig vom Belastungsbereich (Abb. 4).

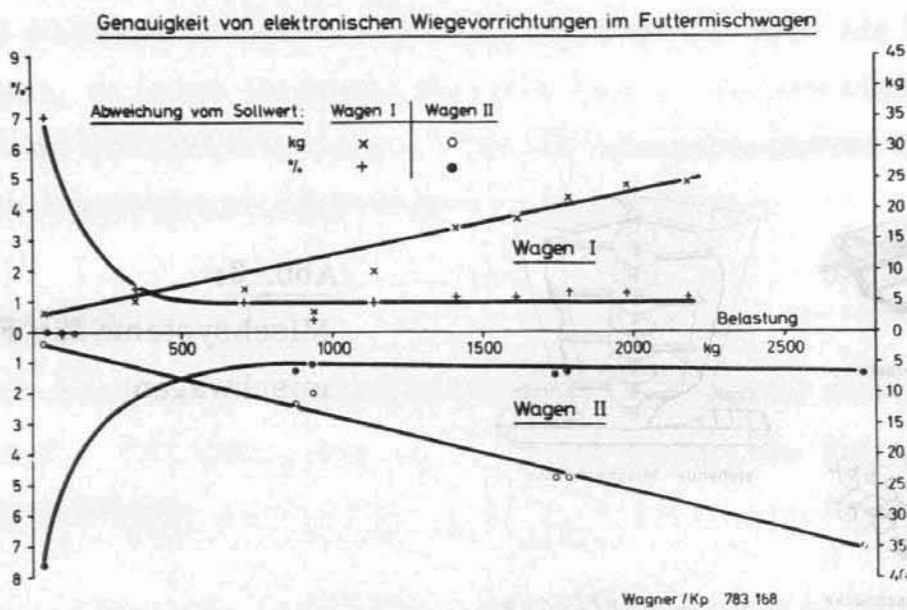


Abb. 4

Bis zu etwa 500 kg sind Abweichungen von der Sollmenge bis zu 7% möglich. Ab 500 kg bleibt der Wiegefehler mit ca. 1% nahezu konstant.

Die verschiedenen Mischsysteme erfordern zur Erzielung gleicher Mischqualitäten unterschiedlich lange Mischzeiten. Sie nehmen von der Rührwelle über die Mischschnecken zur umlaufenden Kratzerkette von etwa 4 bis 10 Minuten zu. Gegenläufig verhält sich die Leistungsaufnahme. Das kraftsparendste System ist die umlaufende Kratzerkette, während die Rührwelle den größten Leistungsbedarf erfordert. Im Mittel kann je nach Mischsystem pro m³ Fassungsvermögen mit 4 - 6 kW gerechnet werden. Der Gesamtenergiebedarf pro Mischung ist mit Ausnahme der sehr günstigen

Kratzerkette für alle Wagenbauarten annähernd gleich.

Die gemeinsame Vorlage von Grund- und Kraftfutter führt zu einer höheren Futteraufnahme. Im Mittel kann mit einem Mehrverzehr von 0,5 kg TM pro Tier und Tag gerechnet werden. Durch die intensive Vermischung wird der Selektion einzelner Komponenten vorgebeugt. Während in ein oder mehreren Schichten überlagertes Futter von den Tieren noch weitgehend aussortiert wird, bleiben Mischungen von Futtermischwagen im Mischungsverhältnis konstant (Abb. 5).

Selektion von Kraftfutter aus gleichen Rationen mit unterschiedlicher Mischgüte

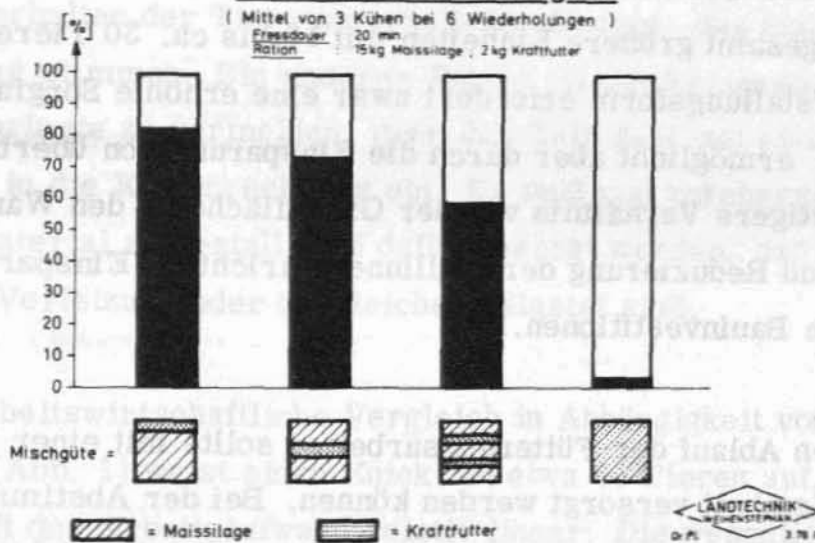


Abb. 5

Daraus ergibt sich die Möglichkeit der Vorratsfütterung. Bei ausreichenden Trogfassungsvermögen genügt die täglich einmalige Futtervorlage. Die Haltbarkeit der Mischungen gleicht der der Ausgangssubstanzen. Bei stabilen Silagen ergeben sich daher hinsichtlich der Erwärmung durch das Vermischen keine zusätzlichen Risiken. Vorsicht ist dagegen bei Substanzen gegeben, die wie z. B. die Bierhefe eine Nachgärung begünstigen.

Schwierig ist die Vorratsfütterung in Betrieben mit Verfütterung von Schlempe, die immer warm und damit täglich mehrmals verabreicht werden sollte.

Abhilfe kann hier durch separate Schlempetröge an den Buchtentrennwänden geschaffen werden. Die Verzehrsmengen an Schlempe sind dann weitgehend abhängig von der Häufigkeit der Vorlage. Ohne gesundheitliche Risiken werden nach eigenen Untersuchungen von 300 - 400 kg schweren Bullen bei einmaliger Vorlage bis zu 18 l, bei zweimaliger Vorlage bis zu 24 l und bei dreimaliger Vorlage bis zu 30 - 35 l aufgenommen.

Futtermischungen ermöglichen auch die Einengung der Freßplätze bis zu einem Tier - Freßplatzverhältnis von 1 : 3 ohne Benachteiligung rangschwächerer Tiere. In der Bullenmast ergeben sich daraus Veränderungen in der Aufstallung. Die Buchtentiefe kann bis zu 9 m betragen. Da Tiefe und Breite der Buchten in einem gewissen Verhältnis stehen müssen, hat dies insgesamt größere Einheiten mit 15 bis ca. 30 Tieren zur Folge. Diese Aufstallungsform erfordert zwar eine erhöhte Sorgfalt in der Tierbeobachtung, ermöglicht aber durch die Einsparung von überbauter Fläche, das günstigere Verhältnis von der Grundfläche zu den Wand- und Deckenanteilen und Reduzierung der Stallinneneinrichtung Einsparungen bis zu 30% in den Bauinvestitionen.

Für einen zügigen Ablauf der Fütterungsarbeiten sollte mit einer Wagenfüllung eine Stalleinheit versorgt werden können. Bei der Abstimmung vom Fassungsvermögen auf die Bestandsgröße ist zu berücksichtigen, daß sich die Raumgewichte durch den Mischvorgang um 15 - 30% erhöhen. Bei Mischungen aus Maissilage und Kraftfutter ist daher bei einmaliger täglicher Futtermischung die Versorgung von 18 - 20 Bullen pro m³ Inhalt im Mischungswagen anzusetzen. Der Arbeitszeitbedarf für die Fütterung in der Bullenmast kann damit von 8 - 10 Stunden pro Tier und Jahr in der Handarbeitsstufe auf weniger als 2 Stunden reduziert werden. Frontlader und Blockschneidegeräte erfordern ca. 5 - 6 Stunden, während sich die Fräswagen und Futtermittelwagen im Bereich von 3 - 5 Stunden bewegen.

Aufstallungssysteme für Bullenmast und Kälberaufzucht

von OLR Dr. Josef Boxberger, Bayerische Landesanstalt für Landtechnik,
Freising-Weihenstephan

Nach den Statistiken waren es 1968 erst 20 % der Betriebe, die über 75 Mastbullen gehalten haben, in der Zwischenzeit sind es 50%. Das bedeutet, daß bei der Planung die Möglichkeit der Erweiterung auf keinen Fall vergessen werden darf. Die Expansion in der Bullenmast ist auch aus arbeitswirtschaftlicher Sicht leicht möglich.

Damit die höchste Leistungsbereitschaft der Tiere erreicht wird, müssen das Verhalten der Tiere innerhalb der Gruppe, das Stallklima und die Ernährung stimmen. Ein anderer Faktor ist die Kostensenkung. Hier heißt es, Verluste zu vermeiden, denn das Kalb geht mit einem relativ großem Anteil in die Kostenrechnung ein. Es muß von vornherein leistungsfähiges Tiermaterial aufgestellt und dafür gesorgt werden, daß die Tiere nicht durch Verletzung oder dergleichen belastet sind.

Der arbeitswirtschaftliche Vergleich in Abhängigkeit von der Bestandesgröße (Abb. 1) weist einen Knick bei etwa 60 Tieren auf. Darüber hinaus verläuft der Arbeitsaufwand relativ linear. Die wesentlichen Rationalisierungsmöglichkeiten sind anscheinend jenseits der 60 Tiere bereits ausgeschöpft. Allerdings bringt die Kälberaufzucht in einem derartigen Bestand eine Arbeitsbelastung von 50%. Der Arbeitsaufwand je Mastbulle beträgt 5 - 6 Stunden, der Aufwand je Kalb bereits 3 Stunden. Es ist also zu überlegen, wie in der Kälberaufzucht Arbeit eingespart werden kann.

Das Stallklima ist bei den Mastbullen, besonders aber im Kälberbereich ein gewisses Problem.

Das Rind hat zunächst einen relativ großen Toleranzbereich. Die Bullenmastställe könnten also viel kälter gefahren werden als allgemein üblich, was aber das Risiko der steigenden Luftfeuchte einbringt. Man kann die Temperaturen also nicht ohne weiteres absenken, denn dadurch steigt die

Luftfeuchtigkeit, die die Tiere gefährdet. Bei Kälbern werden etwa 16 - 18°C Stalltemperatur benötigt, um für die Tiere einen behaglichen Raum zu haben. Doch sollte Voraussetzung sein, daß der Stall erwärmt werden kann, wenn die Tiere frisch aufgestellt werden. Das gilt besonders für einstreulose Ställe.

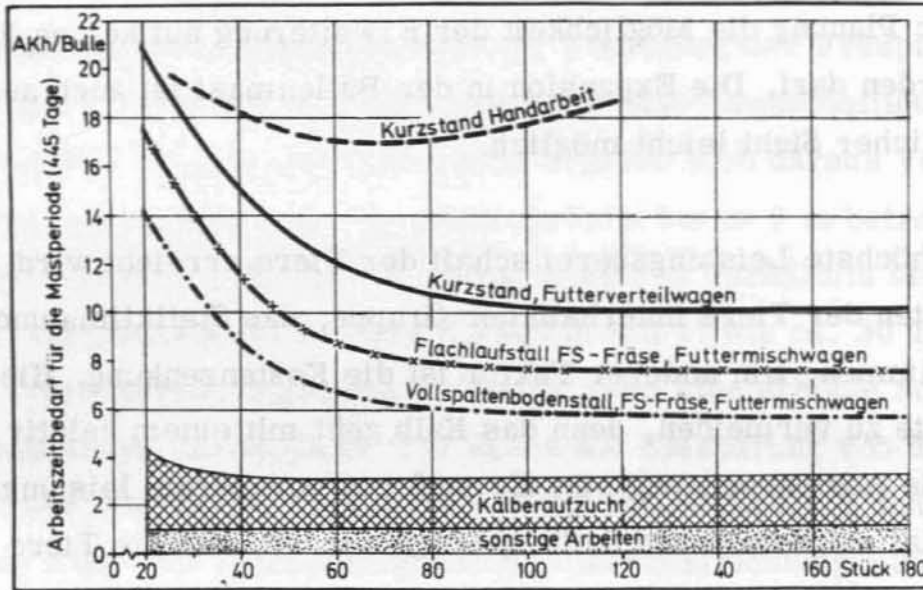


Abb. 1: Arbeitszeitbedarf in der Bullenmast (nach AUERNHAMMER und SCHÖN)

Ein weiterer wichtiger Aspekt beim Raumklima ist der Luftraum, der den Kälbern zur Verfügung stehen soll. Es sind etwa 3 m³ je Kalb, evtl. auch 3 - 4 m³. Die Luftgeschwindigkeit im Tierbereich soll 0,2 m nicht überschreiten. Im Sommer, wenn die Tiere mit der Wärmeabgabe Probleme haben, können diese Werte überschritten werden. Warme Luft wird von den Tieren nicht so als Zugluft empfunden wie die kalte Stallluft.

Kälberfütterungsverfahren

Die Aufzuchtälber sind 3 bis 4 Wochen alt und erhalten zunächst einmal Milchaustauschfutter und dazu zur beliebigen Aufnahme Kraftfutter, Heu und Wasser (Abb. 2). Zur schnelleren Pansenentwicklung sollten die beiden letzteren Bestandteile möglichst rasch zunehmen, um den Milchaustauscher zu verdrängen. Bei der Vorlage dieser Futtermittel muß Sorge getragen werden, wobei insbesondere die Verabreichung des Milchaustauschers arbeitswirtschaftlich belastet.

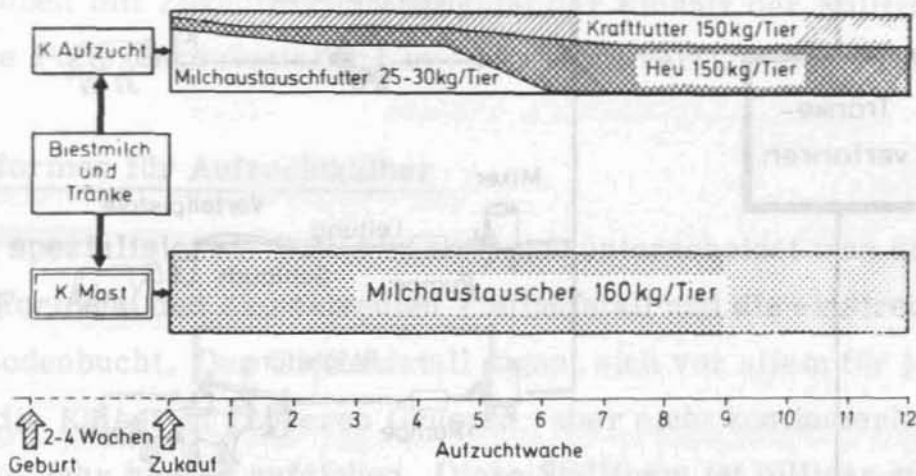


Abb. 2: Übersicht über die Fütterung bei Kälberaufzucht und Kälbermast

Bei den Tränkeverfahren unterscheidet man zwischen Eimertränke und Automatentränke. Bei Eimertränken besteht gleichzeitig Einzeltierfütterung, bei Automatentränke - man kann auch Vorratstränke sagen - handelt es sich um eine "ad libitum Fütterung", die gewisse Konsequenzen hat. In einem spezialisierten Bullenmastbetrieb wird im allgemeinen der Milchaustauscher in einem Mixer angerührt. Der Transport zum Tier läßt sich in verschiedener Form vornehmen, z. B. in Handarbeit, mit einer Eimer-Batterie, mit einem fahrbaren Mixer oder, wie es jetzt verstärkt gehandhabt wird, mittels Schläuchen oder durch das Verlegen von Leitungen (Abb. 3).

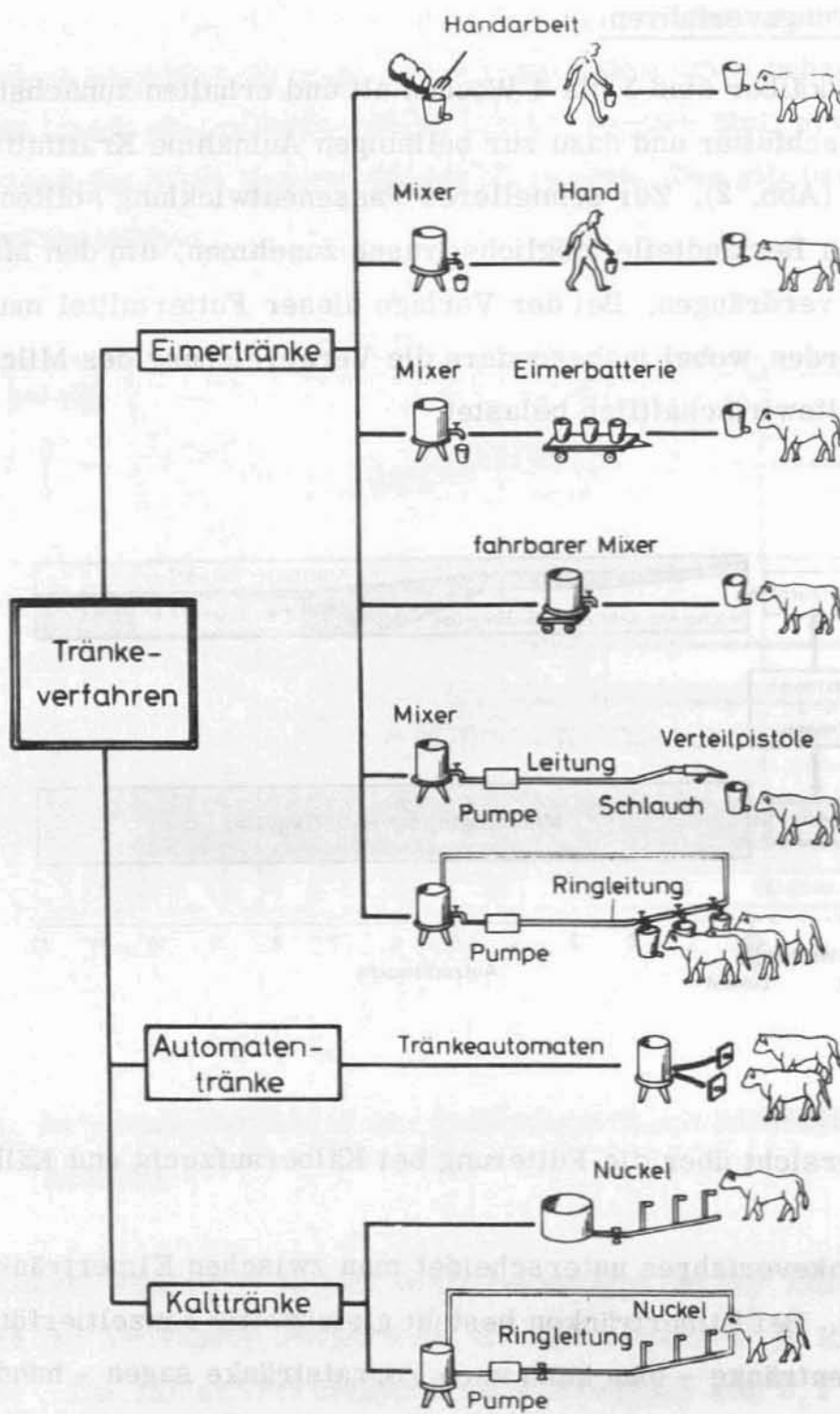


Abb. 3: Fütterungsverfahren für die Kälberaufzucht

Die Vorratstränke konnte bisher nur mit "Tränkeautomaten" durchgeführt werden. Neuerdings gibt es daneben die sogenannte Kalttränke, die - da man das Futter nicht mehr warm verabreichen muß - den Vorteil hat, daß nicht mit einem komplizierten Automaten ständig gut erwärmtes Futter bereitgestellt werden muß. Die Kalttränke kann daher relativ einfach verabreicht werden. Ein Nachteil aller Vorratstränken oder jeder Vorratsfütterung besteht darin, daß die Tiere während des Fütterungsvorganges oder der Futteraufnahme nicht beobachtet werden können. Die Beobachtung während der Fütterung ist aber hoch einzuschätzen, denn Tiere, die kein Futter aufnehmen, können sehr schnell ausgesondert werden.

In Betrieben mit Zukaufkälbern bedeutet der Einsatz der Kalttränke außerdem eine Fütterungsumstellung mit den damit verbundenen Problemen.

Buchtenformen für Aufzuchtälber

Für den spezialisierten Bullenmastbetrieb unterscheidet man als wesentlichste Formen, den eingestreuten Tieflaufstall und die einstreulose Vollspaltenbodenbucht. Der Tieflaufstall eignet sich vor allem für jene Betriebe, die Kälber in größeren Gruppen, aber nicht kontinuierlich über das ganze Jahr hinweg aufziehen. Diese Stallform ist billiger zu installieren, aber arbeitswirtschaftlich nicht so günstig.

Anders ist es beim Vollspaltenbodenstall für Kälber (Abb. 4). Spaltenbodenställe sind dann besonders sauber, wenn sie dicht belegt sind. Da die Tiere mit dem kalten Boden konfrontiert sind, muß für entsprechende Wärme im Raum gesorgt werden. Die Buchtentiefe beträgt 2,2 bis 2,50 m, die Freßplatzbreite 0,4 m.

In der Bullenmast haben sich in den letzten Jahren keine allzu großen Veränderungen ergeben. Die Bedeutung des Anbindestalles sinkt, da er nur noch in jenen Betrieben konkurrenzfähig ist, die Einzeltiere bzw. die Magervieh zukaufen oder die keine Gruppen bilden können, weil es sich nur um wenige Masttiere handelt, die aufgestellt werden.

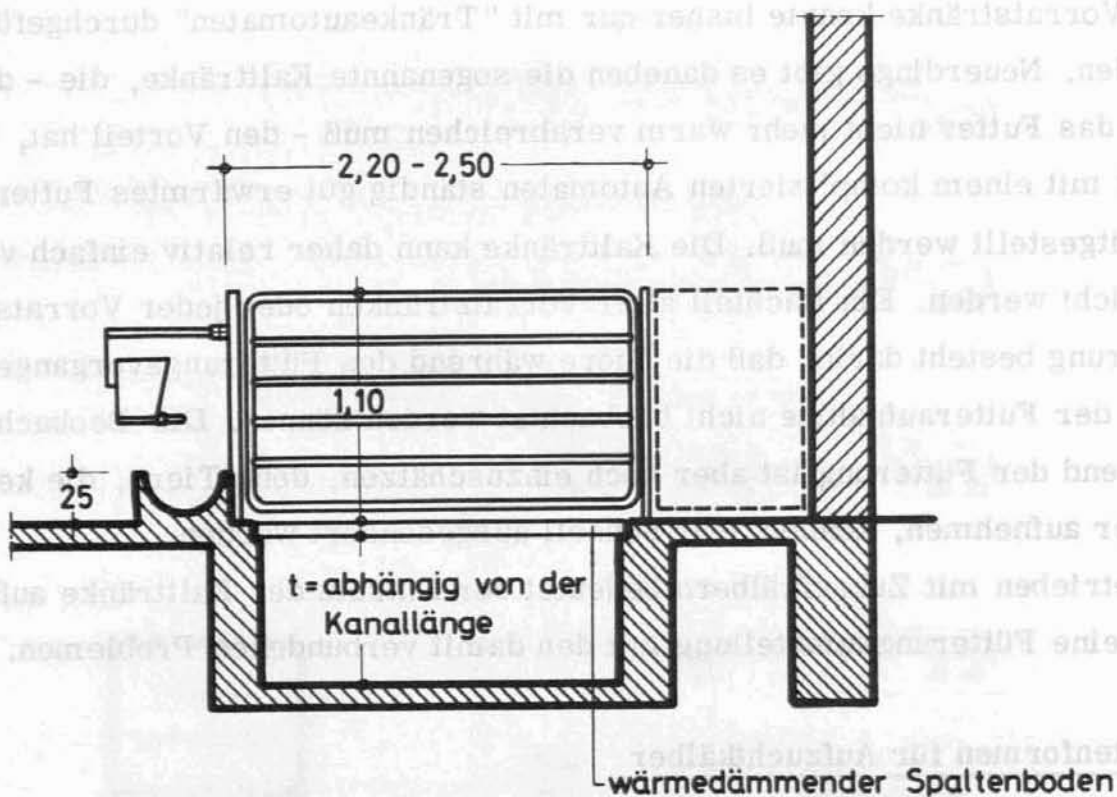


Abb. 4: Vollspaltenbodenbucht für Aufzucht-kälber (Schnitt)

In den größeren Bullenmastbetrieben hat sich der Vollspaltenbodenstall durchgesetzt. Vollspaltenbodenstall bedeutet, daß die Tiere, wie bei der Kälberhaltung, ständig mit dem Spaltenboden konfrontiert werden, daß sich also der gesamte Bewegungsablauf und das Ruhen im Kontakt mit dem Spaltenboden abspielen. Das Freßplatztiervershältnis beträgt bei der Standardbucht (Abb. 5) 1 : 1. Der Buchtenflächenbedarf setzt sich aus dem Liegeflächenbedarf und dem Bewegungsbedarf der Tiere zusammen. Die Freßplatzbreite hängt ebenso wie der Flächenbedarf vom Tiergewicht ab. Sie liegt in der Endmast bei 70 cm.

Beim Spaltenboden muß besonders auf gute Qualität Wert gelegt werden (Abb. 6). Neuerdings werden verstärkt auch sogenannte Verbundbalken eingesetzt, bei denen mehrere Balken zu einem Element zusammengenommen sind. Das kann statische Verbesserungen bringen. Verbundbalken sind schwerer als Einzelbalken. Für Verbundbalken benötigt man eine offene Baustelle, um mit Hebewerkzeugen direkt am Kanal verlegen zu können.

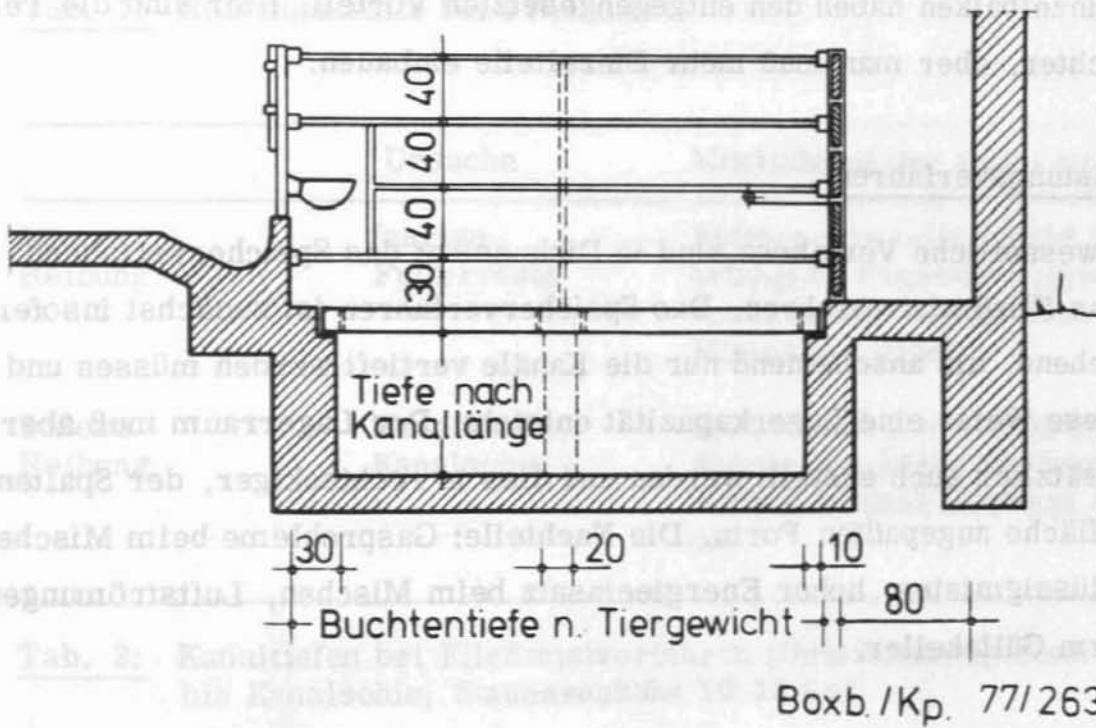


Abb. 5: Vollspaltenbodenbucht für Mastbullen (Schnitt)

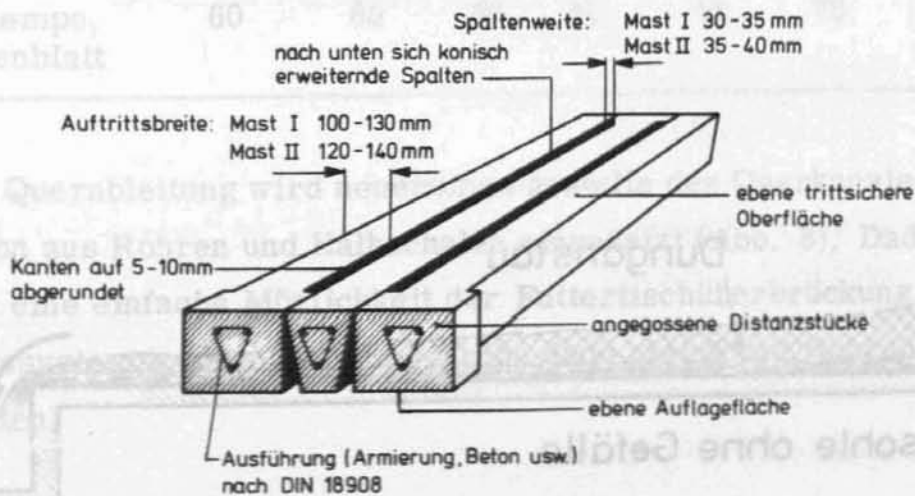


Abb 6.: Stahlbeton - Spaltenboden für Mastbullen

Die Einzelbalken haben den entgegengesetzten Vorteil. Hier sind die Teile leichter, aber man muß mehr Einzelteile einbauen.

Entmistungsverfahren

Zwei wesentliche Verfahren sind in Diskussion: das Speicherverfahren und das Fließmistverfahren. Das Speicherverfahren ist zunächst insofern bestechend, als anscheinend nur die Kanäle vertieft werden müssen und auf diese Weise eine Lagerkapazität entsteht. Der Lagerraum muß aber grundsätzlich auch erstellt werden und dies in rechteckiger, der Spaltenbodenfläche angepaßten Form. Die Nachteile: Gasprobleme beim Mischen des Flüssigmistes, hoher Energieeinsatz beim Mischen, Luftströmungen aus dem Güllekeller.

Beim Fließmistverfahren wird die Kanaltiefe der Kanallänge angepaßt. Im Kanal entsteht ein Eigenaufstau, der nötig ist, um die innere Reibung des Mistes und die äußere Reibung an den Kanalwänden zu überwinden (Abb. 7, Tab. 1 und 2).



Abb. 7: Schnitt durch einen Fließmistkanal

Tab. 1: Reibungskräfte bei Fließmist

| | Ursache | Möglichkeit der Reduzierung |
|----------------|-----------------------|--|
| innere Reibung | fasrige Futterreste | Futterreste sollen nicht in Kanal gelangen; Konsistenzabbau mit zunehmender Verweildauer des Mistes im Kanal |
| äußere Reibung | Kanalwände, Kanalsole | Kanalwände glatt ausführen, auf Kanalsole Flüssigkeitsgleitschicht mittels Staunase erhalten |

Tab. 2: Kanaltiefen bei Fließmistverfahren (Unterkante Spaltenboden bis Kanalsole, Staunashöhe 10-15 cm)

| | Kanaltiefe in cm bei einer Kanallänge von | | | | | | | | |
|--|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 15m | 20m | 25m | 30m | 35m | 40m | 45m | 50m | 60m |
| Mastbullen: Maissilage | 85 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 155 | 170 |
| Mastbullen: Schlempe, Rübenblatt | 60 | 60 | 60 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 90 |

Zur Querableitung wird neuerdings anstelle des Querkanales eine Kombination aus Rohren und Halbschalen eingesetzt (Abb. 8). Dadurch erreicht man eine einfache Möglichkeit der Futtertischüberbrückung. Das Ableitungssystem kann in Richtung Grube dann gleich mit Rohren fortgesetzt werden.

Beim Vergleich der verschiedenen Buchtenformen und Stallsysteme (Abb. 9) wird derzeit vor allem die Stellung des Vollspaltenbodenstalles mit eingeschränkten Freßplätzen diskutiert. Aus den bisher vorliegenden Erfahrungen ist hierzu folgendes anzumerken. Die Einsparung an Gebäude und Einrichtung ist beträchtlich. Der unbedingt erforderliche Futtermischwagen

verliert daher kostenmäßig an Bedeutung. Große Tiergruppen und tiefe Buchten erschweren die Tierbeobachtung, die wegen eingeschränkter Freßplätze nicht mehr während der Futteraufnahme erfolgen kann. Ein Nachteil, der sich nur in kleineren Beständen auswirkt, liegt darin, daß das Verabreichen von zwei verschiedenen Futterrationen über den Futtermischwagen das Herstellen einer zweiten Mischung und das nochmalige Stalldurchfahren erfordert.

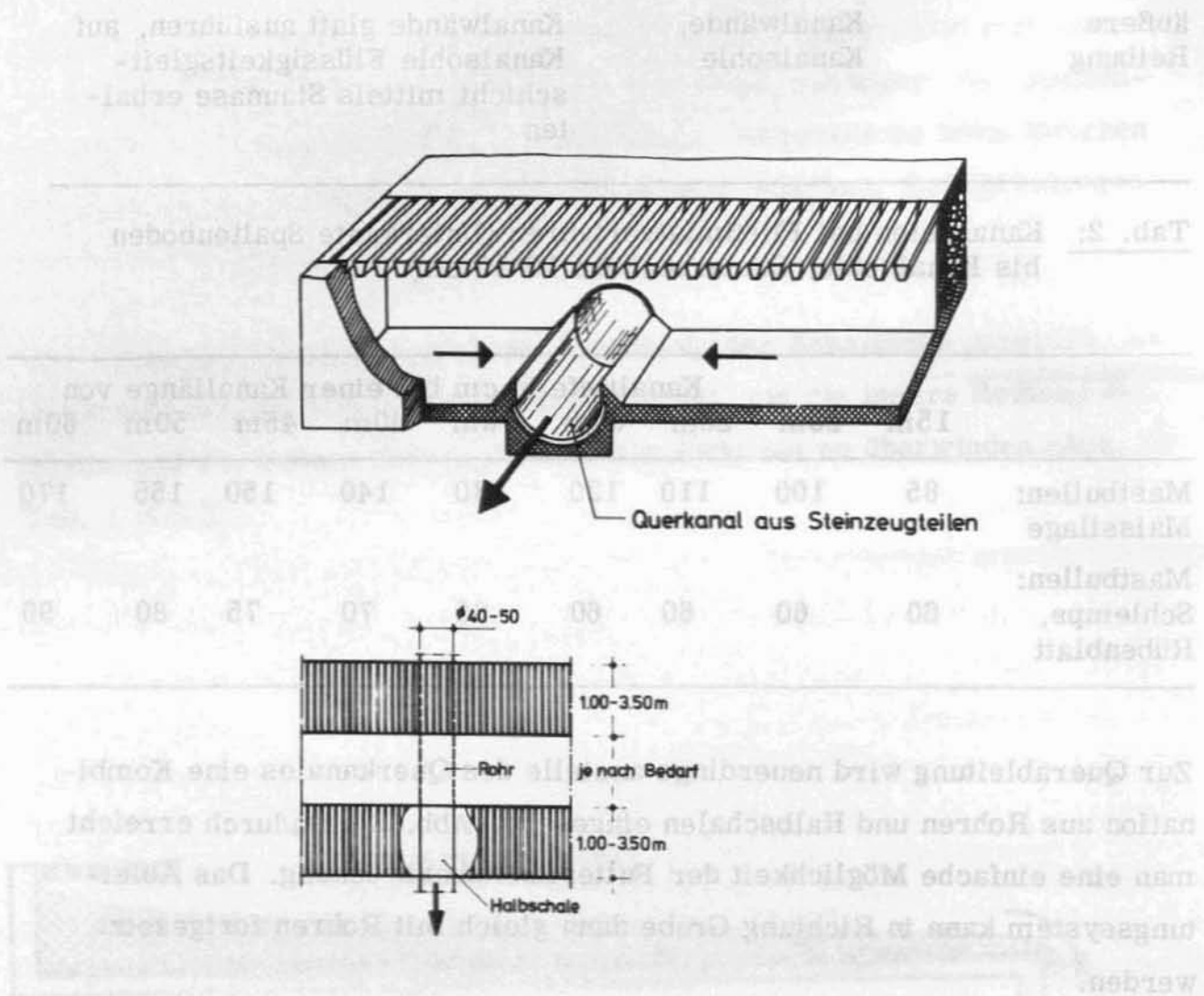




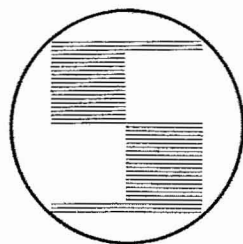


Abb. 8: Querableitung aus Fließmistkanälen mit Hilfe von Halbschalen und Rohren

| Stallform | Kapitalbedarf f Gebäude | | Stallfläche m ² /Tier | AKh/Tier (100 Tiere) | sonstiges |
|--|-------------------------|-----------------|-------------------------------------|-------------------------|--|
| | Neubau | Umbau | | | |
| Anbindestall  | DM/Tierpl. 2200 | DM/Tierpl. — | 7 | 22 -11 | keine Rangkämpfe |
| Flachlaufstall  | 1550 | 250 | 5 | 7 | Einstreu |
| Vollspaltenboden 1:1  | 1500 | 600 | 3,7 | 5 | — |
| Vollspaltenboden 1:3  | 1000 | — | 2,9 | 5 | schwierige Tierkontrolle große Gruppen |

71/273

Abb. 9: Vergleich verschiedener Stallssysteme für die Bullenmast



Motorenfabrik Anton Schlüter München · Werk Freising