

Landtechnik von morgen

Folge

11

Eine Zusammenstellung landtechnischer Fachvorträge, die von ihren Verfassern bei den Informationstagungen auf Gut Schlüterhof gehalten wurden.

1. Pioniere der Zukunft von Dipl.-Ing. Dr. agr. h.c. Anton Schlüter, Seite 2
2. Einführung von Prof. Dr. Heinz-Lothar Wenner, Vorstand des Institutes und der Landesanstalt für Landtechnik, Weihenstephan, Seite 3
3. Pflanzenbauliche Anforderungen an eine optimale Saatbettvorbereitung für Getreide, Mais und Hackfrüchte, von Prof. Dr. Gerhard Fischbeck, Direktor des Institutes für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Weihenstephan, Seite 5
4. Landtechnische Möglichkeiten für eine gezielte und schlagkräftige Bodenbearbeitung von LR Dr. C. Vogt, Landwirtschaftskammer Weser/Ems, Seite 8
5. Lose Dünger-Kette für mehlartige Düngersorten von LR Lampert Krinner, Landtechnik Weihenstephan, Seite 12
6. Die Organisation leistungsfähiger Silomaisernteverfahren, von Dr. Hans Schön, unter Mitarbeit von Dr. Schurig, OLR Pirkelmann und Ing. agr. Wagner, Landtechnik Weihenstephan, Seite 15
7. Erfahrungen im überbetrieblichen Einsatz bei der Silo-Mais-Ernte von Dr. Anton Grimm, Geschäftsführer des Kuratoriums Bayerischer Maschinenringe e.V. München, Seite 18
8. Gärfutter-Bereitung mit der Silo-Pressen von ORLR Dr. Heinz Schulz, Landtechnik Weihenstephan, Seite 22

Herausgegeben von der
MOTORENFABRIK ANTON SCHLÜTER MÜNCHEN, WERK FREISING



Pioniere der Zukunft

von Dipl.-Ing. Dr. agr. h. c. Anton Schlüter

Alle einsichtigen und weitsichtigen Menschen unserer Zeit empfinden die augenblickliche Situation der Landwirtschaft als eines der schwerwiegendsten Probleme unserer Gesellschaft. Dabei muß man sich zunächst einmal, um verhängnisvolle Irrwege zu vermeiden, im klaren sein, daß gerade die Gesellschaft immer weniger dazu beitragen kann, die Schwierigkeiten eines einzelnen Berufsstandes oder eines ganzen Wirtschaftszweiges dauerhaft zu beseitigen.

Die vielen Beispiele von jahrhundertealten ehrenwerten Gewerbe- und Industriezweigen, die sang- und klanglos, ohne das geringste Mitleid einer von Wirtschaftswundern geblendeten Gesellschaft verschwunden sind, sprechen eine harte, aber deutliche Sprache. Die Fakten der modernen Industriegesellschaft in den einzelnen Ländern und der politische Zwang zur Weiterentwicklung der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft sind Realitäten, die nicht mehr zu ändern sind und von denen gerade die Landwirtschaft besonders stark berührt wird. Wer heute den landwirtschaftlichen Betrieben ehrlich helfen will, muß ihnen zunächst offen sagen, daß unter den augenblicklichen Umständen kein Verband, keine Partei und auch kein Politiker die Einkommensverhältnisse der Landwirtschaft langfristig oder entscheidend verbessern kann. Sicher kann sowohl in Brüssel als auch in Bonn für die Landwirtschaft viel Gutes getan werden, aber unsere eine Stimme in der EWG und die vielen Stimmen anderer Interessen im bundesdeutschen Parlament zwingt zu ständigen Kompromissen. Bauernverband und Parteien können sich nur darauf konzentrieren, die sozialen Einrichtungen für die Landwirtschaft zu verbessern und Möglichkeiten für neue Existenzen zu schaffen.

Überzeugende Argumente

Den Einfluß auf die alles entscheidende Preisentwicklung hat man auf dem Altar der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft geopfert. Die einzig mögliche innerdeutsche Einwirkung auf die Einnahmen der Landwirtschaft über die Mehrwertsteuer bedarf überzeugender Argumente und hartem Durchsetzungswillen bei den dafür verantwortlichen Interessenvertretern. Wenn man einerseits die Weltmarktpreise für landwirtschaftliche Produkte betrachtet und andererseits beobachtet, daß immer mehr Wirtschaftsgruppen auch in der Bundesrepublik in Nöten kommen, dann wird man für die Zukunft leider nicht mehr viel finanzielle Hilfe für die Landwirtschaft weder von Bonn noch von Brüssel erwarten dürfen.

So sehr die Gesellschaft und damit der Staat als Vertreter dieser Gesellschaft moralisch verpflichtet wäre, der Landwirtschaft auf die Dauer ein der modernen Industriegesellschaft paritätisches Einkommen zu ermöglichen, so sehr muß man realistisch erkennen, daß der Staat dazu vor allem auf Grund der sich verändernden wirtschaftlichen und politischen Möglichkeiten in Europa nicht mehr in der Lage ist. Umso schneller, umso stärker und umso überlegter müssen alle, die in der Landwirtschaft weiter existieren wollen, ihre Überlegungen und ihre Maßnahmen zur Selbsthilfe vorbereiten. Die Möglichkeiten dazu sind so viele, wie für alle anderen Wirtschaftszweige. Der Lebensstandard einer modernen Industriegesellschaft wird heute einzig und allein von der Produktivität ihrer Arbeitsleistung bestimmt. Diese

Entwicklung hat für alle Einsichtigen zu der Erkenntnis geführt, daß in Zukunft auch in der Landwirtschaft nur mit den in der übrigen Wirtschaft geltenden Grundsätzen ein vergleichbares Einkommen erzielt werden kann.

Ertrag wesentlich gesteigert

Es ist heute bereits durch wissenschaftliche Forschungsergebnisse in jahrelangen Versuchen nachgewiesen und bestätigt, daß der Ertrag und die Qualität sowohl bei Körnerfrüchten als auch bei Hackfrüchten mit Hilfe von neuen biologischen und technischen Einwirkungen noch erheblich gesteigert werden kann.

Bei Verwendung stärkerer Schlepper und größerer Geräte bekommt die einzelne Pflanze durch entsprechendes tieferes Pflügen einen größeren Lebensraum, der einerseits mehr Nahrungsvorräte enthält und andererseits die Umwelteinflüsse besser ausgleicht und die Pflanzenwurzel davor schützt. Bei Verwendung stärkerer Schlepper und größerer Geräte kann auch der Boden jeweils in den kurzen Schönewetterzeiten im warmen Zustand vollständig bearbeitet werden, wodurch das Bodenleben bei und nach der Bearbeitung wesentlich mithilft, die Bodenfruchtbarkeit zu steigern. Auch Meliorationsarbeiten zur Bodenverbesserung können mit dem modernen Angebot leistungsstarker Schlepper in Zukunft von jedem Betrieb selbst durchgeführt werden. Die Steigerung und Sicherung des Ernteertrages und der Erntequalität ist trotz aller Verbesserungen bei Pflanze und Saatgut ohne den Einsatz stärkerer Schlepper und ohne die Verwendung besserer Geräte für eine schlagkräftige, intensive und schönwetterzeitgebundene Bodenbearbeitung nicht in ausreichendem Maße möglich.

Starke Schlepper und große Geräte steigern und sichern den Hektarertrag, weil sie tiefer und intensiver arbeiten, und ebenso steigern und sichern starke Schlepper und große Geräte die Qualität des erhöhten Hektarertrages, weil sie nur noch in den besten Klimazeiten arbeiten. Ein ganz wesentlicher Faktor für die Verbesserung des wirtschaftlichen Ergebnisses ist die Steigerung und Sicherung der Arbeitsproduktivität und damit die Steigerung und Sicherung des Einkommens. In allen industriellen und gewerblichen Fertigungsbetrieben versucht man ständig, die Arbeitsleistung des einzelnen Mannes mit Hilfe größerer Maschinen und vielseitigerer Werkzeuge zu verbessern. Die rasante Einkommenssteigerung in industriellen Bereichen, die sich immer mehr vom landwirtschaftlichen Einkommen entfernt, ist vor allem nur dadurch möglich, weil die Arbeitsleistung des einzelnen durch moderne Maschinen und Werkzeuge im Laufe der Jahre multipliziert und damit die Arbeitsproduktivität wesentlich gesteigert wurde.

Lebensstandard verbessert

Auch in der Landwirtschaft wird in ähnlicher Weise der Lebensstandard des einzelnen und damit gleichzeitig die Wirtschaftlichkeit des ganzen Betriebes nur mit Hilfe stärkerer Maschinen und größerer Geräte verbessert werden können. Wenn die in der Landwirtschaft tätigen Menschen in Zukunft aus eigener Kraft ihr Einkommen steigern und ihren Lebensstandard verbessern wollen, muß man ihnen – ähnlich wie in der Industrie – die Maschinen und Werkzeuge an die Hand geben, die das Leistungsvolumen des einzelnen, das heißt also seine Produktivität steigern helfen. Auch die Betriebsgröße allein wird in Zukunft nicht mehr der bestimmende Faktor für die Größe und Stärke von Schleppern und Landmaschinen sein können.

Das Angebot starker und großer Geräte und die damit erzielbare Arbeitsleistung und Produktivität wird vielmehr den landwirtschaftlichen Unternehmer zur Überlegung anregen, durch welche strukturverändernden Maßnahmen er die Produktivität solcher Maschinen für die Verbesserung seines Einkommens verwerten kann.

Volle Bewunderung

Die heutige Generation der landwirtschaftlichen Unternehmer verdient unsere volle Bewunderung. Sie sind die Pioniere für eine bessere Zukunft ihrer Nachkommen. Größer als in der Vergangenheit sind die Aufgaben, schwieriger sind die Probleme und härter der Kampf um die nackte Existenz. Nur mit den seit über 50 Jahren bewährten Erfahrungen und Methoden der industriellen Mechanisierung wird die Landwirtschaft im 20. Jahrhundert die Einkommensparität mit der modernen Industriegesellschaft erzwingen. Die moderne Landtechnik wird dabei ihr stärkster Partner sein.

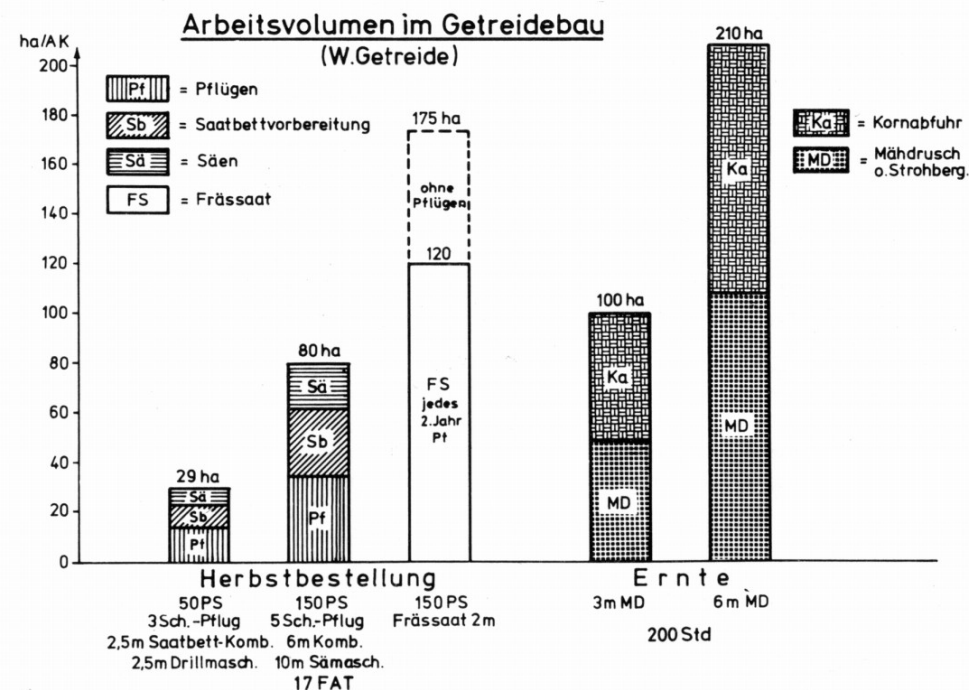
Einführung zur Schlütertagung am 5. Oktober 1971

von Prof. Dr. Heinz-Lothar Wenner, Vorstand des Institutes und der Landesanstalt für Landtechnik, Weihenstephan

Sehr geehrter Herr Dr. Schlüter, verehrte Damen, meine Herren!
 Wenn heute die 14. Schlütertagung stattfindet, eine gemeinsame Veranstaltung des Hauses Schlüter und der Landtechnik Weihenstephan, dann kann man schon von einer gewissen Tradition dieser Informations-Tagungen sprechen. Während mehr und mehr andere landtechnische Veranstaltungen, Ausstellungen und Maschinen-vorführungen eingeschränkt werden, erfreut sich die Schlüter-Tagung eines wachsenden Zuspruches, sie wurde zu einem festen Bestandteil der Landtechnik Westdeutschlands. Getragen werden diese Schlüter-Tagungen durch unser aller Interesse an der Weiterentwicklung der Landtechnik: In erster Linie durch Sie, sehr geehrter Herr Dr. Schlüter, mit Ihrem unermüdlichen Engagement für die Landtechnik von morgen; ferner durch die Beteiligung der Wissenschaft, die zukunftsorientiert und kritisch die landtechnischen Probleme durchleuchten muß; besonders aber auch durch die Industrie, die ihre neuesten Entwicklungen diskutieren möchte, wobei einige Firmen bereits zum 14. mal ihre Geräte auf dem Schlüterhof vorführen; durch die Beratung, die verwertbare Erkenntnisse und landtechnische Informationen benötigt; und ganz besonders durch hervorragende Praktiker, die aus ihrem großen Erfahrungsschatz wohlgemeinte Kritik und eine treffende Beurteilung der landtechnischen Neuerungen abgeben können. Alle diese Gruppen bemühen sich, damit diese Fachtagungen ein voller Erfolg werden.

Zwei große Problemkreise sind es wiederum, mit denen sich die heutige Veranstaltung beschäftigen wird, die Bodenbearbeitung einschließlich Bestellung und Düngung, sowie die Silomaiserte. Beide Gebiete besitzen nach wie vor aktuelles Interesse, zumal die bisherigen landtechnischen Arbeitsverfahren innerhalb dieser Bereiche einige empfindliche Lücken aufweisen. Das gilt ganz besonders zunächst für die Bodenbearbeitung und für die Bestellung, die mehr und mehr in eine Phase des Überganges zu schlagkräftigeren und exakter arbeitenden landtechnischen Verfahren gedrängt werden.

Auf diesem gesamten Gebiet der Bodenbearbeitung und Bestellung wird zunächst einmal die Steigerung der Arbeitsproduktivität mit Hilfe höherer Verfahrensleistungen immer vordringlicher. Diese Forderung nach höherer Schlagkraft in der Bodenbearbeitung läßt sich dadurch bekräftigen, wenn die Verfahrensleistungen unserer bisherigen Mechanisierungslösungen analysiert und losgelöst von existenten Betrieben betrachtet werden, die in der Regel flächenbegrenzt sind. Denn letztlich kommt es in Zukunft mehr und mehr auch auf die mögliche Produktivität unserer landtechnischen Verfahren an, also auf das mögliche Arbeitsvolumen je Arbeitskraft. Wenn in diesem Zusammenhang die Bodenbearbeitung in Verbindung mit dem Wintergetreidebau betrachtet wird, dann ergibt sich zunächst die Tatsache, daß infolge der begrenzten Zeitspanne für die Herbstbestellung mit etwa 17 Feldarbeitstagen im



Durchschnitt bei bisher guter Mechanisierungsstufe mit einem 50 PS Schlepper lediglich etwa 30 ha von einer Arbeitskraft bewältigt werden können (siehe Abbildung). Bei einer Mechanisierung mit einem Dreischarpflug, einer 2,5 m breiten Saatbettkombination und einer 2,5 m Drillmaschine bleibt die Arbeitsleistung innerhalb der angegebenen Zeitspanne auf etwa 30 ha begrenzt; dieses nur niedrige Arbeitsvolumen reicht jedoch für eine hohe Arbeitsproduktivität keineswegs aus, zumal in der Getreideernte wesentlich höhere Leistungen zu erreichen sind.

Erst eine wesentliche Steigerung der Pflugleistung mit einem 5-Scharpflug hinter einem 150-PS-Schlepper sowie der Einsatz einer 6 m Saatbettkombination und einer 10 m breit arbeitenden Sämaschine würde die Arbeitsleistung einer Arbeitskraft zur Herbstbestellung auf 80 ha insgesamt erhöhen. Dieses Arbeitsvolumen würde in etwa einer guten Mechanisierungsstufe in der Getreideernte entsprechen, jedoch würde gegenüber dem Einsatz eines sehr großen Mähdreschers wiederum ein kräftiges Ungleichgewicht zu Ungunsten der Herbstbestellung bestehen. Nur der Übergang zur Minimalbestelltechnik in Form der Frässaat und zum teilweisen Verzicht auf die Pflugarbeit würde das Arbeitsvolumen je AK emporschnellen und höchste Arbeitsproduktivitäten erwarten lassen; wird nur jedes zweite Jahr gepflügt, lassen sich etwa 120 ha von einer AK bestellen, wird jedoch völlig auf die Pflugfurche verzichtet, dann sind etwa 175 ha Herbstbestellung für 1 AK möglich. Erst dann wäre in etwa ein Gleichgewicht zu sehr leistungsfähigen Verfahren in der Ernte erreicht.

Der Grund für den bisherigen Engpaß in der Bodenbearbeitung ist sicherlich mit in unseren konventionellen Bodenbearbeitungsgeräten zu sehen, die vorwiegend von der Gespannstufe übernommen und hinter dem Zugschlepper angeordnet wurden. Eine Steigerung der Arbeitsleistung kann hierbei nur durch Erhöhung der Geschwindigkeit und der Arbeitsbreite sowie durch Koppeln mehrerer Geräte erzielt werden bei gleichzeitiger Vergrößerung der Schlepperleistungen. Die Grenzen der Zugfähigkeit sehr starker Schleppereinheiten werden jedoch immer deutlicher sichtbar. Es erscheint folglich sehr fraglich, ob überhaupt durch diese Methode, immer größere Bodenbearbeitungsgeräte über den Acker zu ziehen, das spätere Ziel höchster Arbeitsleistungen erreichbar wird. Als sinnvoller Ausweg bietet sich ein vermehrter Übergang zu angetriebenen Bodenbearbeitungswerkzeugen an, um hohe und höchste Motorleistungen in Zukunft einsetzen zu können und um die Nachteile des Zugschleppers zu umgehen.

Jedoch nicht nur durch die Steigerung des Arbeitsumfanges je AK läßt sich eine Erhöhung der Arbeitsproduktivität erzielen, sondern besonders auch durch Verbessern der ha-Erträge. Wie wirkungsvoll dieser Weg der Steigerung der ha-Erträge sein kann, mag das Beispiel zeigen, daß ein Übergang von 40 auf 60 dz Getreideertrag/ha eine Steigerung des Brutto-Arbeitseinkommens auf etwa den dreifachen Wert bedeuten kann! Mit Hilfe gezielter landtechnischer Maßnahmen sind also alle Bemühungen zu unterstützen, ein hohes Ertragsniveau zu erreichen. Das gilt besonders für die Vielzahl unserer flächenbegrenzten Betriebe.

Als Folgerung aus diesen Zusammenhängen muß in Zukunft auch eine bessere, pflanzenspezifisch optimale Bodenbearbeitung angestrebt werden. Hierzu gehört eine exakt definierte und den jeweiligen Bodenverhältnissen entsprechende Bearbeitung der einzelnen Horizonte, abgestimmt auf die einzelnen Kulturarten. Es wäre also notwendig, ein ganz bestimmtes Ausmaß an grober oder feiner Krümelung und Bodenzerkleinerung, ein entsprechendes Mischen und Wenden in den einzelnen Schichten möglichst exakt einzuhalten. Ein Übergang von der bisher mehr gefühlsmäßigen, dem Zufall unterliegenden Bodenbearbeitung zur exakten ingenieurmäßigen, vorprogrammierbaren Bearbeitung wäre zu vollziehen! Auch das erscheint perfekt nur durch vom Schlepper angetriebene, in ihrer Drehzahl veränderbare Werkzeuge erreichbar, die vielfältige Einstellungsmöglichkeiten erlauben müßten.

Unabdingbare Voraussetzung für eine derartig gezielte, pflanzenspezifische Bodenbearbeitung wären allerdings genau definierte Angaben der wissenschaftlichen Disziplinen des Acker- und Pflanzenbaues über die Anforderungen an ein optimales Pflanzenwachstum und über die Bedingungen für eine Förderung der Bodenfruchtbarkeit. Im nachfolgenden Referat von Herrn Kollegen Fischbeck werden sicherlich diese Fragen mit angesprochen. Weiterhin müßten exakte Meßmethoden entwickelt werden, um die Wirkung der Bodenbearbeitung und die Einstellung der Geräte möglichst schnell zu überprüfen.

Inwieweit die bisherigen landtechnischen Lösungen diesen skizzierten hohen Anforderungen einerseits an hohe Bearbeitungsleistungen und andererseits an die exakte Arbeitsqualität bereits gerecht werden oder wo hier Wünsche unbefriedigend bleiben, wird im dritten Referat Herr LR Dr. Vogt ausführen. Wir haben dann später bei der Vorführung Gelegenheit, 40 Pflüge, 22 Gerätekombinationen und 17 Geräte zur Minimalbestelltechnik auf diese Fragestellung hin zu beobachten.

Mit in diesen Komplex der Bestellarbeiten muß auch die Düngerausbringung einbezogen werden. Sie bringt zwar keinen Engpaß in Bezug auf hohe Arbeitsleistungen mit sich, weil dieser Arbeitsgang terminmäßig nicht eine solche Einengung mit sich bringt, und weil größere Arbeitsbreiten infolge der Ausbringung mit Schleuderstreuern möglich wurden. Aber die Handhabung der immer größeren Düngermengen gestaltet sich schwierig, und eine exakte Verteilung auf dem Acker gilt in der Praxis nach wie vor als unbefriedigend. Für gekörnte Düngerformen findet der sacklose Betrieb immer mehr Eingang in die Landwirtschaft, bei mehlartigem Dünger, wie beispielsweise Kalk, treten jedoch im eigenen Betrieb bei der Lagerung und Förderung einige Schwierigkeiten auf. Auch müssen die hohen Kosten für die Verpackung des Kunstdüngers berücksichtigt werden, wofür die westdeutsche Landwirtschaft im Wirtschaftsjahr 1969/70 etwa 130 Mill. DM aufbrachte. Über die sich anbahnenden Entwicklungen in der losen Düngerkette auch bei mehlartigen Düngersorten und über die zugehörigen technischen Hilfsmittel wird anschließend Herr LR Krinner in einem Referat berichten. Auch diese neuen Verfahren sind später bei der Vorführung zu besichtigen.

Was wäre aber eine Schlüter-Herbsttagung ohne die Behandlung der Mechanisierung der Maisernte, speziell der Silomaisernte, zumal Weihenstephan als Ausgangspunkt einer sehr stürmischen Entwicklung auf diesem Gebiet unter besonderer Initiative von Prof. Rintelen angesehen werden muß. Das schnelle Vordringen des Maisanbaues kann man an der inzwischen erreichten Anbaufläche ermessen: In diesem Jahr wurden bereits in der Bundesrepublik Deutschland ca. 240 000 ha Silo- und Grünmais angebaut, davon allein in Bayern über 135 000 ha; der Körnermais-anbau umfaßt inzwischen 118 000 ha in Westdeutschland, auch davon etwa die Hälfte in Bayern! Die Bedeutung, die die Industrie dem Silomaisanbau beimißt, kommt auf der heutigen Vorführung zum Ausdruck, auf der 30 Feldhäcksler gezeigt werden; es wird sich dem Besucher eine breite Palette darbieten von einreihigen, inzwischen stabiler gebauten Anbaufeldhäckslern auch für sehr leistungsfähige Schlepper bis hin zum dreireihigen Selbstfahrer. Um jedoch mit dieser Vielfalt an Erntegeräten sinnvolle Verfahren und Arbeitskettens in der Praxis zusammenstellen zu können, kommt es entscheidend auf die richtige Zuordnung und Abstimmung mit den Transport- und Einlagerungsleistungen an. Besonders die Einlagerung scheint mehr und mehr je nach Behälterbauart ein Engpaß zu werden, wenn höchste Verfahrensleistungen angestrebt werden sollen. Über diese Zusammenhänge und die sich daraus ergebenden landtechnischen Folgerungen gibt eine gemeinsame Untersuchung von Dr. Schön, Dr. Schurig und LR Pirkelmann Aufschluß, über die Dr. Schön später berichten wird.

Aber auch die Erfahrungen der Praxis gerade über dieses wichtige Gebiet der Silomaisernte besitzen ein besonderes Gewicht. Um nun einen guten Überblick über die Wünsche der Praxis zu erhalten, jedoch um die mehr oder weniger erzwungene Einseitigkeit eines einzelnen Praktikers auszuschließen, der nur über die spezielle Erntetechnik seines eigenen Betriebes unter den jeweils vorliegenden Verhältnissen berichten könnte, wurde ein interessanter neuer Weg beschritten. Da bei den Maschinenringen genaue Abrechnungen und Aufzeichnungen vorliegen, ließ sich durch Auswerten dieser Unterlagen eine gute Übersicht über die Leistungen und Schwächen der verschiedenen Silomaisernteverfahren erzielen. Der Geschäftsführer des Kuratoriums Bayer. Maschinenringe, Herr Dr. Anton Grimm, wird abschließend vom Gesichtspunkt des überbetrieblichen Einsatzes und den sich hier ergebenden hohen Anforderungen und Erfahrungen referieren.

Schließlich wäre auch noch als neues Konservierungsverfahren für die Schweinemast die Gewinnung von Maiskolbensilage zu erwähnen, ein Gebiet, über das bereits vor einem Jahr in Referaten ausführlich berichtet wurde. Die maschinentechnischen Fortschritte, die im letzten Jahr durch Verbesserungen der Pflückhäcksler erzielt werden konnten, können bei der heutigen Vorführung wahrgenommen werden. — Damit wäre das Fachprogramm der diesjährigen Herbsttagung umrissen. Als Sprecher der Landtechnik Weihenstephan wünsche ich Ihnen allen vielfältige Anregungen und ersprißliche fachliche Aussprachen, besonders aber auch ein persönliches Näherkennnenlernen im Kreise der Landtechniker.

Pflanzenbauliche Anforderungen an eine optimale Saatbettvorbereitung für Getreide, Mais und Hackfrüchte

von Prof. Dr. Gerhard Fischbeck, Direktor des Institutes für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Weihenstephan.

Wirtschaftliche Überlegungen zwingen den Landwirt in zunehmendem Maß zu einer Spezialisierung auch in der Pflanzenproduktion auf dem Ackerland.

In vielen Fällen wird dabei versucht, durch eine Beschränkung in der Zahl der Arbeitskettens und auf den verstärkten Anbau der leistungsfähigsten Kulturarten selbst angesichts möglicher Fruchtfolgeschäden im Durchschnitt doch hohe, zumindest aber wirtschaftliche Leistungen zu erzielen.

Jeder auf dem Ackerland heranwachsende Pflanzenbestand tritt mit den Maßnahmen der Aussaat oder des Auspflanzens und den Bedingungen für das Auflaufen in seine Ertragsentwicklung ein.

Wir alle wissen, daß eine im optimalen Bereich liegende Bestandesdichte für alle Kulturarten des Ackerlandes die wesentliche Voraussetzung für die Erzielung hoher Ertragsleistungen darstellt.

Während aber die ältere Anbautechnik die Regulierung der Bestandesdichte entweder natürlichen Einwicklungsvorgängen überließ, wie etwa der Selbstregulierung der Bestockung der Keimpflanzen des Getreides, oder (besonders im Rübenbau) durch das Vereinzeln nach dem Auflaufen mit eigener Arbeitsleistung diese Regulierung selbst in die Hand nahm, sollen in der heutigen spezialisierten Anbautechnik die Voraussetzungen für eine optimale Bestandesdichte schon mit der Aussaat und dem Auflaufen weitgehend sichergestellt sein.

Dies erklärt die große Bedeutung, welche wir dem „Feldaufgang“ zumindest bei empfindlicheren Kulturen wie Zuckerrüben und Mais heute zumessen müssen.

Die pflanzenbaulichen Anforderungen an eine optimale Saatbettvorbereitung für die verschiedenen Kulturarten ergeben sich daher weitgehend aus ihrer Keimungsphysiologie.

Wir wollen dabei davon ausgehen, daß das verwendete Saat- oder Pflanzgut normale Keimfähigkeit besitzt, was ja zumindest durch den Bezug von zertifiziertem Saatgut jederzeit sichergestellt werden kann.

Die unmittelbaren Voraussetzungen für den Keimungsvorgang bilden danach

- a) die ausreichende Zufuhr von Quellwasser (mit Ausnahme der Pflanzkartoffel, die in ausreichendem Maße über eigene Wasserreserven verfügt). Bei trockenem, generativ erzeugtem Saatgut beginnt die Keimung in der Regel mit Wassergehalten über 30%, die optimalen Wassergehalte liegen bei allen Saatgutformen ziemlich einheitlich zwischen 40–45%;
- b) die Überschreitung der minimalen Keimtemperatur. Hier treten besonders große Artunterschiede hervor;

c) die ausreichende Versorgung mit Sauerstoff. Dies ist zumindest nach der Einleitung der Keimungs- und Atmungsvorgänge von großer Bedeutung. Das erfolgreiche Auflaufen, der tatsächlich erzielte Feldaufgang, ist außerdem abhängig:

d) von dem mechanischen Widerstand, den die ankeimenden Sproßteile bis zum Durchbruch an die Bodenoberfläche zu überwinden haben;

e) von der Zerstörung oder Beschädigung der Keimorgane durch Krankheiten und Schädlinge im Boden.

Wir brauchen uns nun lediglich zu überlegen, wie wir zu einer optimalen Kombination dieser Einflußgrößen kommen, und ich möchte Ihnen dazu einige Angaben machen.

Eine Tabelle soll zunächst die artunterschiedlichen Mindestvoraussetzungen für den Keimungsvorgang erläutern:

Minimale Keimtemperaturen

Getreide	2° - 4° C
Beta-Rüben	5° C
Kartoffeln, vorgekeimt	5° C
Kartoffeln, nicht vorgekeimt	6° - 8° C
Mais	10° C

Abb. 1

Am wichtigsten sind die minimalen Keimtemperaturen, welche besonders für den Maisanbau von ertragsentscheidender Bedeutung sein können.

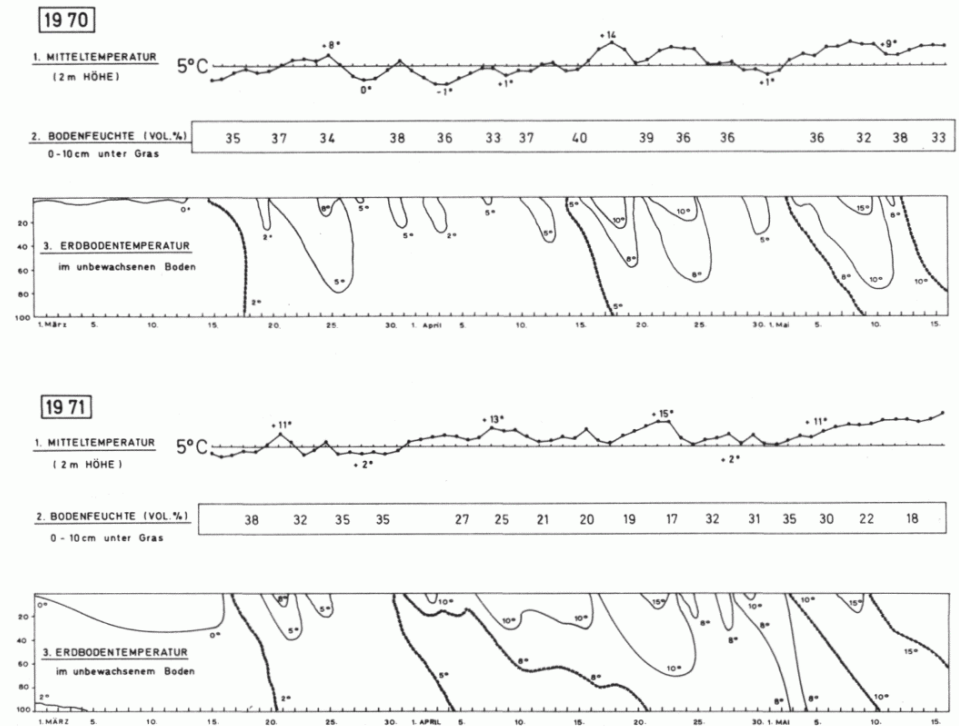
Auf den Temperaturgang, Wassergehalt, indirekt damit auch schon auf die Sauerstoffversorgung hat der Witterungsverlauf ohne Zweifel den größten Einfluß, was sich am besten am Beispiel der extrem verschiedenartigen Verhältnisse im Frühjahr 1970 und 1971 verdeutlichen läßt.

Es bleiben viele Ansätze für anbautechnische Eingriffsmöglichkeiten, die wir uns kurz vor Augen führen wollen.

Die **Keimtemperatur** wird am nachhaltigsten beeinflusst durch die Saatzeit, frühere Aussaat im Herbst oder spätere Aussaat im Frühjahr bedeuten in der Regel höhere Temperatur in den obersten Bodenschichten.

Von wesentlich geringerer, aber noch spürbarer Bedeutung ist die Saattiefe, wobei zu Beginn und während der Vegetationszeit die Temperatur mit der Bodentiefe

Bodenklima - und Witterungsdaten für das Frühjahr 1970 bzw. 1971 von Weihenstephan *



* Deutscher Wetterdienst, Agrarmeteorologische Forschungsstelle Weihenstephan

Abb. 2

abnimmt, während im Spätherbst und Winter in tieferen Bodenschichten höhere Temperaturen vorliegen. Obwohl bei wirklich günstiger Witterung, wie wir aus den Verhältnissen im Frühjahr 1971 sehen konnten, die Erwärmung rasch in größere Bodentiefe vordringt, können sich bei ungünstiger Witterung doch spürbare Unterschiede in den Temperaturverhältnissen während der Keimung durch ungleichmäßige Saattiefe ergeben, was in besonderer Weise für den Feldaufgang der Beta-rüben und die Bestandesdichte von Silo- oder Körnermais von Bedeutung sein dürfte.

Erwähnenswert ist schließlich der Lockerungsgrad der obersten Bodenschicht. Der mit zunehmender Austrocknung rasch abnehmende Kalorienbedarf für die Temperaturänderung begünstigt sowohl raschere Erwärmung als auch eine raschere Abkühlung der gelockerten Schicht, während gleichzeitig die Wärmeleitfähigkeit in die darunter liegende Bodenschicht eingeschränkt wird. Im Vergleich zu dichtlagerndem

Boden müssen wir daher in der gelockerten Schicht des Saatbettes mit stärkeren täglichen Temperaturschwankungen rechnen. Diese Differenz kann 3–5° C ausmachen und ermöglicht es, daß die minimale Keimtemperatur zumindest kurzfristig deutlicher überschritten wird.

Nur ausnahmsweise haben wir die Möglichkeit, die Minimalanforderungen an die Keimtemperatur am verwendeten Saatgut zu verändern. In gewissen Grenzen ist dies bei der Kartoffel der Fall. Die durch erhöhte Temperaturen vor dem Auspflanzen erreichte Keimstimmung oder das allerdings aufwendigere Vorkeimen bringen eine Absenkung der Minimalanforderungen für die weiteren Keimvorgänge um 1–2° C mit sich, nachdem der Keimungsvorgang bei Temperaturen über 10° C zunächst eingeleitet wurde.

Besonders häufig werden Keimungsvorgänge nach der Aussaat durch Schwierigkeiten in der **Wasserversorgung** beeinträchtigt. Dabei kann jedoch nicht nur Wassermangel, sondern – häufiger bei den Herbstsaaten – auch Wasserüberschuß die Ursache sein.

Wassermangel im Quellstadium war die häufigste Ursache für lückiges Auflaufen im zurückliegenden Frühjahr. Der von der Saattiefe hauptsächlich beeinflusste Austrocknungsgrad neben dem nicht immer sicheren Anschluß an die Kapillarität nicht gelockelter Bodenschichten sind die Haupteinflußgrößen. Besonders gefährdet ist auch hier der relativ großkörnige Mais mit höheren Ansprüchen an den Keimwasserbedarf und nur zögernder Entwicklung der Keimorgane, Schwierigkeiten ergeben sich weiterhin bei den Betarüben auf Grund erschwerter Bedingungen für die Wasseraufnahme bei gleichzeitig flacher Kornablage. Auch die Flachsaaten sehr feinkörniger Arten (Kruziferen) sind hier zu nennen.

Vielleicht ist in diesem Zusammenhang der Hinweis angebracht, daß die Jugendentwicklung bei kühleren Temperaturen, die natürlich oberhalb der Minimaltemperatur liegen müssen, die Wurzelentwicklung der meisten Kulturpflanzen deutlich begünstigen, was in früh eintretenden Trockenperioden bei vorhandenem Wurzelanschluß an feuchte Bodenzonen noch begünstigt wird. Frühsaaten entwickeln daher häufig mehr Widerstandsfähigkeit gegen spätere Trockenperioden, die natürlich nur bis zu einer Erschöpfung des Bodenvorrates an pflanzenverfügbarem Wasser reichen kann.

Ähnlich wie Wassermangel kann sich eine Keimhemmung durch überlegene osmotische Kräfte in der Umgebung des Saatkornes auswirken. Übersteigt die Saugkraft der umgebenden Bodenlösung Werte über 14 atm., werden alle Lebensvorgänge gehemmt. Solche Situationen können entstehen, wenn Mengen von über 250 K₂O oder 150 N-Dünger direkt zur relativ flachen Rübensaat gegeben werden. Sie sind jedoch schon durch relativ flaches Einarbeiten zu verhindern.

So sehr einer mangelnden Wasserversorgung durch Dichtlagerung des Bodens (Walzen-, bzw. Schlepperspuren) im Frühjahr vorgebeugt werden kann, im Herbst ist eine dichter lagernde Bodenschicht zum Teil die Ursache für längeren Wasserstau und damit verbundenen Sauerstoffmangel des Saatkornes. Die abgesetzte Saatfurche ist daher bei späteren Herbstsaaten, wie sie in den angestregten Getreidefruchtfolgen häufiger praktiziert werden, besonders auf schwereren Böden

eigentlich überflüssig und eher schädlich als nützlich. Wichtig ist dabei jedoch, daß auch in der lockeren Bodenschicht eine Tiefenbegrenzung der Säorgane sichergestellt ist. Das Ausbleiben der Wintersaat in den Schlepperfurchen oder die kümmernde Jugendentwicklung der aufgelaufenen Pflanzen sind ein sichtbarer Ausdruck einer leider nicht vorhersehbaren Übersättigung mit Niederschlagswasser.

Mangelnde **Sauerstoffversorgung** der keimenden Körner steht im Zusammenhang mit überstauender Nässe bei starken Niederschlägen, wie gerade dargelegt. Hierzu ist eine ausreichende Dränkapazität des Saatbettes erforderlich. 20 mm Niederschlag ohne Abzug in den Untergrund dürften das Porenvolumen einer 20 cm tiefen gelockerten, normal durchfeuchteten Bodenschicht zu 100% mit Wasser ausfüllen. Die zweite Ursache für Sauerstoffmangel liegt in einer Unterbrechung des Gasaustausches durch eine dichtgelagerte verschlämmte Oberfläche, zu der besonders schluffige Böden bei unzureichender Kalkversorgung neigen.

Das mechanische Aufbrechen dieser Krusten ist jedoch nur solange sinnvoll, als die darunter befindlichen keimenden Sproßorgane nicht gleichzeitig großer mechanischer Verletzungsgefahr ausgesetzt sind.

Einige Bemerkungen sind noch erforderlich zur Beeinflussung des Feldaufganges. Der **mechanische Widerstand** gegen das Auflaufen des keimenden Kornes wächst mit zunehmender Saattiefe und wird außerdem von Dicke und Festigkeit zonaler Verdichtungen an der Bodenoberfläche bestimmt.

Die Kraft, welche dem Keimling die Überwindung solcher Widerstände ermöglicht, hängt ab von der Intensität der Keimung, welche beeinflusst wird vom Gesundheitszustand des Saatkornes, seinen Endospermreserven (Korngröße) und der Annäherung an optimale Keimtemperaturen.

GESTALTUNG DES SAATBETTES

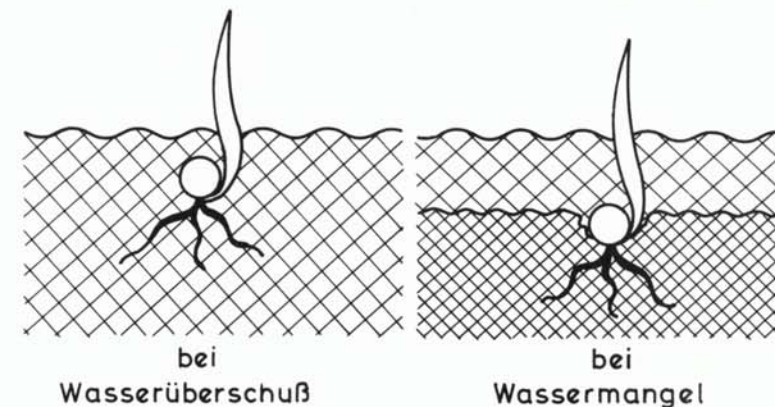


Abb. 3

Eine Dezimierung durch **Keimlingsinfektionen** hängt ab von der Konzentration der samen- oder bodenbürtigen Krankheiten oder Schädlingen, den natürlichen Abwehrkräften bzw. dem Regenerationsvermögen, die wiederum von hoher Keimintensität begünstigt und durch sachgemäße Beizung wesentlich unterstützt werden können. Außerdem ist die Weglänge im Boden, im wesentlichen also die Saattiefe von Bedeutung. Tiefere Aussaat erhöht sowohl die Chancen für Keimlingsinfektionen durch bodenbürtige Schadorganismen, als auch die Intensität der Wurzelbildung und damit ihr Regenerationsvermögen geringer bleibt.

Das schematisierte Idealbild für die Saatbettvorbereitung sollte nach diesen Überlegungen zwei verschiedenartige Situationen unterscheiden. (Abbildung 3).

Das Saatbett für solche Fälle, in denen zumindest zeitweise mit einem Wassermangel gerechnet werden muß, entspricht der altbekannten Vorstellung von einem festem Fuß mit lockerer Oberschicht. Es läßt sich bei einer maßstabgerechten Anpassung an die Größe des Saatkornes und modifiziertem Einfluß von Artunterschieden auf alle frühen Herbst- und Frühjahrssaaten anwenden und trifft, wenngleich nicht aus Gründen der Wasserversorgung, sogar für die Kartoffelpflanzung zu.

Für herbstliche Spätsaaten von Getreide, die zunehmend an Bedeutung gewinnen, gilt dieses Ideal jedoch nicht, hier gilt es eher, möglichem Wasserüberschuß vorzubeugen.

In beiden Fällen liegt jedoch das besondere Kunststück der Saatbettherrichtung darin, die angestrebte Idealstruktur in völliger Gleichmäßigkeit auf dem ganzen Schlag herzustellen. Erst damit werden die Voraussetzungen für einen hohen und gleichmäßigen Feldaufgang hergestellt.

Landtechnische Möglichkeiten für eine gezielte und schlagkräftige Bodenbearbeitung

von LR Dr. C. Vogt, Landwirtschaftskammer Weser/Ems

Eine Bodenbearbeitung muß immer gezielt sein, da mit ihrer Hilfe möglichst günstige Standortverhältnisse für die angebauten Kulturpflanzen geschaffen werden sollen. Da unsere Kulturpflanzen sehr unterschiedliche Ansprüche an Saatbett, Wurzelbett und Standort stellen, muß bei der Bearbeitung auf pflanzenspezifische Eigenarten Rücksicht genommen werden. Dazu kommt aber noch, daß auch unterschiedliche Bodenverhältnisse gezielte Maßnahmen erfordern, und solche unterschiedlichen Bodenverhältnisse finden sich schon auf engstem Raum. Etwas geräumiger gesehen, sind auch die klimatischen Bedingungen für die Pflanzenproduktion außerordentlich verschieden.

Eine gezielte Bodenbearbeitung muß also auf die Eigenarten der jeweiligen Kulturpflanze, auf die Standorte und auf die vorliegenden Klimabedingungen Rücksicht nehmen. Ohne diese Rücksichtnahme sind hohe Ernteerträge kaum zu erwarten, man geht unnötige Risiken ein, und außerdem erschwert man sich u. U. auch noch die Ernte und die nachfolgenden Arbeiten.

Ebenso nachdrücklich muß auch die Forderung nach einer schlagkräftigen Bodenbearbeitung gestellt werden. Die Bodenbearbeitung im Frühjahr und im Herbst ist nämlich zumindest in den Ackerbaubetrieben zu einer Arbeitsspitze geworden, die um so ausgeprägter ist, je stärker der betroffene Betrieb sich spezialisiert hat. Diese neuen Arbeitsspitzen sind dadurch entstanden, daß die traditionellen Arbeitsspitzen mit Hilfe einer starken Mechanisierung abgebaut wurden, während man es lange Zeit versäumt hat, die Schlagkraft in der Bodenbearbeitung den allgemein gewachsenen Erfordernissen anzupassen. Man hat aber immer mehr erkannt, wie wichtig eine rechtzeitige Bestellung vor allem für die Ertragssicherheit ist. Besonders deutlich wird das auf schwierigen Böden, z. B. auf schluffreichen älteren Marschböden sowie beim Anbau von Ackerfrüchten unter Grenzbedingungen, z. B. beim Körnermais im nordwestdeutschen Raum.

Es hat also schon seine guten Gründe, wenn sich vor allem bei der Frühjahrsbestellung in vielen Betrieben die Arbeiten auf wenige Tage zusammendrängen. Die Forderung nach einer schlagkräftigen Bodenbearbeitung steht daher durchaus gleichrangig neben der Forderung nach gezielten Bearbeitungsmaßnahmen. Dabei schließen sich beide Forderungen keineswegs gegenseitig aus, im Gegenteil: nur der gut mit leistungsfähigen Maschinen und Geräten zur Bodenbearbeitung ausgerüstete Betrieb hat die Schlagkraft und damit auch die Zeit, um eine gezielte Bearbeitung durchzuführen.

Es soll nun nicht heißen, daß eine starke Mechanisierung allein schon eine gezielte Bodenbearbeitung garantiert. Zur gezielten Bearbeitung gehört durchaus eine Menge mehr als reichlich Technik, und viel Technik kann auch Folgen haben, die wirtschaftlich keineswegs erwünscht sind. Eine hohe Schlagkraft zur gezielten Bearbeitung darf die Betriebe also nicht überfordern, was bei einem Betrieb besonders dann der Fall sein kann, wenn er ein vielseitiges Anbauverhältnis mit einem entsprechend differenzierten Maschinenpark hat. Die Forderungen nach einer gezielten und schlagkräftigen Bodenbearbeitung können daher durchaus zu einer noch weitergehenden Spezialisierung in den Betrieben führen.

Alle Überlegungen, die sich auf eine gezielte und schlagkräftige Bodenbearbeitung richten, müssen nach dem eben Gesagten zum Ziel haben, den Pflanzen günstige Wachstumsbedingungen zu verschaffen, hohe Arbeitsleistungen zu ermöglichen und dabei vor allem die Investitionsbelastung der Betriebe in vertretbaren Grenzen zu halten.

Getreide ist eine Kulturpflanze, die nach einer weit verbreiteten Auffassung nur geringe Ansprüche an den Aufbau des Wurzelbettes und damit an eine gezielte Bearbeitung stellt. Das gilt aber bestenfalls nur für den Hafer, alle anderen Getreidearten stellen sehr wohl ihre Ansprüche und verlangen daher auch eine gezielte Bearbeitung. So verlangen alle Wintergetreidearten auf jeden Fall einen gut abgesetzten Boden, der Weizen sogar ein ausgesprochen festes Saatbett. Die Ansprüche steigen in der Reihenfolge Hafer – Roggen – Weizen – Gerste, wobei

man allen Gerstenarten einen tiefgründig bearbeiteten Boden anbieten sollte, da gerade sie besonders empfindlich gegen Bodenverdichtungen sind. Im Gegensatz zu den übrigen Getreidearten verlangen sie außerdem einen feinkrümeligem aber auch abgetrockneten Boden.

Aus diesen Ansprüchen leiten sich einige Forderungen an die Bodenbearbeitung ab. So sollte man ruhig so tief pflügen, wie Boden und vorhandene Pflüge das zulassen, wenn man nur erreichen kann, daß der Boden sich schnell genug wieder absetzt. Eine tiefe Furche mit anschließender ausreichender Verdichtung bringt auch bei Getreide deutliche Mehrerträge. Das hat sich besonders auf leichten Böden im nordwestdeutschen Raum nachweisen lassen. Die Gründe dafür sind vor allem in der Vergrößerung des Wurzelraumes zu sehen.

Tief pflügen kann man aber nur dann, wenn man ausreichend zugkräftige Schlepper und breite Pflugkörper einsetzt. Starke Schlepper benötigt man außerdem zur Leistungserhöhung, weil mit zunehmender Pflugtiefe und wachsender Körperbreite der spezifische Pflugwiderstand fühlbar ansteigt. Breite Körper werden gebraucht, weil die Pflugtiefe zur Pflugbreite mindestens in einem Verhältnis von 1:1 stehen muß. Darüber hinaus haben breite Pflugkörper aber auch noch technische Vorteile. Sie räumen die Pflugfurche nicht nur besser für breite Schlepperreifen aus; Pflüge mit breitschneidenden Körpern haben auch größere Durchgänge.

Eine höhere Schlagkraft beim Pflügen ist kaum noch über höhere Geschwindigkeiten zu erreichen, weil auch hier der spezifische Pflugwiderstand Grenzen setzt, weil das Verhalten des Bodens beim Pflügen nur in einem relativ eng begrenzten Geschwindigkeitsbereich so ist, wie wir uns das wünschen und weil sehr oft Hindernisse im Boden hohe Geschwindigkeiten verbieten. Leistungssteigerungen lassen sich also im Prinzip nur noch über eine Vergrößerung der Arbeitsbreiten erreichen. Das gilt besonders für den Durchschnitt der vorhandenen Pflüge. Was heute an Großpflügen auf dem Markt ist, dürfte zunächst einmal das Maximum für einige Zeit darstellen, und zwar vom Pflug wie vom zugehörigen Schlepper her gesehen. Dabei sind es nicht allein technische Probleme, die die Arbeitsbreiten begrenzen. Wirtschaftliche und betriebsstrukturelle Gegebenheiten lassen in der Spitze wohl nur noch ein langsames Anwachsen zu.

Es bleibt zur Erhöhung der Schlagkraft bei der Bodenbearbeitung zu Getreide daher eigentlich nur noch das Kombinieren von Arbeitsgängen, das heute technisch kaum noch Probleme aufwirft. Bekannt ist der Nachläufer hinter dem Pflug in vielen Bauarten und Ausführungen. Aber gerade, weil es so viele Variationen davon gibt, und weil so oft die falschen Geräte eingesetzt werden, lohnt es sich, näher darauf einzugehen.

Mit fast allen Nachläufern kann man zwar die frisch gepflügte Bodenoberfläche krümeln, mit einigen sogar viel zu fein. Das ist aber nicht das Arbeitsziel, vielmehr hat die unüberlegte Auswahl irgendwelcher Nachläufer nichts mit einer gezielten und schlagkräftigen Bodenbearbeitung zu tun. (Abb. 1)

Wenn man für Getreide ein abgesetztes Saatbett verlangt, dann läßt sich dieses nur mit solchen Nachläufern erreichen, die den Boden hinreichend auch in den tieferen Schichten verfestigen. Das kann aber nun einmal nur der Krumenpacker, und das auch nur, wenn er schwer genug und groß genug ist. 700 oder wahrscheinlich sogar besser noch 800 mm Durchmesser der einzelnen Ringe, 15 cm Abstand der Ringe und ca. 60 kg Gewicht pro Ring müssen gefordert werden.

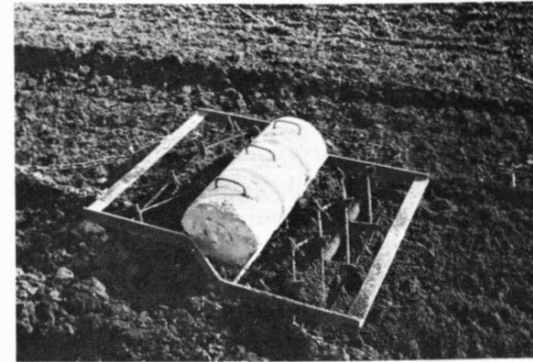


Abb. 1: Leichte Nachlaufgeräte am Pflug können nur die Bodenoberfläche krümeln.

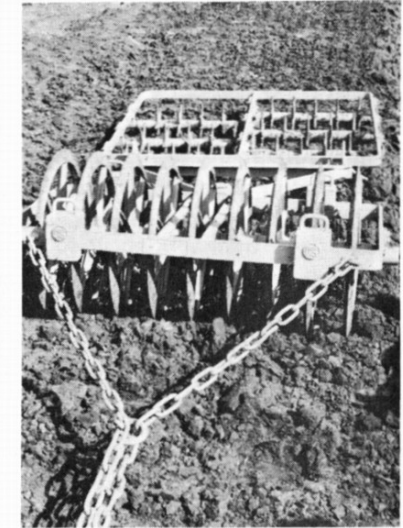


Abb. 2: Kombinierte Packer schaffen als Nachlaufgeräte ein fertiges Saatbett.

Die Wirkung solcher Packer ist auf Sandböden bis in eine Tiefe von 20 cm deutlich nachweisbar. Der Einsatzbereich des Packers ist aber keineswegs nur auf leichte Sandböden beschränkt. Milde Lehm Böden reagieren zweifellos gleichfalls positiv auf seinen Einsatz und sogar auf bindigen Böden lassen sich mit ihm noch gewisse Wirkungen erzielen. Für alle Böden gilt aber, daß auf ihnen die Oberfläche nur wenig durch den Packereinsatz gekrümelt wird. Die Oberfläche bleibt oft nicht nur zu rau, häufig ist die Oberschicht, je nach Bodenart 5 bis 10 cm, auch zu locker für eine gleich darauf folgende Einsaat.

Es hat sich deswegen bewährt, Packerkombinationen einzusetzen, die eine noch weitergehende Verfestigung und Feinkrümelung auch an der Oberfläche vornehmen. Für Sandböden haben sich als zweckmäßig zusätzliche Packerwalzen mit geringem Durchmesser erwiesen, auf etwas bindigeren Böden hat sich die Notzonegge als Zusatzgerät bewährt. Mit solchen Kombinationen erzielt man nicht nur einen saarfertigen, den Ansprüchen des Getreides entsprechenden Acker. Auch die Packerwirkung selbst wird erhöht, weil in der Zugkraft für den angehängten Nachläufer eine zusätzliche senkrechte Komponente liegt, die den Packerdruck entsprechend ihrer Größe erhöht.

Bei Packerkombinationen für Drehpflüge muß die zusätzliche Krümelwalze zweimal vorhanden sein; sie muß vor und hinter dem Packer laufen. Hierbei kann es vorkommen, daß alle Wellen in einen starren Rahmen gehängt werden. Die Einzelgeräte behindern sich dann aber gegenseitig bei der Arbeit, sie müssen daher gegeneinander frei beweglich sein und möglichst gegeneinander verstellt werden können.

Im übrigen verkürzt der Packereinsatz nicht nur die Zeitspanne zwischen Pflugarbeit und Aussaat, er spart auch nicht nur Arbeitszeit ein. Ein wesentlicher zusätzlicher Vorteil besteht darin, daß er den Einsatz von Folgegeräten, wie Düngerstreuern und Pflanzenschutzspritzen erleichtert und beschleunigt. Er verbessert sogar die Einsatzbedingungen für die Erntemaschinen, da nur noch wenige und schwächer ausgeprägte Spuren auf den Acker kommen. Und wieviel ein spurenfreier Acker ausmachen kann, das kann am besten derjenige ermessen, der einen Mähdrescher quer zu solchen Spuren fahren muß oder bei der Strohernte als Packer auf dem Wagen wirkt.

Ein weiterer Schritt zur Erhöhung der Schlagkraft kann die Kombination von Packern mit Sägeräten oder Düngerstreuern sein. Hierbei ergibt sich aber die Frage, ob damit auch noch eine gezielte Bestellung möglich ist, weil wohl nicht sichergestellt werden kann, daß die Saattiefen genau einzuhalten sind. Wie wichtig diese Frage ist, ist aber z. Z. wohl kaum zu beantworten. Man muß bei solchen Geräten aber auch bedenken, daß mit der Kombination von immer mehr Funktionen die Anforderungen an die Bedienungsperson der Maschine erheblich ansteigen. Die Grenze der zumutbaren Belastung kann leicht erreicht werden, wenn Forderungen nach hoher Leistung mit der Forderung nach hoher Arbeitsqualität bei gleichzeitiger vielseitiger Überwachungstätigkeit zusammenfallen. Im übrigen bringen Vollkombinationen dieser Art im wesentlichen nur dem kleineren, d. h. in der Regel dem Ein-Schlepper-Betrieb Vorteile. In größeren Betrieben, die mit entsprechenden Arbeitsbreiten hantieren müssen, ist die Schlagkraft bei der Bodenbearbeitung sicherlich höher, wenn mit verschiedenen Maschinen hinter mehreren Schleppern gearbeitet wird.

Wenn man aber größere Pflug-Bestell-Kombinationen einsetzt, die immerhin bei einer Arbeitsbreite von 2,50 m eine landwirtschaftliche Leistung von 1 ha/h haben, entfallen auf Rüst- und Nebenzeiten etwa 50% der Gesamtarbeitszeit, ein Betrag, der im Grunde viel zu hoch ist. Das darf aber nicht heißen, daß die Entwicklung von Pflug-Säkombinationen nicht weiter verfolgt werden sollte, weil hier sicherlich echte Reserven für eine Erhöhung der Schlagkraft bei den Bestellungsarbeiten liegt. Wenn das anscheinend auch nur für kleinere Einheiten gilt, so sollte man sich doch vor Augen halten, daß kleinere Betriebe immer noch in der Überzahl sind und es noch lange bleiben werden.

Zum Abschluß dieses Kapitels sei noch ein Hinweis gestattet: Lange Wegezeiten können die Schlagkraft eines Verfahrens erheblich beeinträchtigen. Leider lassen sich aber nun gerade die Pflugnachläufer so umständlich transportieren, daß bei größeren Feldentfernungen wegen der Zeitverluste oft auf den Packereinsatz verzichtet wird. Und das, obwohl die günstige Wirkung des Packers von den Landwirten keineswegs verkannt wird. Die Landmaschinenindustrie sollte daher verstärkt nach Leistungen suchen, die den Transport der Nachläufer erheblich erleichtern und beschleunigen kann. Auch das wäre ein Beitrag zur Erhöhung der Schlagkraft in der Bodenbearbeitung.

Wenn gezielte Bearbeitungsmaßnahmen beim Getreide zu einem festen und abgesetzten Boden führen müssen, dann ist das bei *Kartoffeln* und den Brassicaarten genau umgekehrt. Diese Früchte verlangen nämlich einen gut gelockerten, luftreichen Boden. Deshalb kann bei ihnen auch eine schlagkräftige Bestellung ohne

besondere technische Vorkehrungen erfolgen. Für Kartoffeln ist die Frühjahrsfurche durchaus geeignet, eine einmalige, nicht einmal besonders gezielte Nachbearbeitung sorgt schon für ein ausreichend vorbereitetes Pflanzbett.

Auch zum Raps sollte man mit schweren Packern nur dann pflügen, wenn man die Wasserversorgung der Keimlinge sonst nicht sicherstellen kann. Auf leichteren Böden muß man sich jedoch ohnehin auf die Wasserversorgung durch Niederschläge verlassen. Im übrigen stehen lufthungrige Pflanzen wie Kartoffeln und Raps besonders gut nach Krumenvertiefungen, Grünlandumbrüchen und nach einer Unterbodenlockerung. Für Kartoffeln, Brassicaarten und im gewissen Umfang auch für den Hafer wird daher im allgemeinen eine gezielte Bearbeitung nicht erforderlich sein. Es ist aber auch immerhin etwas wert, wenn man weiß, daß die genannten Früchte den häufigsten Fehler bei der heutigen Bodenbearbeitung, nämlich eine zu starke Lockerung, noch am besten vertragen.

Ganz anders sieht das aber bei den *Rüben* aus. Die Rübe stellte schon immer die höchsten Ansprüche an die Bodenbearbeitung, und die 10 bis 12 Arbeitsgänge, die früher der Rübenbestellung vorangingen, hatten schon ihre guten Gründe. Die Rübe verlangt vor allem einen gleichmäßig aufgebauten Boden, in dem zumindest im Hauptwurzelbereich keine verdichteten, aber auch keine besonders aufgelockerten Zonen auftreten dürfen. Dazu wird noch eine feine Krümelstruktur, eine möglichst ebene Oberfläche, eine ausreichende Wasserversorgung im Keimbereich und eine gute Erwärmungsfähigkeit des Bodens verlangt. Mit dem jetzt verwendeten Monogermsaatgut und der zunehmenden Bedeutung der Ablage auf Endabstand werden die Anforderungen an den Bodenaufbau und damit an die vorhergehende Bearbeitung noch höher. Hinzu kommt noch, daß auch die Sägeräte immer höhere Ansprüche erfüllen müssen, und das können sie nur, wenn die Voraussetzungen vom Bodenaufbau her dafür gegeben sind.

Über die Herbstfurche zu Rüben und ihre Ausführung kann man daher kaum diskutieren, es sei denn auf ganz leichten Böden, die im feuchten Klima über Winter ihre Struktur vollständig verlieren können. Bei der Nachbearbeitung der Pflugfurche muß man sich aber wirklich überlegen, ob die einmalige Bearbeitung mit Kombinationen, und mögen sie noch so ausgeklügelt sein, überhaupt noch zu verantworten bzw. zu empfehlen ist. Zu vertreten ist eine Bodenvorbereitung zu Rüben in einem Arbeitsgang nur unter ganz besonderen Bedingungen. Auf dazu geeigneten Böden – tiefgründige Löß – oder Braunerdeböden – wird die Herbstfurche mit einem leichten Nachlaufgerät eingeebnet. Dazu dürften gewichtsbelastende Zackenpacker recht gut geeignet sein. Im Frühjahr wird dann nur so flach nachgearbeitet, wie die Saattiefe beträgt. Da diese aber nur 2–3 cm ist, muß so außerordentlich flach gearbeitet werden, daß dieses nur mit speziell geformten Krümelwalzen und großen, flach schneidenden Grubbermessern möglich ist. Dann ist es durchaus möglich, ein ideales Rübensaatbett mit hoher Schlagkraft herzustellen. Wegen der hohen Anforderungen an die Arbeitsgenauigkeit gelingt das aber leider selten genug.

Man sollte daher doch wohl in der Regel den anderen Weg gehen, sich davon lösen, daß man unbedingt in einem Arbeitsgang fertig werden muß und sollte das Rübensaatbett systematisch aufbauen. Dazu gehört die sorgfältige tiefe Herbstfurche, die auf Böden, die das vertragen, durchaus schon eingeebnet werden

kann. Die erste Bearbeitung im Frühjahr erfolgt dann mit etwas tiefer gehenden Werkzeugen, die u. a. auch ein Abtrocknen des Bodens beschleunigen. Als Geräte für die Bearbeitungskombination stehen Feingrubber mit kurzen Zinken sowie Zackenkrümler zur Wahl. In einem zweiten Arbeitsgang kann dieselbe Kombination verwendet werden, der Vorläufer sollte aber flacher arbeiten. Daher kann es zweckmäßig sein, in der Kombination den Grubber gegen eine Egge auszuwechseln. Man sollte auch überprüfen, ob es in jedem Fall sinnvoll ist, Drahtwälzegen als Nachläufer zu verwenden, da sie den Boden oft zu stark krümeln und häufig auch zu stark lockern. Wenn sie schon zum Einsatz kommen, dann nur mit 8 mm starken Drähten.

Zwischen den genannten Arbeitsgängen kann eine Bearbeitung mit der Walze erfolgen, auf die zwar in den letzten Jahren immer mehr verzichtet worden ist. Der Einsatz der Walze kann sich aber durchaus lohnen, vor allem dann, wenn hohe Anforderungen an die Genauigkeit der Ablage in Tiefe und Abstand gestellt werden. Die Hersteller der Einzelkornlegegeräte würden einen solchen Arbeitsgang sicherlich begrüßen.

Dieser Vorschlag zum Ablauf der Arbeiten zur Vorbereitung des Rübensaatbettes mag einigermaßen unverständlich sein, da hier über eine gezielte, schlagkräftige Bodenbearbeitung gesprochen werden soll. Es sind ja auch eine Reihe vielversprechender Versuche bekannt geworden, Kombinationen zur Reihenbearbeitung mit gleichzeitiger Aussaat zum Einsatz zu bringen. Wenn hier aber von der Bodenbearbeitung im Zusammenhang mit Schlagkraft und gezielten Maßnahmen die Rede ist, dann darf man nicht allein auf die Schlagkraft achten, sondern muß auch sehen, was nach der Bearbeitung kommt. Und das sind vor allem die Pflegemaßnahmen in den Rüben, die zusammen ja immer noch viel mehr Arbeit verursachen können, als alle Bearbeitungsmaßnahmen.

Es ist daher sicherlich besser, etwas mehr Aufwand in die Bodenbearbeitung zu stecken und dafür den vereinzeltlosen Rübenanbau durchzuziehen, als bei der Bestellung unbedingt schnell fertig zu werden mit dem Erfolg, daß hinterher viel Arbeit für die Rüben aufgewendet werden muß. Und was bedeutet schon ein Arbeitsgang mehr bei den heute verfügbaren Kombinationen mit ihrer großen Arbeitsbreite und ihrer relativ hohen Fahrgeschwindigkeit?

Mais stellt an die Bodenvorbereitung längst nicht die Anforderungen wie die Rübe. Der Boden braucht nicht so fein gekrümelt und so gleichmäßig abgesetzt sein. Auch kann die Saattiefe viel stärker, nämlich zwischen 3 und 5 cm schwanken. Wichtig sind andere Dinge, so die Erhaltung der Bodenfeuchtigkeit und ein ausreichender Kontakt des Saatkornes mit dem Boden, da gerade Mais einen hohen Keimwasserbedarf hat.

Die Herbstfurche ist daher sicherlich richtig, auf leichten Böden wird aber vielfach auch mit der Frühjahrsfurche gearbeitet. Das geht hier durchaus, zumal man sich so die Möglichkeit schafft, noch lange Zeit Gülle auszubringen. Es reicht ein mitteltiefes Pflügen nicht viel tiefer als 20 cm aus, der Packereinsatz wird dann aber unumgänglich. Auf eine nachfolgende, zusätzliche Bearbeitung kann beim heutigen technischen Stand der Maissägeräte eigentlich verzichtet werden. Vielleicht sollte man das hohe Gewicht der Einzelkornsägeräte aber noch mehr als bisher dazu ausnutzen, dem Maiskorn über Druckrollen festen Kontakt mit dem Boden zu verschaffen.

Beim Maisanbau bieten sich darüber hinaus eher als bei der Rübenbestellung kombinierte Arbeitsverfahren für Bearbeitung und Bestellung an. Ein Teil der Düngung und die Saat erfolgen ohnehin schon in einem Arbeitsgang. Bei den geringen Ansprüchen an die Bodenvorbereitung kann man daher auch die Bodenbearbeitung mit dazu nehmen. Dazu scheinen Streifenfräsen besonders geeignet zu sein, denn die störungsfreie Arbeit solcher Bodenbearbeitungsmaschinen ist eine ganz wichtige Voraussetzung für einen reibungslosen Arbeitsablauf.

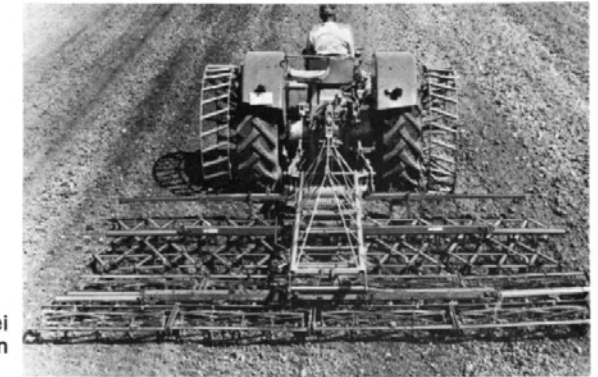


Abb. 3: Große Arbeitsbreiten bei Saatbettkombinationen verlangen zugkräftige Schlepper.



Abb. 4: Die Frässaat kann in Verbindung mit starken Schleppern ein leistungsfähiges Arbeitsverfahren sein.

Die Vorteile einer solchen „Vollkombination“ liegen auf der Hand. (Abb. 3) Wasserverluste beim Pflügen werden vermieden, der Boden wird nur soweit wie nötig bearbeitet, und die gesamte Maisbestellung kann mit einem Zeitaufwand erledigt werden, der nicht wesentlich über dem liegt, der bisher für die Aussaat allein erforderlich war. Wesentlich höher liegt aber der benötigte Leistungsaufwand für den Antrieb, und er dürfte die Arbeitstiefe solcher Maschinen auf 4 Reihen beschränken. Damit können aber bei uns sicherlich fast alle Anforderungen abgedeckt werden. Nur Betriebe mit sehr großen Anbauflächen können mit solchen Geräten wenig anfangen, sie können ihre benötigte Schlagkraft nur über den Einsatz mehrerer Schlepper mit den dazugehörigen Maschinen und Geräten konventioneller Bauart erstellen.

Für die Rübenbestellung hat man zwar auch kombinierte Bearbeitungs- und Bestellungsgeräte entwickelt. Diese sind aber an ganz bestimmte Bodenverhältnisse gebunden. Sie haben daher bis heute keine Bedeutung erlangt, und sie werden auch kaum eine allgemeine Verbreitung finden, wenn sich die weiter oben aufgezeigten Gedanken zur gezielten Rübenbestellung als richtig erweisen sollten. Für die Getreidebestellung, aber auch für die Bestellung von Futter- und Gründüngungspflanzen stehen Kombinationen für Bearbeitung und Bestellung in Form der Fräsdrillen zur Verfügung. Daß mit diesen Maschinen eine schlagkräftige Bestellung möglich ist, steht außer Zweifel. Allerdings ist nicht ebenso klar, ob auch eine ausreichend gezielte Bestellung erreicht werden kann. Denn man muß doch mit unterschiedlicher Ablagetiefe rechnen und außerdem stellt das rechte lockere Saatbett nicht unbedingt einen gezielt bearbeiteten Boden dar, denn bei Trockenheit besteht die Gefahr des Austrocknens, bei starker Nässe des Verschlämmens und der Luftarmut in der bearbeiteten Zone.

Solange in den Betrieben neben Fräsdrillen noch alle anderen Bestellungsgeräte, angefangen beim Pflug und endend bei der Drillmaschine, vorhanden sein müssen, ist die Fräsdrille nicht unbedingt eine echte Alternative zu den vorher geschilderten konventionellen Bestellungsverfahren. Auch für eine schlagkräftige Zwischenfruchtbestellung sind diese Maschinen nicht unbedingt erforderlich, wenn sie auch von vielen Betrieben gerade hierfür eingesetzt werden. Die Schwierigkeiten, die aus dem hohen Leistungsbedarf heraus entstehen, braucht man gar nicht einmal zu nennen, da diese kein technisches, sondern bestenfalls ein betriebsspezifisches Problem darstellen.

Fräsdrillen sind aber auch im Zusammenhang mit der sog. »Sommerfurche« im Gespräch. Abgesehen davon, daß nach unseren Erfahrungen die Sommerfurche ihre günstigen Ergebnisse eigentlich nur auf den schwereren Böden zeigt, ist die nachfolgende Bearbeitung gerade bei einem starken Zwischenfruchtstand mit der Fräsdrille nicht unproblematisch. Denn die Mischung aus Boden und Pflanzen in einer relativ flachen Schicht ist nun einmal kein ideales Saatbett. (Abb. 4)

Trotzdem muß die Nachbearbeitung der Zwischenfrucht gelöst werden. Ein schlagkräftiges Verfahren ist hierfür sicherlich die Direktsaat mit entsprechend ausgerüsteten Drillmaschinen. Die Öffnung des Saatschlitzes in einem Bestand macht heute keine Schwierigkeiten mehr, es muß aber auch möglich sein, diesen Schlitz wieder mechanisch zu verschließen. Auch hier liegen Arbeitsergebnisse vor, die hoffen lassen, daß dieses Problem bald gelöst werden kann. Der Vorteil einer solchen Direktsaat liegt dann darin, daß man dafür nicht unbedingt eine teure Spezialmaschine benötigt und trotzdem eine gezielte und schlagkräftige Bodenbearbeitung durchführen kann.

Zu den technischen Möglichkeiten einer gezielten und schlagkräftigen Bodenbearbeitung gehören neben den hier erörterten ganz sicher noch weitere Aspekte. So hätte noch eingegangen werden müssen auf die Unkraut- und Schädlingsbekämpfung auf mechanischem Wege, auf meliorative Bearbeitungen, also auf Bearbeitungsmaßnahmen, die der Gesunderhaltung und Verbesserung des Bodens dienen. Solche speziellen Bearbeitungen müssen aber gar nicht immer gesondert vorgenommen werden, sie sollten vielmehr in schlagkräftigen, vor allem aber in gezielten Bearbeitungsverfahren stets enthalten sein.

Lose Düngerkette für mehlförmige Düngersorten

von LR Lampert Krinner, Landtechnik Weihenstephan

In die Diskussion um die lose Düngerkette wurden bisher lediglich Düngersorten in gekörnter Form einbezogen. Der lose Umschlag von mehlförmigen Sorten war teilweise aus gesetzlichen Gründen nicht möglich, vielfach wurde die Ausbringung von staubförmigen Düngern aus arbeitswirtschaftlichen Gründen eingeschränkt. Mehrere Gründe haben das Interesse über die technischen Möglichkeiten für Umschlag und Ausbringung von mehlförmigen Düngern wieder verstärkt:

1. Die notwendige Kalkversorgung der Böden. Zur Zeit sind fast alle Düngersorten mit hohem Kalkanteil entweder nur in mehligter Form zu beziehen, oder aber in körniger Form wesentlich teurer.
2. Die diesjährige Preiserhöhung vieler Düngemittel, wodurch einzelne Sorten wie z. B. das mehlförmige Thomasphosphat wenigstens augenblicklich in der Preiswürdigkeit gestiegen sind.
3. Die Entwicklung von leistungsfähigen Maschinen zur staubarmen Ausbringung von mehlförmigen Düngemitteln.
4. Die zunehmende Bedeutung der Dienstleistung bei der Düngung. Immer mehr Betriebe neigen dazu, die Grunddüngung mit P u. K sowie die Kalkdüngung im Herbst über Lohnunternehmen oder Maschinenring ausbringen zu lassen. Dabei werden große Mengen z. T. im 2- bzw. bei Kalk im 3-jährigen Rhythmus ausgebracht. Hierbei ist die Neigung, die billigeren mehlförmigen Sorten vorzuziehen, sehr groß.

Besondere Merkmale der mehlförmigen Düngersorten

Im Vergleich zu gekörnten Mineraldüngern treten bei mehlförmigen Sorten besondere Schwierigkeiten auf, die den Umgang mit loser Ware erschweren.

1. Die lästige und unangenehme Staubentwicklung bei Umschlag und Ausbringung in herkömmlicher Form. Deshalb sind für mehlförmige Dünger spezielle Umschlags- und Streuorgane erforderlich.
2. Die schlechtere Riesel- bzw. Fließfähigkeit mehlförmiger Sorten. So beträgt der Schüttwinkel bei gekörnter Ware 30–35°, bei mehlförmiger dagegen 40–60° – unterschiedlich nach Feinheit und spezifischem Gewicht.

Zwischenlagerung

Daher ist auch eine arbeitswirtschaftlich und vor allem kostenmäßig günstige Zwischenlagerung in Flachlagerboxen zumindest problematisch.

Durchgesetzt haben sich dagegen Stahlhochsilos, meist hochgestellt zum Unterfahren (Abb. 1). Es treten hierbei keine Schwierigkeiten in der Lagerhaltung durch Verkrustungen, selten durch Brückenbildung auf, wie sie bei Ammon-Nitrat-haltigen Düngern manchmal beobachtet werden, besonders wenn die Silos im Freien stehen. Nur in seltenen Fällen ist das Anbringen einer Ringluftleitung mit Düsen zur pneumatischen Auflockerung von Brückenbildungen erforderlich.



Abb. 1: Anlage mit Stahlhochsilos als Umschlagstation für mehlförmigen Dünger. Zur Beschickung und Entnahme werden meist Elevatoren eingesetzt.

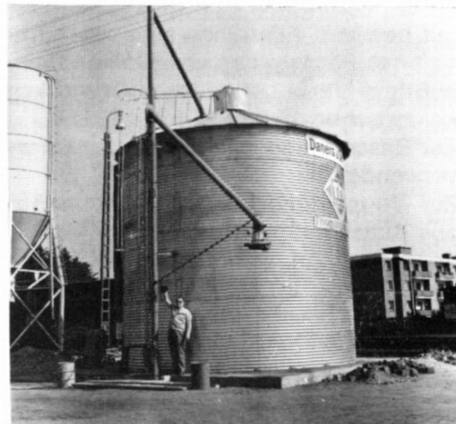


Abb. 2: Auf ebener Bodenfläche stehende Silos werden mit Schnecken befüllt und entleert. Der sonst übliche Auslaufrichter wird durch eine „Fegeschnecke“ ersetzt, die den Dünger zur Entnahmeöffnung fördert.

Bei dieser Form der Zwischenlagerung ist es möglich, die Anlieferung des Düngers vom TD-Waggon auf den Silo-LKW zu verlagern, durch den eine staubfreie Befüllung gewährleistet ist. 1969/70 wurden in Bayern etwa 60 000 t Kalk über derartige Stahlsilos umgeschlagen, das ist in etwa $\frac{1}{3}$ des Gesamtabsatzes, bei Thomasmehl hat die Auslieferung über Silo-LKW für den bayerischen Raum erst begonnen. Schwieriger als aus dem LKW ist die Übernahme aus dem TD-Waggon: Der Dünger wird durch den Transport z. T. festgerüttelt, so daß er manchmal schlecht ausläuft. Der Düngerstock wird entweder mit einem elektromagnetischen Rüttler oder mit einer Luftlanze zum Einsturz gebracht.

Um eine Staubentwicklung zu verhindern, muß der Dünger über ein möglichst geschlossenes Fördersystem in den Silobehälter gebracht werden. Über Trichter und Annahmemulde gelangt er in den Elevator, der sowohl für die Beschickung wie für die Entnahme dient.

Die Zwischenlagerung in Stahlhochsilos kann als sichere und staubarm arbeitende Lösung angesehen werden. Allerdings stehen zur Zeit so gut wie keine billigen, gebrauchten Zementsilos mehr zur Verfügung. Neue Silos dieser Art kosten je m^3 Lagerraum über 200 DM.

Daher wird in letzter Zeit nach neuen Lösungen gesucht. Als 1. Beispiel sei hier ein ebenerdig aufgestellter Großbehälter mit mechanischer Entnahme erwähnt. Die Umwandlung besteht aus 2 mm Wellblech (Abb. 2). Der Behälter faßt $175 m^3$, ist mit Silo-LKW oder aus dem TD-Waggon zu beschicken. Dazu wird eine Unterflurschnecke in das Fundament eingelassen, die den Dünger einer senkrecht fördernden Schnecke zuführt, über die der Behälter gefüllt wird (Abb. 3). Dieselbe Einrichtung dient auch der Entnahme. Hierzu wird der Schieber in der Mitte der Fundamentplatte geöffnet, so daß der Dünger über Unterflur- und Senkrecht-

schnecke in die Verladegarnitur gelangt (Abb. 4). Eine frei im Gut laufende »Fegeschnecke« räumt den Dünger zur Entnahmeöffnung hin. Der Antrieb dieser Schnecke erfolgt über den Zentralmast.

Bei einer etwas kleineren Ausführung erfolgt die Austragung über eine schräg in den Entnahmesumpf ragende Schnecke. Die Leistung liegt nach Firmenangabe bei etwa 20 t/h.

Der Preis für den $175 m^3$ fassenden Behälter einschließlich Unterflurschnecke liegt bei 25 000 DM (ca. 150,- DM/ m^3). Bei Beschickung mit Silo-LKW genügt die einfachere Ausführung, die ca. 3000 DM billiger ist (ca. 120,- DM/ m^3). Hierzu kommt in beiden Fällen noch das Plattenfundament.

Umschlag

Die Zwischenlagerung in Flachlagerboxen ist bisher an der zu großen Staubentwicklung, vor allem bei der Entnahme gescheitert. Es sind jedoch zur Zeit Aufsammlerschnecken in Entwicklung, die auch mehlartige Ware aus dem Flachlager aufnehmen.

Die Schnecke der Firma Maintz besteht aus einem beweglichen Teil, der in den Dünger gefahren wird und das Gut der feststehenden Förderschnecke zuführt. Der bewegliche Teil kann dabei in einem Halbkreis um die Förderschnecke geschwenkt werden.

Die Leistung dieses Gerätes liegt nach Angabe des Herstellers bei etwa 20 t/h, der Preis um DM 5500 (einschl. Verladegarnitur).

Eine weitere Aufsammlerschnecke soll demnächst von der Firma Unsinn auf den Markt kommen, die mit einer querliegenden Räumerschnecke den Dünger vom Boden aufnimmt, einer zweigeteilten Hochförderschnecke übergibt, deren oberer



Abb. 3: Aufsammlerschnecken nehmen den Dünger aus ebener Betonfläche selbsttätig auf. Bei diesem System bewegt sich die Zufuhrschnecke im Halbkreis um die Förderschnecke. Der Vorschub wird von Hand bedient. Damit können mehlartige und gekörnte Schüttgüter aufgenommen werden.

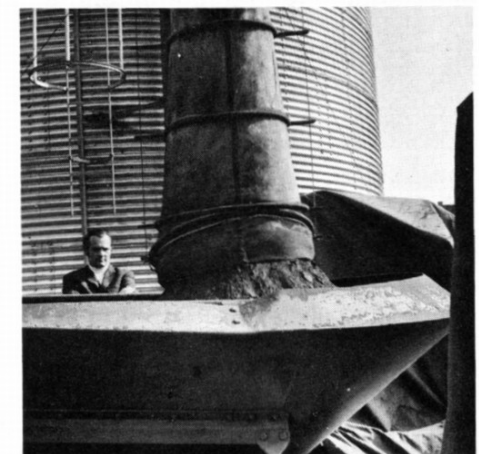


Abb. 4: Verladegarnitur aus Kunststoffgewebe. Sie wird beim Befüllen in den Streuer abgelassen und verhindert dadurch eine Staubentwicklung.

Teil in der Seite hydraulisch verstellbar ist. Dieses Gerät wird auf einen Ein- oder Zweiachsschlepper aufgesetzt und soll im Preis bei etwa DM 8000 liegen. Die Vorteile dieser mobilen Geräte sind:

- 1) Verwendbarkeit eines Gerätes an mehreren Silos
- 2) keine Beschränkung auf eine gewisse Einlagerungskapazität
- 3) Verwendbarkeit für verschiedene Fördergüter wie mehlförmigen und gekörnten Mineraldünger, Getreide usw.

Auch mit Frontlader oder Schaufellader kann mehlförmiger Dünger umgeschlagen werden, wenn zwei Voraussetzungen gegeben sind:

- 1) Der Umschlag darf nicht in unmittelbarer Nähe von Siedlungen erfolgen, da vor allem bei Wind eine gewisse Staubentwicklung nicht zu vermeiden ist.
- 2) Der Lader muß eine hydraulisch schwenkbare Schaufel besitzen, um den Düngerfluß steuern zu können (Abb. 5).

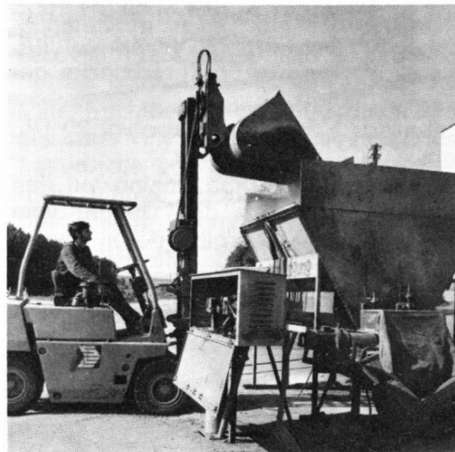


Abb. 5: Der Einsatz eines Schaufelladers beim Befüllen eines Mischers für Thomasmehl und Kali. Die Staubentwicklung hält sich durch die Steuerung des Düngerflusses mit der schwenkbaren Schaufel in Grenzen.



Abb. 6: Bei den Schneckenstreuern wird der mehlförmige Dünger über die Schnecken verteilt und aus 40–60 cm Höhe abgeworfen.

Bei einem Lohnunternehmen wird ein Schaufellader zur Beschickung eines Mischers für Thomasmehl und Kali eingesetzt. Der Betrieb steht im freien Gelände, so daß eine geringe Staubbildung nicht so sehr ins Gewicht fällt.

Bei der Zuteilung des Düngers in die Misch- und Ladeschnecke (400 mm ϕ) wird das Thomasmehl durch zwei Flachstrahldüsen angefeuchtet. Es werden ca. 1–2 Gew. % Wasser zugesetzt. Diese geringe Menge genügt, um den Dünger auf dem weiteren Weg völlig staubfrei zu halten. Die Überdimensionierung der Förderschnecke mit 400 mm ϕ ist jedoch notwendig, da sich durch die Anfeuchtung an der Schnecke eine Kruste bildet, die die Förderung beeinträchtigt.

Im übrigen haben sich Schnecken zur Förderung von mehlförmigem Dünger sehr gut bewährt. Allerdings sind diese fremdkörperanfällig, so daß auf absolute Freiheit des Fördergutes von Steinen und dgl. geachtet werden muß. Die Leistung der auf dem Markt befindlichen Schnecken liegt je nach Durchmesser und Förderwinkel zwischen 15 und 25 t/h.

Zur Beschickung von Stahlhochsilos werden meist stationär eingebaute Elevatoren verwendet.

Zur Vermeidung von Staub beim Befüllen des Streuers sind Verladegarnituren aus Kunststoffgewebe auf dem Markt. Durch Metallringe wird dieses in konischer Form gehalten, wobei sich die Öffnung nach unten vergrößert.

Ausbringung

Für die Ausbringung von mehlförmigem Dünger stehen seit einigen Jahren Streuer mit Schnecken- und Wabenausbringung zur Verfügung. Über Schnecke, Wabenkette, Kratzboden oder Noppenband wird der Dünger der Streuschnecke zugeführt, wobei über Drehzahl, Vorschub oder Schieberöffnung die Einstellung der Streumenge erfolgt. Die Streuschnecken sind an der Unterseite mit verstellbaren Schlitzöffnungen versehen, durch die der Dünger verteilt wird. Durch die geringe Höhe von 40–60 cm über dem Boden wird eine staubarme Ausbringung gewährleistet (Abb. 6).

In der Transportstellung werden die Streuorgane auf- oder eingeklappt, teilweise ganz abgenommen (Abb. 7).

Die Nutzlast der Streuer beträgt zwischen 3,5 und 6 t. In Verbindung mit Schnellläuferachsen wird damit ein großer Aktionsradius erreicht.

Abb. 7: Zum Transport werden die Streuschnecken auf- oder eingeklappt, teilweise auch ganz abgenommen.

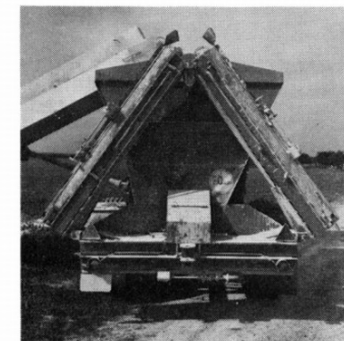
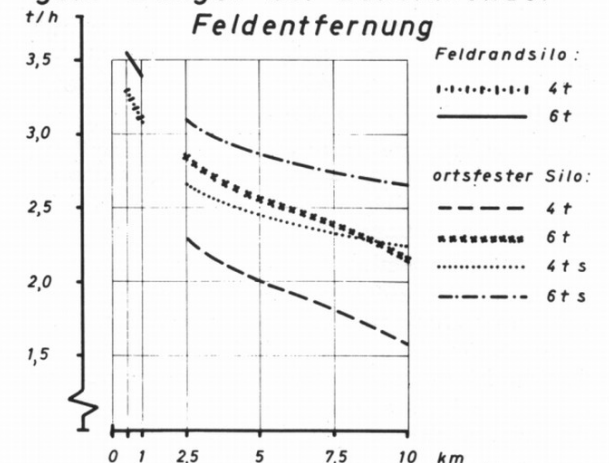


Abb. 8

Leistung verschiedener Verfahren der Ausbringung von mehlförmigem Dünger bei zunehmender Feldentfernung



Soll die Leistungsfähigkeit des Streuers auch bei sehr großen Entfernungen von über 10–15 km vom Zwischenlager voll ausgenutzt werden, so stehen Überladegeräte zur Verfügung. Allerdings kann dabei wohl die Streumenge vergrößert werden, eine Einsparung an Arbeits- oder Schlepperstunden je ausgebrachter Einheit ist dadurch kaum möglich, da bei diesen Verfahren mindestens 2 AK und 2 Schlepper zur Verfügung stehen müssen.

Anders zu beurteilen sind jedoch Verfahren mit sog. Wandersilos, wobei ein Vorratsbehälter mit ca. 25–30 t in der Nähe der Streuflächen aufgestellt und ständig nachgefüllt wird. Allerdings sind hierbei ein hoher Organisationsaufwand und eine große zusammenhängende Streufläche erforderlich.

Leistungen

Die Arbeitsleistung hängt von verschiedenen Faktoren wie Fassungsvermögen, Transportgeschwindigkeit, Streubreite, Streumenge, Vorfahrtgeschwindigkeit und von der Befüllungsdauer der Streuer ab. Die Streubreite wurde bei der folgenden Untersuchung mit 5 m angenommen (Abb. 8). Die Vorfahrtgeschwindigkeit von ca. 8 km/h wird fast generell eingehalten oder angestrebt, ebenso wird im folgenden Vergleich eine gleichbleibende Fülleistung von 25 t/h unterstellt. Von großer Bedeutung sind Transportgeschwindigkeit und Fassungsvermögen des Streuers, da der Dünger teilweise über weite Strecken transportiert werden muß, damit ein großes Einzugsgebiet erfaßt werden kann. Mit zunehmender Transportgeschwindigkeit und steigendem Fassungsvermögen des Streuers wird die Transportzeit reduziert, was sich besonders bei größeren Entfernungen auf die ausgebrachte Düngermenge je Std. auswirkt. In der folgenden Darstellung ist die Leistung bei unterschiedlichem Fassungsvermögen und steigender Feldentfernung dargestellt. Dabei wurden mit zunehmender Entfernung steigende Transportgeschwindigkeiten von 12 km/h – 35 km/h unterstellt. Aus der Darstellung sind folgende Punkte zu ersehen:

1. Die Leistung liegt bei geringen Feldentfernungen (Feldrandsilo) bei verschiedenen Streuern sehr eng beisammen. Zwischen 4 t und 6 t besteht nur ein geringer Unterschied von 0,2 t/h. Eine höhere Transportgeschwindigkeit wirkt sich hier auf Feldwegen nicht aus.
2. Mit zunehmender Feldentfernung vergrößert sich der Leistungsabstand zunächst sehr rasch bis ca. 2,5–3 km und bewegt sich dann in ziemlich gleichbleibendem Abstand, wobei allerdings die Leistung der langsamen Fahrzeuge, insbesondere über 7,5 km, stärker abfällt.
3. Die Mehrleistung durch das hohe Ladegewicht eines nur 20 km/h fahrenden Großstreuers mit 6 t wird durch höhere Geschwindigkeiten, besonders bei großen Entfernungen voll ausgeglichen. Dies dürfte im Hinblick auf evtl. Schwierigkeiten mit dem Bodendruck sowie mit der Zugleistung des Schleppers interessant sein.

Die Organisation leistungsfähiger Silomaisernteverfahren

von Dr. Hans Schön, unter Mitarbeit von Dr. Schurig, OLR Pirkelmann und Ing. agr. Wagner, Landtechnik Weihenstephan

Die Anforderungen an die Schlagkraft der Silomaisernteverfahren steigen aus folgenden Gründen:

1. Maximale Hektarerträge lassen sich nur mit spätreifen Sorten und besserer Ausreifung erzielen.
2. Die zunehmende Spezialisierung auf die Bullenmast mit alleiniger Maissilagefütterung hat in vielen Betrieben zu einer starken Ausdehnung des Silomaisanbaues geführt.

Dadurch müssen in einer kürzeren Zeitspanne große Mengen Silomais geerntet und eingelagert werden. Die erforderliche Bergeleistung in t/h bzw. in m³ gefüllten Siloraum/h bei verschiedenen Herdengrößen geht aus Abb. 6 hervor. In vielseitigen Betrieben mit kleineren Tierbeständen unter 50 Bullen genügt eine stündliche Bergeleistung von 3–4 t/h, in spezialisierten Betrieben bis 250 Tieren ist aber bereits eine Verfahrensleistung von 15 t/h erforderlich, bei Beständen ab 400 Mastbullen sogar 25 t/h. Die Schlagkraft der Ernteketten für Silomais kann durch Steigerung der Ladeleistung, durch Erhöhung der Abladeleistung und durch eine bessere Organisation des Verfahrens erhöht werden.

Steigerung der Ladeleistung

Für das Laden auf dem Feld hat sich heute eindeutig der Feldhäcksler mit exaktem Kurzschnitt durchgesetzt, da nur so die erforderlichen Voraussetzungen für eine gute Silagequalität gegeben sind. Die Ladeleistung dieser Geräte wird wiederum sehr stark von den eingesetzten Schlepperstärken bestimmt (Abb. 1). So ist mit einem einreihigen Anbaufeldhäcksler und einem 30-PS-Schlepper lediglich eine Leistung von 5 t/h möglich, während bei 80 PS-Schleppern die Ladeleistung auf 14 t/h ansteigen kann. Es ist deshalb besonders zu begrüßen, daß die Industrie einreihige Feldhäcksler in verstärkter Ausführung anbietet, die konstruktiv auf stärkere Schlepper abgestimmt sind. Eine Steigerung über 80 PS-Schlepper hinaus ermöglicht bei einreihigen Maschinen keine höhere Ladeleistung mehr. Für höhere Ladeleistungen ist daher der Einsatz zweireihiger Maisfeldhäcksler zu empfehlen, die zur vollen Nutzung der möglichen Ladeleistung allerdings Schlepper ab 100 PS erfordern. Hier sind stündliche Leistungen von 20 t möglich, bei noch stärkeren Schleppern bis 25 t/h. Dafür sind ebenfalls verstärkt ausgelegte Feldhäcksler notwendig. Für gesicherte Ladeleistungen über 30 t/h müssen dreireihige Feldhäcksler und Schlepper ab 150 PS eingesetzt werden.

Erhöhung der Abladeleistung

Leistungsfähige Ladeverfahren können aber nur dann voll genutzt werden, wenn ihnen ebenso leistungsfähige Einlagerungsverfahren auf dem Hof gegenüberstehen. (Abb. 2)

Ladeleistung von Feldhäckslern bei Silomais
in Abhängigkeit von der Schlepperleistung
(30% TM; ohne Nebenzeiten)

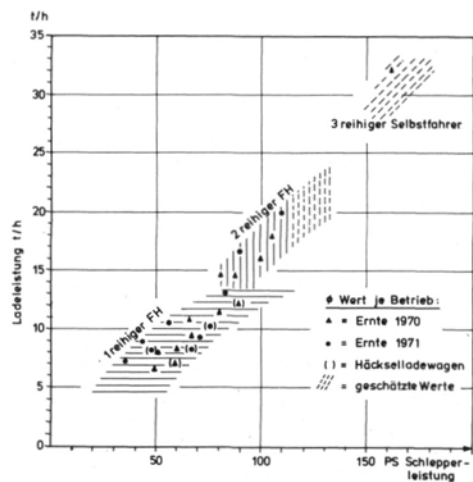


Abb. 1

Beim **Hochsilo** ist heute in den meisten Betrieben die Gebläseeinlagerung üblich. Schwache Antriebsleistungen – bedingt durch niedrige Stromanschlußwerte – ermöglichen aber nur geringe Einlagerungsleistungen, die bei der Silomaiserte einen echten Engpaß bilden. Durch hohe Antriebsleistungen bis zu 100 PS, gleichmäßige Zudosierung und entsprechend konstruierte Wurfgebläse kann die Förderleistung auf 50 t/h gesteigert werden. Hohe Einlagerungsleistungen mit geringen Antriebsleistungen unter 5 kW sind jedoch mit dem Förderband möglich.

Das Befüllen von **Flachsilos** erfordert zwei Arbeitsgänge: Einmal das Abladen und Verteilen des Gutes im Behälter und zum anderen das Festwalzen. Beim Überfahren des Silos und Abkippen des Gutes können stündliche Leistungen bis zu 40 t erzielt werden. Diese hohe Abladeleistung findet aber oft durch eine mangelnde Walzleistung mittlerer Schlepper bei etwa 30 t/h ihre Grenze. Für eine hohe Schlagkraft sollten deshalb schwere Schlepper oder noch besser Schaufellader eingesetzt werden, die eine Walzleistung von etwa 40 t/h ermöglichen. Hohe Abladeleistungen – die allerdings noch keine hohen Einlagerungsleistungen bedeuten müssen – sind schließlich durch Schnellentleerung auf ein Zwischenlager möglich. Besonders beim Einsatz vielseitiger Kipper kann dadurch die Transportkapazität eines Betriebes gut genutzt werden. Wird das Gut dabei in stationäre, selbsttätig arbeitende Dosierer gekippt, steht ein besonders leistungsfähiges Abbladesystem zur Verfügung. Dagegen ist die Schnellentleerung vor dem Flachsilo und die nachfolgende Einlagerung mit dem Frontlader nur dann sinnvoll, wenn dieser gleichzeitig auch das Festwalzen übernimmt. Die so erzielte Einlagerungsleistung ist jedoch mit etwa 15 t/h verhältnismäßig gering.

Leistung verschiedener Einlagerungssysteme
(30% TM)

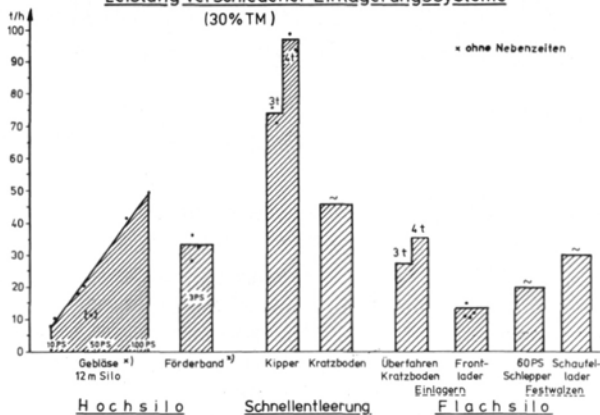


Abb. 2

Arbeitszeitbedarf bei absätzigen Verfahren in der Silomaiserte

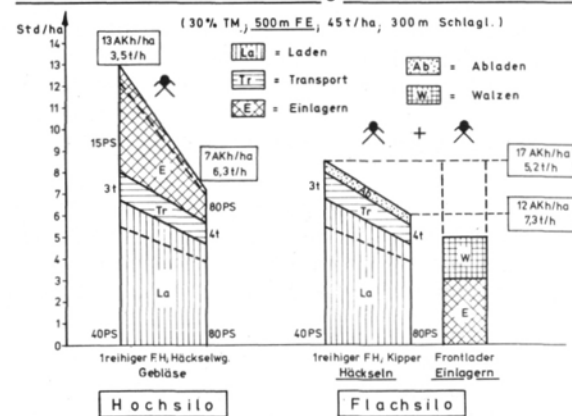


Abb. 3

„Laden“ und „Abladen“ sind aber nur Einzelglieder einer Kette, die für sich betrachtet noch keine Aussagen über die Leistungsfähigkeit des gesamten Arbeitsverfahrens zulassen. Die Aufgabe des Betriebsleiters ist es, passende Maschinen und Geräte auszuwählen und aufeinander abzustimmen, um so je nach geforderter Leistung, vorhandenen Arbeitskräften und Schleppern, nach der Feldentfernung und Siloform den gesamten Arbeitsablauf optimal zu organisieren. Einige Beispiele für solche Organisationsmodelle sollen im folgenden diskutiert werden; sie müssen allerdings im Einzelbetrieb nach den gegebenen Bedingungen abgewandelt werden.

Die Organisation absätziger Ernteverfahren

Bei absätzigen Ernteverfahren übernimmt eine Arbeitskraft sowohl das Häckseln auf dem Feld als auch den Transport zum Hof und die Einlagerung in den Silobehälter. Echte Einmannarbeit ist dabei nur in Verbindung mit **Hochsilos** möglich. Leistung und Arbeitsbedarf dieser Kette wurden von der eingesetzten Mechanisierung bestimmt (Abb. 3). Bei einreihigen Maisfeldhäckslern an einem 40 PS Schlepper, bei 3 t Wagen und einem Fördergebläse mit 15 PS Antriebsleistung benötigt eine Arbeitskraft etwa 13 Stunden um 1 ha Silomais abzurufen. Dies entspricht einer Bergeleistung von 3,5 t/h. Beim Einsatz eines 80-PS-Schleppers für die Ernte und für das Einlagern (Durchtrieb), sowie eines 4 t Wagens kann die Bergeleistung aber bereits auf 6,3 t/h gesteigert werden. Diese Leistungssteigerung wird in erster Linie durch eine höhere Abladeleistung und Häckselleistung – wie sie beim Einsatz eines 80-PS-Schleppers ermöglicht werden – erreicht. Der Einsatz größerer Transportwagen wikt sich bei den unterstellten Feldentfernungen von 500 m nur geringfügig auf eine Steigerung der Verfahrensleistung aus. Für die Einlagerung in das **Flachsilo** sind auch beim absätzigen Verfahren zwei Arbeitskräfte erforderlich. Eine Arbeitskraft häckseln, übernimmt den Transport zum Hof und entleert dort das Gut vor dem Silo. Hierzu sind je ha 7–9 Std. erforderlich. Der Arbeitszeitbedarf steigt noch weiter an, wenn von der gleichen Arbeitskraft das Gut in das Flachsilo gefahren wird. Deshalb sollte bei diesem

Verfahren der Walzschlepper auch das Einlagern in das Silo übernehmen, obwohl auch dadurch die zweite Arbeitskraft nicht voll ausgelastet ist. Die Verfahrensleistung wird eindeutig vom Häckslergespann bestimmt; sie liegt mit 2 Mann bei der Flachsiloeinlagerung nicht wesentlich über der des 1-Mann-Verfahrens bei der Hochsilokette. Noch ungünstiger wird das Verhältnis der absätzigen Flachsilo-kette bei weiten Feldentfernungen, so daß bei Flachsilos in allen Fällen zum Fließ-verfahren übergegangen werden sollte.

Die Organisation von Fließverfahren

Beim Fließverfahren ist eine Arbeitskraft lediglich mit dem Häckseln und bei dem in Abb. 4 unterstellten Umhängeverfahren zusätzlich mit dem An- und Abkuppeln der Wagen beschäftigt. Eine zweite bzw. dritte Arbeitskraft übernimmt den Transport und das Einlagern des Gutes. Für das Häckseln wurde ein einreihiger Feldhäcksler mit 40 bis 80 PS Schlepperantrieb und ein zweireihiger Feldhäcksler, der von 80–120 PS-Schleppern gezogen wird, unterstellt. Dadurch sind Ladeleistungen zwischen 6,5 t/h bis 13,6 t/h möglich. Diese Ernteleistung kann aber nur dann in eine echte Verfahrensleistung umgewandelt werden, wenn dem Feldhäckslergespann entsprechend schlagkräftige Transport- und Einlagerungsverfahren zugeordnet werden. Dies ist beim **Hochsilo**, in das mit 3 t Wagen und 15 PS Gebläseantrieb eingelagert wird, nicht der Fall. Erst bei höheren Abladeleistungen, wie sie Förderbänder oder Gebläse mit mehr als 40 PS Antriebsleistungen ermöglichen, kann die hohe Ladeleistung dieser Kette genutzt werden. Zweireihige Feldhäcksler erfordern sogar Antriebsleistungen für Gebläse über 80 PS, damit beim Abladen keine Stockungen eintreten.

Als nächstes sollte bei Fließverfahren die Ladekapazität der Transportfahrzeuge erhöht werden, bei weiten Feldentfernungen zusätzlich die Fahrgeschwindigkeit.

Abb. 4

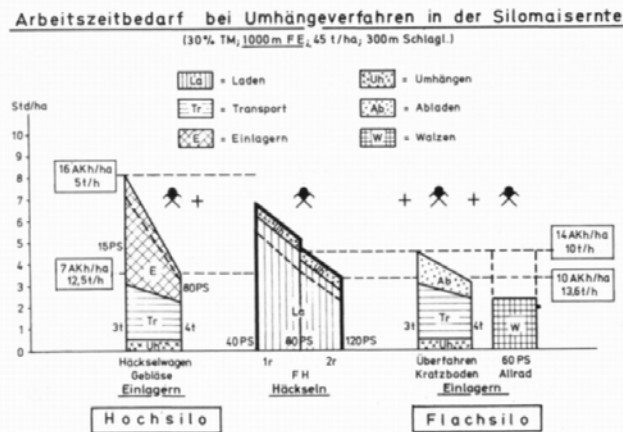
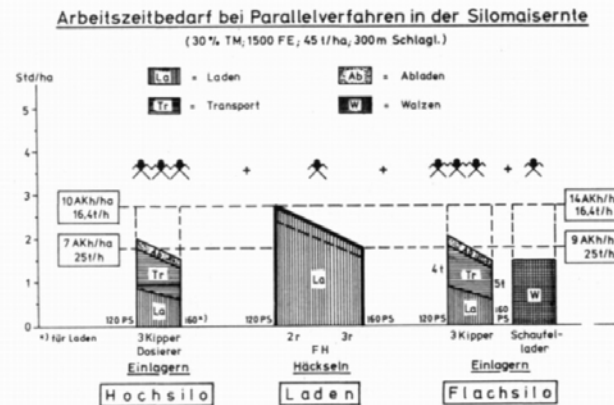


Abb. 5



Die Ladeleistung am Feld bildet dagegen bei dieser Arbeitskette keinen Engpaß. Ähnliches gilt, wenn auch in abgeschwächter Form, für das Befüllen von **Flachsilos**. Hier begrenzt zusätzlich das dritte Arbeitsglied für das Festwalzen des Gutes bei schlagkräftigen Ketten die Arbeitsleistung.

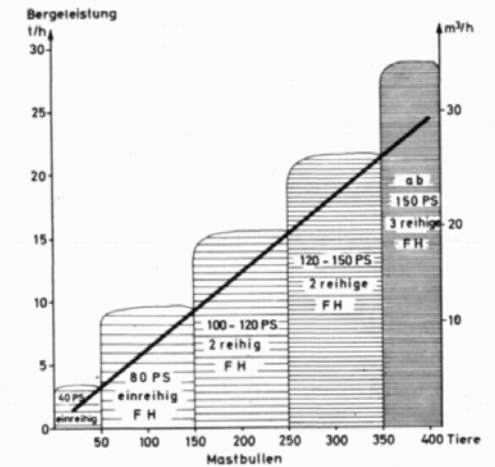
Insgesamt gelingt es aber beim Fließverfahren, je nach Wahl der Geräte, zwischen 5 bis 13 t/h zu ernten. Für darüberhinausgehende Ansprüche an die Schlagkraft der Ernteketten sollte das Parallelverfahren gewählt werden.

Die Organisation der Parallelverfahren

Beim Parallelverfahren (Abb. 5) werden die Transportwagen nicht mehr an den Feldhäcksler angehängt, sondern fahren mit eigenem Schlepper seitlich und übernehmen so das Häckselgut. Dabei entfällt das An- und Abhängen der Wagen, so daß die Schlagkraft leistungsstarker Häcksler voll genutzt werden kann. Voraussetzung dafür ist allerdings, daß Abtransport und Einlagerung reibungslos ablaufen. Bei **Hochsiloketten** ist dies nur dann möglich, wenn die Wagen das Gut am Hof abkippen, bzw. durch den Kratzbogen abspulen und die weitere Einlagerung von automatisch arbeitenden Dosiergeräten übernommen wird. Bei kürzeren Feldentfernungen und zweireihigem Feldhäcksler reichen dazu zwei Wagenge-spanne aus, bei dreireihigen Feldhäckslern und größeren Feldentfernungen ist dagegen ein dritter Transportwagen erforderlich.

Abb. 6

Erforderliche Schlagkraft bei der Silomaisernernte in spezialisierten Mastbullenbetrieben
(14 FAT; 8 Std/Tag; ganzjährige Silagefütterung)



Auch bei der **Flachsilokette** genügen in den meisten Fällen drei Transportwagen. Einen echten Engpaß bildet das Festwalzen des Gutes. Größere Betriebe setzen deshalb häufig Schaufellader ein, um eine entsprechende Verdichtung des Siliergutes zu erreichen. Beim Parallelverfahren kann mit leistungsfähigen Feldhäckslern eine Bergeleistung von 25 t/h erreicht werden. Dafür sind allerdings 4–5 Arbeitskräfte und ebensoviele Schlepper erforderlich.

Folgerungen aus den arbeitswirtschaftlichen Untersuchungen

Allgemein lassen sich aus den durchgeführten Untersuchungen folgende Anregungen für die weitere Verbesserung der Silomaisernte-Verfahren ableiten:

1. Die **Schlagkraft** derzeitiger angebotener **Maisfeldhäcksler** dürfte heute selbst hochspezialisierten Bullenmastbetrieben genügen, soweit entsprechend leistungsfähige Schlepper zur Verfügung stehen (Abb. 6). So genügt für vielseitige Betriebe bis zu 50 Mastbullen – das gleiche gilt auch für die meisten Milcherzeuger – der einreihige Maisfeldhäcksler an einem Schlepper mit etwa 40 PS. Für Betriebe bis zu 150 Mastbullen füllt der neu angebotene, verstärkt gebaute, einreihige Feldhäcksler an einem 80 PS Schlepper eine echte Lücke. Sollen in einem Betrieb 250 Mastbullen gehalten werden, dürfte der zweireihige Feldhäcksler mit 100–120 PS Antriebsleistung ausreichen. Spezialisierte Betriebe bis zu 350 Tieren benötigen bereits einen stärker ausgelegten zweireihigen Feldhäcksler für 120–150 PS Schlepperantrieb. Bei größeren Beständen über 400 Mastbullen kann nur ein dreireihiger Feldhäcksler ab 150 PS Antriebsleistung die erforderliche Ernteleistung erbringen.
2. Einen spürbaren Engpaß bei der Silomaisernte bildet heute die Einlagerung in die Silobehälter. Vor allem die Gebläseeinlagerung mit niedriger Antriebsleistung genügt nicht mehr den Anforderungen schlagkräftiger Häcksler. Hier fehlen am deutschen Markt spezielle Würfgebläse, die für 80–100 PS Antriebsleistung ausgelegt sind. Besonders vorteilhaft wäre es, diese mit stationären Dosiervorrichtungen zu kombinieren, damit an Stelle der Häckslerverteilwagen vielseitige Kipper eingesetzt werden können. Beim Einlagern in das Flachsilos stellt die zusätzlich erforderliche Arbeitskraft für das Festwalzen mit einem schweren Schlepper eine arbeitswirtschaftliche Belastung vor allem für mittlere Betriebe dar. Diesen Engpaß könnten neuentwickelte Maschinen zum Stopfen von Schlauchsilos beseitigen.
3. Schließlich ist es besonders bei Fließ- und Parallelverfahren erforderlich, die bisher mangelnde Ladekapazität der Transportfahrzeuge zu erhöhen. Hier sollte vor allem der Einsatz größerer Kipper in Erwägung gezogen werden.

Erfahrungen im überbetrieblichen Einsatz bei der Silomaisernte

von Dr. Anton Grimm, Geschäftsführer des Kuratoriums Bayerischer Maschinenringe e. V., München

Sehr verehrter Herr Dr. Schlüter, meine sehr verehrten Damen und Herren. Ich möchte mich zunächst bei Ihnen, Herr Dr. Schlüter dafür bedanken, daß Sie mir hier in diesem Rahmen Gelegenheit geben, über die Erfahrungen bei der Silomaisernte im Maschinenring zu sprechen. Ich bin Ihnen dafür vor allem aus zwei Gründen sehr dankbar.

1. Es besteht hier die einmalige Gelegenheit, die gesammelten Erkenntnisse und Erfahrungen der Maschinenringpraxis direkt an alle für die Landtechnik von Morgen auf diesem Gebiet zuständigen und maßgeblichen Stellen heranzutragen.
2. Aus der Analyse der bisherigen Erfahrungen im Maschinenring habe ich selbst auch viele wichtige Anregungen für eine weitere Intensivierung der Maschinenringarbeit erhalten. Wir stehen ja mit der gesamten überbetrieblichen Zusammenarbeit im Maschinenring in vielen Ringen noch ziemlich am Anfang, obwohl wir in manchen Teilbereichen schon beachtliche Erfolge erzielt haben.

Es wurden 21 Maschinenringgeschäftsführer, in deren Ringen der Silomaisanbau eine gewisse Bedeutung hat, befragt. Diese 21 Ringe sind über Bayern relativ gleichmäßig verteilt. Grundlage für die Aussagen der Geschäftsführer waren ihre subjektiven Beobachtungen, die sie vorwiegend in den Jahren 1969 bis 1971 gesammelt haben und die Abrechnungsbelege von 1970.

Die Befragung gliedert sich in drei Punkte:

1. Organisation und Verfahren
2. Die Arbeitsglieder Laden, Transport und Einlagern
3. Leistungen und Kosten

1. Organisation und Verfahren:

Die Organisation der überbetrieblichen Silomaisernte bereitet $\frac{2}{3}$ der befragten Geschäftsführer keine Schwierigkeiten. Sie bezeichnen sie als relativ einfach. Nur zwei Geschäftsführer fanden sie sehr schwierig und zwar vor allem deswegen, weil in ihrem Gebiet zuviele Spezialmaishäcksler vorhanden sind (Abb. 1).

Trotz dieser positiven Beurteilung haben fast alle Geschäftsführer doch mit gewissen Schwierigkeiten zu tun. Die Einlagerung am Hof ist in den meisten Fällen der Engpaß. Der ungünstige Standort der Silobehälter, enge Hofverhältnisse und geringe elektrische Anschlußwerte bedingen im großen und ganzen zu niedrige Einlagerungsleistungen. Eng damit zusammen hängt das zweite Problem, die Kostenseite. Wenn ein Glied schwach ist, also die Einlagerung, hat dies auch eine schwache Gesamtleistung und damit relativ hohe Kosten zur Folge. Um die Kosten, d. h. die Barausgaben für den Landwirt, der die Maschinen entleiht, möglichst niedrig zu halten, wird in der Regel lediglich der Feldhäcksler mit dem dazugehörigen Schlepper und Fahrer „ausgeliehen“.

Organisation der Silomaiserte im MR

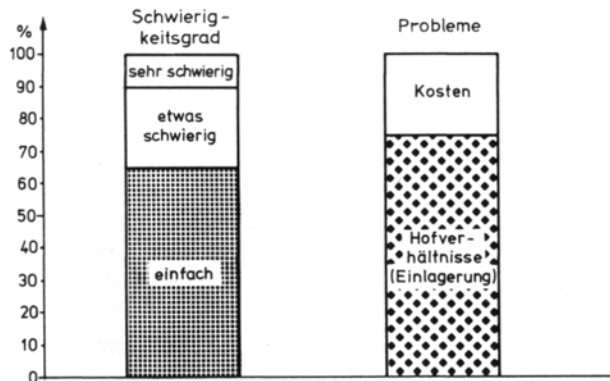


Abb. 1

Verfahren der Silomaiserte im MR

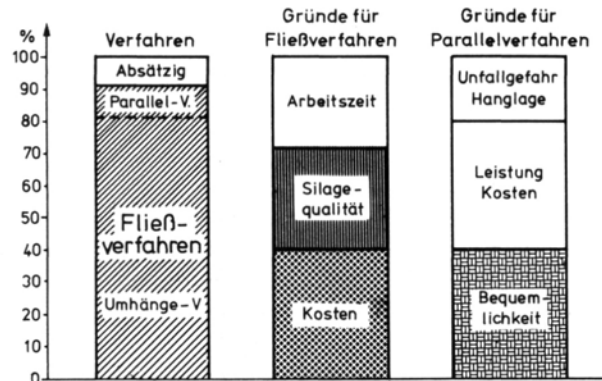


Abb. 2

Feldhäckslerbauarten im MR bei der Silomaiserte

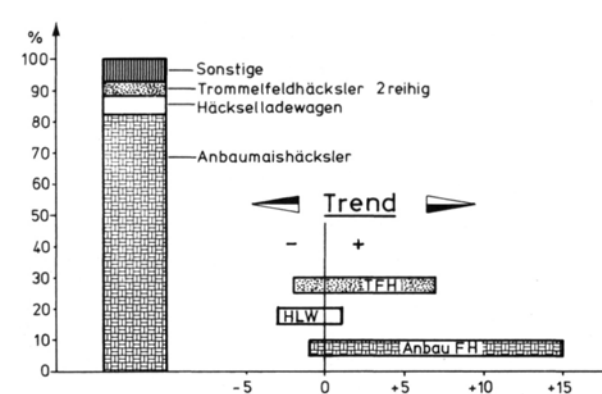


Abb. 3

Sie werden vielleicht überrascht sein, daß trotz der leichten Anbau-Maishäcksler das absätziges Verfahren (Abb. 2), in dem der Schlepper mit Feldhäcksler und Wagen im Anschluß an das Laden zum Hof fährt, im Maschinenring nahezu bedeutungslos ist (nur 8,5%). Absätzig wird fast nur bei sehr kleinen Betrieben mit geringer Silomaisfläche und vielfach in Verbindung mit Häckseladewagen gearbeitet. Der Hauptgrund für das Vorherrschen der Fließverfahren ist die Kostenseite. Feldhäcksler und Schlepper werden in der Regel nach Stunden bezahlt, man versucht daher die anfallende Stundenzahl so niedrig wie möglich zu halten. Interessant ist, daß auch im Hinblick auf eine gute Silagequalität eine entsprechende Schlagkraft gewünscht wird und daß auch die mit dem Fließverfahren verbundene Arbeitseinsparung von Bedeutung ist.

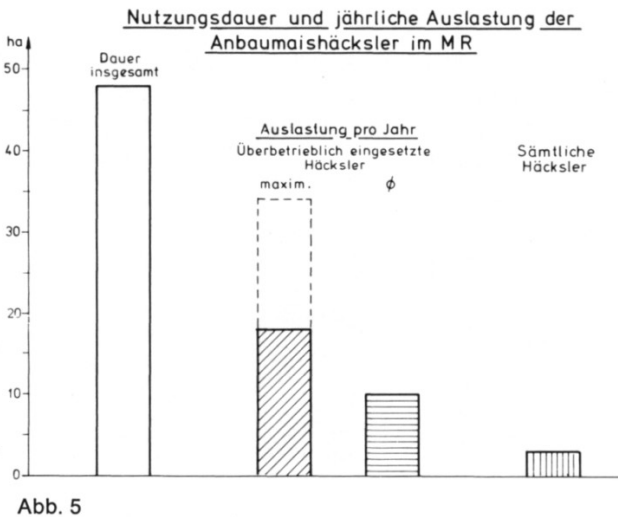
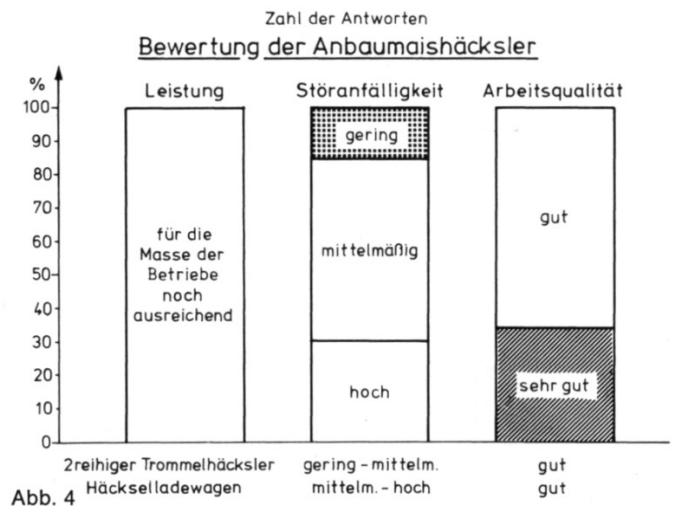
In einigen Ringen gewinnt im Rahmen des Fließverfahrens das Parallelverfahren zunehmende Bedeutung. Nach Aussage vieler Geschäftsführer würde noch weit mehr im Parallelverfahren gearbeitet, wenn die technischen Voraussetzungen, sprich Auswurfkrümmer, dafür vorhanden wären. Nur wenige Häckslerfabrikate sind dafür geeignet. Dies hat zur Folge, daß in einigen Ringen, in denen ausschließlich nach dem Parallelverfahren gearbeitet wird, u. U. nur ein einziges Fabrikat eingesetzt wird. Ich hoffe, daß die anwesende Industrie hieraus möglichst bald entsprechende Konsequenzen zieht.

Im Einzelbetrieb scheidet das Parallelverfahren häufig daran, daß zu wenig Transportfahrzeuge, Schlepper und Arbeitskräfte zur Verfügung stehen. Im überbetrieblichen Einsatz spielt dagegen diese Überlegung eine untergeordnete Rolle. Hier dominiert der Wunsch nach mehr Bequemlichkeit, verständlich, wenn ein Schlepperfahrer nicht zwei oder drei Hektar Silomais, sondern 15 und 20 zu ernten hat. Aber auch die mit dem Parallelverfahren verbundene höhere Leistung, sie macht gegenüber dem Umhängen etwa 20% aus, und Gesichtspunkte wie die erhöhte Unfallgefahr beim Umhängen, insbesondere mit Einachsanhängern, und das Abrutschen eines langen Gespannes am Hang, sprechen für dieses Verfahren.

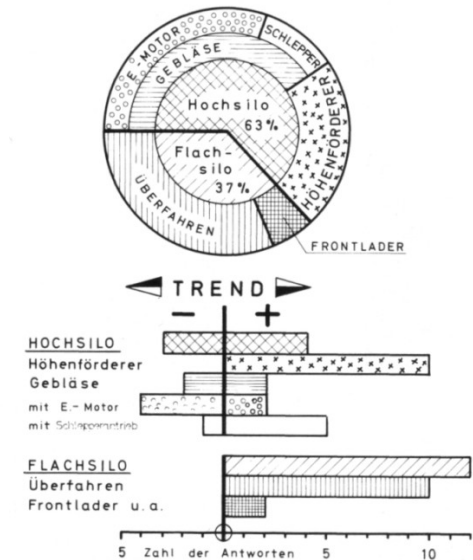
2.1. Arbeitsglied Laden

Von der Kostenseite her gesehen steht beim überbetrieblichen Einsatz der Feldhäcksler mit Schlepper im Vordergrund (Abb. 3). Der Anbaumaishäcksler hat dabei auch im Maschinenring eine dominierende Rolle (82%). Der Anteil des Häckseladewagens liegt bei 6, der des Trommelfeldhäckslers mit zweireihigem Maisgebiß bei 4%; auf ältere Scheibenradhäcksler und Sonstige entfallen noch 8%. (Diese und auch die folgenden Zahlen beziehen sich nur auf die überbetrieblich eingesetzten Geräte). Interessanter als der gegenwärtige Anteil der einzelnen Häckslerbauarten ist die Meinung der Geschäftsführer über die künftige Entwicklung der verschiedenen Bauarten im Maschinenring:

Ein großer Teil der Geschäftsführer (15) ist der Auffassung, daß auch noch in den nächsten Jahren ein stabiler und funktionssicherer einreihiger Anbau- oder auch Anhängenhäcksler für die Masse der Einsätze voll ausreicht (Abb. 4). Denn die meisten Betriebe werden auch in den nächsten Jahren auf dem Hof wenig investieren und so nicht zu höheren Einlagerungsleistungen kommen. Wenn jedoch dieser Engpaß auf dem Hof rasch beseitigt werden könnte, würde sich der leistungsfähigere Feldhäcksler mit zweireihigem Maisgebiß rasch durchsetzen. Bei größeren Maisflächen und höheren Einlagerungsleistungen gewinnt der größere Häcksler zunehmende Bedeutung. Zur Zeit macht es jedoch den Geschäftsführern in den Ringen, in denen schon mehrere Feldhäcksler mit zweireihigem Maisgebiß vorhanden sind, Schwierigkeiten, dafür ausreichend Einsatzflächen zu finden; der Grund: Dieser Häcksler leistet mehr als auf dem Hof verarbeitet werden kann. Ein Maschinenring versuchte diese Schwierigkeit dadurch zu umgehen, daß er an einem Tag mit einem Häcksler nebeneinander gleich für zwei oder drei Betriebe gehäckselt hat. In einem anderen Ring setzen Landwirte, die Hoch- und Flachsilos haben, bei der Beschickung der Hochsilos die eigenen Anbauhäcksler ein, beim Flachsilo, wo im allgemeinen höhere Einlagerungsleistungen erzielt werden, aber entleihen sie einen zweireihigen Maishäcksler vom Maschinenring.



Silobehälter u. Einlagerungsverfahren bei der Silomaiserte im MR



Aus der Sicht des Maschinenringes geht die Bedeutung des Häckselladewagens noch weiter zurück. Dies geschieht wie noch gezeigt wird, vor allem aus Kostengründen; zum Teil aber auch, weil man vielfach mit der Funktionssicherheit der Häckselladewagen unzufrieden ist.

In Gegensatz dazu waren die meisten Geschäftsführer mit der Funktionssicherheit der Anbaumaishäcksler zufrieden. Das gleiche gilt auch für den zweireihigen Trommelfeldhäcksler. Die Arbeitsqualität der Anbaumaishäcksler wurde von 66% als gut und von 34% sogar als sehr gut bezeichnet. Sie wurde aber auch beim zweireihigen Häcksler und beim Häckselladewagen für gut befunden.

Ein wesentliches Ziel des Maschinenringes ist es bekanntlich, durch bessere Auslastung der vorhandenen Maschinen eine Senkung der Mechanisierungskosten zu erreichen. Daß dies nicht in wenigen Jahren gelingen kann, ist uns klar. Die bisher gemachten Erfahrungen zeigen jedoch, welche Möglichkeiten hier bestehen. Die überbetrieblich eingesetzten Feldhäcksler haben im Durchschnitt 10 ha geerntet (diese Zahl bezieht sich vorwiegend auf die Anbaumaishäcksler (Abb. 5). Die durchschnittlichen Maximalleistungen der 21 Ringe lagen bei 18 ha, die absolute Spitze mit einem Anbaumaishäcksler sogar bei 27 ha in einem Jahr. Wenn wir jedoch alle in den Ringen vorhandenen Häcksler berücksichtigen, ergibt sich nur eine durchschnittliche Auslastung je Anbaumaishäcksler von 3 ha.

Ich bin auch der Frage nachgegangen, warum trotz dieser Überkapazität an Maishäckslern nach wie vor Landwirte im Maschinenring neue Häcksler kaufen (und das zum Teil, obwohl sie in den Jahren vorher vom Maschinenring, wie sie selbst bestätigen, bestens bedient worden sind). Zum Teil sind es völlig irrationale Gründe: Sie hatten z. B. gerade genügend Geld oder wollten ihrem Prestigedenken genüge tun; zum Teil füttern sie schon einige Monate vor der Silomaiserte Grünmais im Stall und benötigen dafür täglich den Feldhäcksler. In den meisten Fällen liegt aber wohl die Ursache darin, daß die Landwirte sich noch zuwenig nach ökonomischen Gesichtspunkten verhalten.

Die gesamte mögliche Nutzungsdauer eines Anbaumahäckslers liegt nach Meinung der Geschäftsführer bei etwa 50 ha. Dies gilt allerdings nicht für die Anbaumahäcksler der ersten Generation, die häufig schon nach 10 ha Einsatz aufgearbeitet waren. Aber auch 50 ha ist, wenn man sich eine mögliche Kampagneleistung von 15–20 ha pro Jahr denkt, noch sehr wenig.

Die schwachen und damit verbesserungsbedürftigen Stellen am Anbaumahäcksler sind im Hinblick auf Lebensdauer und Störanfälligkeit vor allem die Einzugsorgane, der Kettenantrieb und die Lager, bezüglich Bedienung und Wartung der Auswurfkrümmer und die geringe Schnitthaltbarkeit. Ein Teil dieser Mängel wurde bei einigen Fabrikaten erfreulicherweise aufgrund der Erfahrungen von 1969 und 1970 bereits beseitigt, dennoch sollte manches weiter verbessert werden. Gewünscht wird ein möglichst stabiler und unempfindlicher (insbesondere im Hinblick auf den Antrieb) Häcksler, der möglichst wenig Wartung verlangt. Ein oder zweimal am Tag 44 Schmiernippel abzuschmieren, ist eine Zumutung. Nach Auffassung der Geschäftsführer sollte der Freiraum für die Anhängung des Transportwagens an den Häcksler vergrößert und das Anbauen erleichtert werden; der Auswurfkrümmer sollte so verbessert werden, daß Parallelverfahren und besserer Einschlag nach rechts möglich ist. Bei Häckslern mit Stützrad sollte Schlepper- und Stützradachse in einer Linie liegen. Bei den zweireihigen Typen wird die

geringe Wendigkeit kritisiert. Aus diesem Grund und auch im Hinblick auf Schwierigkeiten bei Hanglagen und beim Anmähen sehen einige Geschäftsführer durchaus Chancen für den Selbstfahrer.

2.2. Arbeitsglied Transport

Der Transport bereitet im allgemeinen keinerlei Schwierigkeiten. In Form von Ladewagen und Stallmiststreuern (68% Anteil) sowie Kippern (17% Anteil) stehen beim überbetrieblichen Einsatz ausreichend Transportkapazitäten zur Verfügung. Betriebe, die sich mit diesen Transporteinrichtungen häufiger gegenseitig aus-helfen, rechnen diese Einsätze gar nicht ab.

Die Bedeutung des Automatikwagens ist im Abnehmen begriffen, vorwiegend aufgrund der damit verbundenen hohen Kosten. Normale Ackerwagen werden so gut wie gar nicht verwendet. Die Tendenz geht zunehmend zu Stallmiststreuern, Ladewagen und Kippern.

2.3. Arbeitsglied Einlagerung

Die Einlagerung ist, wie schon gesagt, vielfach das Nadelöhr. Dies gilt insbesondere in Verbindung mit Hochsilos, die in manchen Gegenden, besonders in Franken, noch stark vorherrschen. Im südbayerischen Raum dagegen gewinnt das Flachsilo zunehmende Bedeutung; in manchen Ringen liegt sein Anteil bereits bei über 60%. Im Durchschnitt der befragten Ringe macht es 37% aus (Abb. 6). Die Tendenz geht nach Meinung der Geschäftsführer zunehmend zum Fahrsilo, vor allem deswegen, weil hier ohne großen technischen Aufwand hohe Einlagerungsleistungen bei geringer Störanfälligkeit erreicht werden. Flachsilos werden vorwiegend durch Überfahren beschickt (85%) und zwar mit zunehmender Tendenz, während die Einlagerung mit Frontlader oder gar mit Förderband weniger verbreitet ist. Radlader, die jetzt noch selten anzutreffen sind, gewinnen u. U. zunehmende Bedeutung.

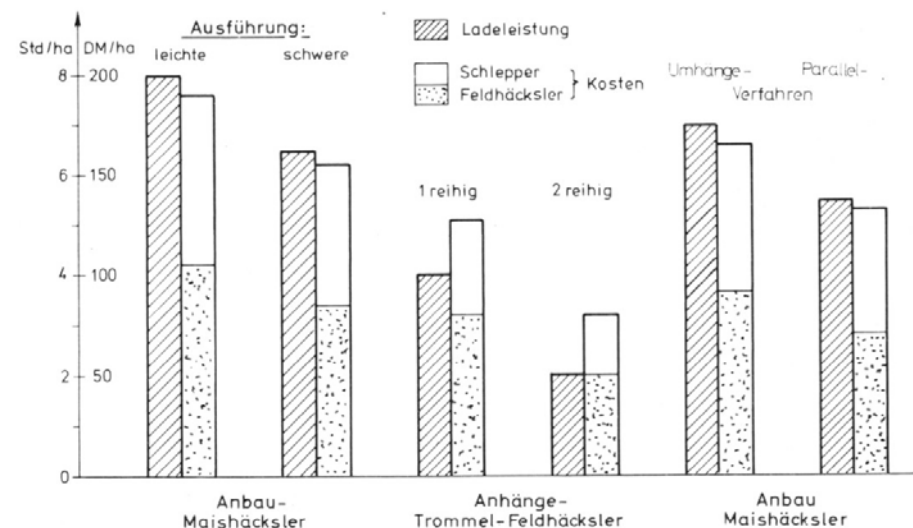
Beim Hochsilo dominiert das Gebläse (64%), das überwiegend (75%) noch mit E-Motoren angetrieben wird. Die vielfach vorhandenen niedrigen Anschlußwerte bedingen meist die geringen Gebläseleistungen. Der hohe Arbeitsaufwand für das Umsetzen von Gebläsen mit Rohren und die geringen Anschlußwerte, beides erschwert den überbetrieblichen Einsatz von Gebläsen ganz erheblich. Trotzdem wurden in 8 Ringen Gebläse immerhin 52mal überbetrieblich eingesetzt. Der Schlepperantrieb ist noch verhältnismäßig selten anzutreffen. Seine Zukunftsaussichten werden sehr unterschiedlich beurteilt. Er scheitert häufig an den beengten Hofverhältnissen.

Höhenförderer eignen sich im allgemeinen besser für den überbetrieblichen Einsatz als Gebläse. Aus diesem Grund und im Hinblick auf die hohe Funktions-sicherheit und Leistung glauben viele Geschäftsführer, daß sie in Zukunft noch mehr eingesetzt werden. Gewünscht wird ein leicht und schnell versetzbarer und gut transportfähiger Höhenförderer, evtl. in Form eines teleskopartigen Doppelbandes. Das sind zwar hohe Anforderungen; ein solcher Förderer dürfte aber auch etwas mehr kosten, da eine hohe Auslastung möglich wäre.

3. Leistungen und Kosten

Ich war selbst überrascht davon, welche enormen Unterschiede bezüglich der Leistung und vor allem der Kosten bestehen (Abb. 7). Einschließlich aller Neben-

Durchschnittliche Ladeleistungen u. Kosten im MR in der Silomaiserte



KBM 71/7

Abb. 7

und Leerlaufzeiten werden im Durchschnitt bei Anbaumaishäckslern und Schleppern mit ca. 50 PS etwa 7 Std. für das Häckseln bzw. Laden von 1 ha Silomais gebraucht. Die leichtere Ausführung und die Bauart mit Scheibe lag mit etwa 8 Std. über diesem Durchschnittswert, die schwerere und die Trommel darunter bei etwa 6,5 Std. Unter günstigen Voraussetzungen kann ein ha mit einem Anbaumaishäcksler auch schon in etwa 5 Std. gehäckselt werden. Bei den neuentwickelten einreihigen Trommelfeldhäckslern geht es noch schneller, bei einem Antrieb von 65 PS in 4 Std., unter guten Voraussetzungen auch in 3 Std. je ha. Mit einem zweireihigen Trommelfeldhäcksler schafft man es mit 90–110 PS 1 ha ohne weiteres in 2 Std., es werden auch nur 1,2–1,5 Std. gebraucht. Diese hohen Leistungen sind, so sonderbar das klingen mag, den meisten Betrieben zu hoch. Sie können die Kostenvorteile, die sich dabei ergeben, nämlich 70–80 DM je ha für Schlepper und Häcksler gegenüber 150–200 DM je ha bei Anbaumaishäckslern nicht ausnützen. Die größere und leistungsfähigere Maschine arbeitet, das muß hier deutlich gesagt werden, wesentlich billiger, der Unterschied ist wirklich außerordentlich groß und beachtenswert, trotzdem kann sie vielfach noch nicht eingesetzt werden, da die erforderlichen Voraussetzungen, sprich ausreichende Einlagerungsleistungen, fehlen. Dem Nadelöhr auf dem Hof muß daher in Zukunft noch mehr zu Leibe gerückt werden.

Durch das Parallelverfahren können mit Anbaumaishäckslern je ha etwa 1,5 Std. bzw. 20% eingespart werden. Beim Häckselladewagen kann das Laden auf dem Feld nicht isoliert betrachtet werden. Man muß hier die gesamte Kette berücksichtigen.

Aus einem Ring liegen dazu Vergleichszahlen vor, denen vergleichbare Voraussetzungen (Schlaggrößen, Einlagerungsleistungen, Feldentfernung) zu Grunde liegen. Die Gesamtkosten der Silageernte lagen hier beim Verfahren mit Anbaumaishäckslern mit zwei Stallmiststreuern bei 324,- DM je ha, mit Häckselladewagen bei 432,- DM, also um mehr als 100,- DM höher (trotz günstiger Voraussetzung für den Häckselladewagen, nämlich nur 400 m Feldentfernung). Dieses Beispiel bestätigt im übrigen die durch Kalkulation mit Durchschnittsleistungen und Maschinenringpreisen gewonnenen Werte.

Schluß

Zum Schluß möchte ich Ihnen aus der Maschinenringpraxis zeigen, wie im allgemeinen die Silomaisernte überbetrieblich abläuft.

Geladen wird in der Regel mit Anbaumaishäckslern. Diese dürften leistungsmäßig auch in den nächsten Jahren noch für die meisten Einsätze voll ausreichen. Die schwachen Stellen, das sind vor allem Antrieb und Einzugsketten, sollten jedoch, soweit noch nicht erfolgt, verbessert werden. Zum Transport werden bevorzugt Stallmiststreuer und Ladewagen verwendet. Da jedoch das Umhängen, insbesondere mit Einachsern, als unbequem empfunden wird und auch nicht ganz ungefährlich ist, geht der Trend deutlich zum Parallelverfahren. Die Einlagerung auf dem Hof, meist mit Gebläse in Hochsilos, die Behälter stehen jedoch nur selten günstig, die Einlagerung macht die meisten Schwierigkeiten.

Als Beispiel sei ein Nebenerwerbsbetrieb im Maschinenring Mühlendorf erwähnt, der nahezu alle Arbeiten durch den Maschinenring erledigen läßt, so auch die gesamte Silomaisernte. Der Betriebsinhaber schult zur Zeit zum Industriekaufmann um. Seine Frau hat lediglich die Arbeit zu kontrollieren. Das ist keineswegs ein Einzelfall. Die überbetriebliche Zusammenarbeit in Form des Maschinenringes ist in der Bundesrepublik und besonders in Bayern schon stark verbreitet. Damit Sie die mögliche Auswirkung dieser Kooperationsform auf die Landtechnik von Morgen in etwa abschätzen können, noch einige Zahlen. Wir haben zur Zeit in Bayern 80 Maschinenringe mit hauptberuflichen Geschäftsführern. Diese 80 Maschinenringe erstrecken sich auf 95 Landkreise. Einem Ring gehören rund 400 Landwirte an. Insgesamt sind in Bayern also schon über 30 000 Landwirte von MR erfaßt, und unter diesen Landwirten sind erfreulicherweise die jüngeren und fortschrittlicheren besonders stark vertreten.

Gärfutter-Bereitung mit der Silopresse

von ORLR Dr. Heinz Schulz, Landtechnik Weihenstephan

Auf der diesjährigen Schlütertagung wird erstmals einem größeren Kreis von Fachleuten ein neues Siliervverfahren praktisch vorgeführt. Sicherlich haben die meisten von Ihnen schon etwas darüber gehört, aber wohl die wenigsten kennen nähere Einzelheiten.

Daher hat Herr Dr. Schlüter darum gebeten, in aller Kürze die wichtigsten Merkmale der Silopresse zum Befüllen von Folienschlauchsilos zu schildern.

Erstanden ist diese Neuentwicklung aus dem Bestreben, den hohen Kapitalbedarf zum Bau massiver Gärfutterbehälter einzusparen. Das gleiche Ziel verfolgt man zwar auch beim Folienfahrtilo und bei der Preßballensilage, Verfahren, die jedoch in manchen Punkten noch nicht voll befriedigen, so vor allem hinsichtlich des Arbeitsaufwands und Gärrisikos.

Abb. 1





Abb. 2

Bei dem neuen Siliervorgang wird das zu silierende Futter durch eine Maschine – vom Hersteller Silopresse genannt – auf dem Hof vollmechanisch verdichtet und kontinuierlich in einen Folienschlauch gefüllt. Dies geschieht im wesentlichen mit einem rotierenden Preßorgan und einem Formkanal, auf den die 0,2 mm starke Polyäthylenfolie vor Beginn des Siliervorganges aufgezogen wird (Bild 1). Der befüllte Teil des Schlauches mit ca. 7,5 m Umfang und Längen bis zu 25 m bleibt auf dem Boden liegen (Bild 3). Die Maschine bewegt sich durch den bei der Verdichtung des Futters erzeugten Gegendruck selbsttätig weiter. Die Vorschubgeschwindigkeit und damit auch die Preßwirkung kann durch zwei Spannseile und eine Bremsvorrichtung reguliert werden (Bild 2).

Bei einer Höhe von ca. 1,8 m und einer Breite von ca. 2,6 m beträgt der Querschnitt des gefüllten Folienschlauches ca. 4 m. Die Befüllleistungen liegen nach unseren bisherigen Messungen an einem Prototyp zwischen 130 und 200 dz/h, wobei der untere Wert für Anwelkgut und der obere für Silomais gilt.

Bei diesen Durchsätzen wurden Antriebsleistungen von mindestens 25–30 Schlepper-PS oder 15 E-Motor-PS benötigt. Die erzielbaren Raumgewichte liegen mit durchschnittlich 180 bis 200 kg/m³ Trockenmasse in der gleichen Größenordnung wie beim Fahrsilo.

Das Verfahren eignet sich für Anwelksilage aus Gras oder Ackerfutter, Silomais und Maiskolbenschrot, weniger für Rübenblatt. Neben Häckselgut kann auch kurz vorgeschchnittenes Ladewagengut siliert werden; die jetzige Ausführung der Maschine ist für Kratzbodenbeschickung vorgesehen.

Durch den starken Verdichtungsgrad, den luftdichten Abschluß und das enge Anliegen der Folie am Futterstock sind günstige siliertechnische Voraussetzungen gegeben. Dementsprechend waren auch die bisher erzeugten Futterqualitäten in der Regel gut.

Bei der Entnahme wird der Folienschlauch aufgeschnitten, da es sich um eine billige Wegwerffolie handelt (Bild 4). Durch die vorwiegend senkrechte Schichtung des Futters ist die Entnahme von Hand, mit Frontlader oder Flachsilofräse ebenso möglich wie Selbstfütterung.

Da zur Zeit der endgültige Verkaufspreis der Maschine, der nach ersten Informationen um 12 000 DM liegen soll, sowie auch der Abgabepreis der Folie noch nicht genau feststeht, können exakte Kostenberechnungen noch nicht durchgeführt werden. Überschlagsmäßig erscheint jedoch der Einsatz der Silopresse ab einer jährlich silierten Menge von 1200 m³ wirtschaftlicher als die Verwendung billiger Flachsilos. Da sich das Verfahren gut für den überbetrieblichen Einsatz eignet, dürfte sich diese Auslastung leicht erreichen lassen. Aber auch arbeitswirtschaftlich bringt dieses Verfahren eine Verbesserung, da durch das Wegfallen der bei Flachsilos sonst notwendigen Walzarbeit eine Arbeitskraft eingespart wird. Dadurch sind ähnlich wie beim Hochsilo Einmannketten möglich.

Es ist zu erwarten, daß vor allem der Silomaisanbau sehr stark von dieser Neuentwicklung profitiert, da die hohen Baukosten für massive Silos in vielen Fällen als begrenzender Faktor einer stärkeren Ausdehnung des Silomaisanbaus im Wege stehen.

Abb. 3



Abb. 4



