

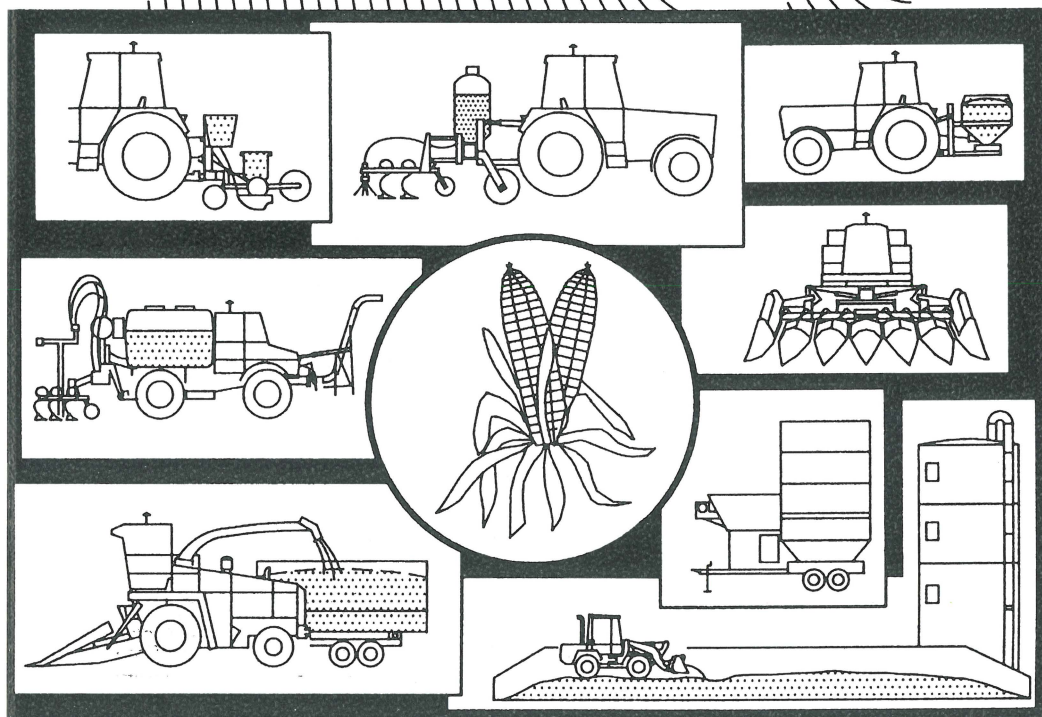
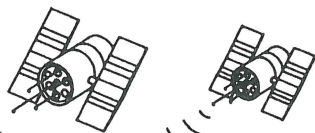


Nr. 8

1997

Landtechnik-Schrift

Maisanbau 2000



Hrsg.: Hermann Auernhammer, Peter Nawroth

Wissenschaftliches Fachkolloquium

Maisanbau 2000

zur Emeritierung von

Prof. Dr. agr. Dr. agr. habil.

Manfred Estler

am 16./17.12.1996

in

Schloß Hohenkammer

TU München
Institut für Landtechnik
Weihenstephan

Deutsches
Maiskomitee e.V.
Bonn



Vertrieb: Landtechnischer Verein in Bayern e. V.
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising
Tel. 08161-145885, Fax 08161-714048

© 1997 by Landtechnik Weihenstephan, Vöttinger Str. 36, D-85354 Freising.
Nachdruck, auszugsweise Wiedergabe, Vervielfältigung, Übernahme auf Daten-
träger und Übersetzung nur mit Genehmigung der Landtechnik Weihenstephan.

Dieser Tagungsband wurde von Peter Nawroth zusammengestellt.

Printed in Germany

Vorwort

Prof. Dr. Manfred Estler ist am 30. September 1996 nach 35 Jahren Zugehörigkeit an der Landtechnik Weihenstephan in den wohlverdienten Ruhestand getreten. Ein großer Teil seines Berufslebens war der Technisierung im Maisanbau gewidmet. Er hat in einer Vielzahl eigener Versuche die verfügbaren Techniken untersucht, unzählige Verbesserungen vorgenommen und getestet. Es war ihm immer ein Anliegen, die Diskussion zwischen Industrie, Praxis und Universität zu fördern und zu vertiefen.



Was lag näher, als zu seinem Abschied noch einmal mit ihm den Maisanbau zu diskutieren ?

Eingeladen wurden seine Weggefährten, die Vertreter der Ministerien und der berufsständischen Organisationen, die Wissenschaft, die Beratung und die Leiter der Versuchs- und Untersuchungsbetriebe. Mit dem Vortragsprogramm ausgewählter Experten sollte "Altes" in Erinnerung gerufen, "Neues" angesprochen und "Fingerzeige" für die Zukunft gegeben werden.

Der vorliegende Tagungsband erfüllt somit zwei Aufgaben zugleich. Zum einen finden sich darin die Arbeiten "Estler's" wieder. Zum anderen dokumentiert er den Maisanbau heute und morgen, also den Maisanbau für das Jahr 2000 und danach.

Prof. Dr. H. Auernhammer

Institut für Landtechnik
Weihenstephan

Dr. H. Meßner

Deutsches Maiskomitee e. V.
Bonn

Autorenverzeichnis

Alber, Dieter, Dr.

KWS AG

Andershäuserstr. 5, 37574 Einbeck

Auernhammer, Hermann, Prof. Dr.

Institut für Landtechnik, TU München-Weihenstephan

Vöttinger Str. 36, 85350 Freising

Bauer, J., Prof. Dr.,

Dekan der Fakultät Landwirtschaft und Gartenbau der TU München

85350 Freising-Weihenstephan

Caspers, Ludwig, Dr.-Ing.

CLAAS Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH

Münsterstr. 33, 33428 Harsewinkel

Demmel, Markus, Dipl.-Ing. agr.

Institut für Landtechnik, TU München-Weihenstephan

Vöttinger Str. 36, 85350 Freising

Hurle, Karl, Prof. Dr.

Institut für Phytomedizin, Fachgebiet Herbologie, Universität Hohenheim

Otto-Sander-Str. 5, 70599 Stuttgart

Maidl, F. X., Dr.

Lehrstuhl für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, TU München-Weihenstephan,

85350-Freising-Weihenstephan

Matthias, Joachim, Dr.

Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe

Schorlemerstr. 26, 48143 Münster

Nawroth, Peter, Dipl.-Ing. agr.

Institut für Landtechnik, TU München-Weihenstephan

Vöttinger Str. 36, 85350 Freising

Autorenverzeichnis (Fortsetzung)

Ratschow, Jens-Peter, Dr.

Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe
Schorlemerstr. 26, 48143 Münster

Rödel, Gerhard, Dipl.-Ing. (FH)

Bayerische Landesanstalt für Landtechnik
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

Schön, Hans, o. Prof. Dr. Dr. h.c. (AE)

Institut für Landtechnik, TU München-Weihenstephan
Vöttinger Str. 36, 85350 Freising

Schmid, Josef, Dr.

Wilhelm von Fink'sche Agrargesellschaft
Gut Keferloh, 85630 Grasbrunn

Schrödl, Josef, Dipl.-Ing. agr.

DLG-Prüfstelle für Landmaschinen
Max-Eyth-Weg 1, 64823 Groß-Umstadt

Schurig, Manfred, Dr.

Bayerische Landesanstalt für Landtechnik,
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

Sommer, C., Dir. u. Prof. Dr.-Ing.

Instituts für Betriebstechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
Braunschweig-Völkenrode (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

Wild, Karl, Dipl.-Ing. agr.

Bayerische Landesanstalt für Landtechnik,
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising

Zscheischler, Johannes, Regierungsdirektor i. R.

Rosenstr. 6, 85354 Freising

Inhaltsverzeichnis

Seite

Grußworte und Laudatio

| | |
|--|----|
| Grußwort der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau der TU-München | 9 |
| Grußwort des Instituts für Landtechnik der TU-München | 11 |
| Grußwort des Deutschen Maiskomitee e. V. | 13 |
| Laudatio " Von der Kartoffel zum Mais - 35 Jahre an der Landtechnik Weihenstephan " | 19 |
| Tendenzen in der Maiszüchtung | 31 |

Bodenschutz und Saat

| | |
|--|----|
| Bodenbearbeitung und Bodenschutz | 47 |
| Saattechnik auf dem Prüfstand und im Feldversuch | 57 |

Düngung und Pflege

| | |
|--|-----|
| Standortgerechte Nährstoffversorgung mit mineralischen und organischen Düngemitteln | 87 |
| Rationale Unkrautbekämpfung - Konzepte und Perspektiven | 97 |
| Mechanische Unkrautregulierung mit einem Reihenmulchgerät | 103 |

Ernte- und Lagerungstechnik

| | |
|---|-----|
| Ernteverfahren zu Körnermais und CCM | 121 |
| Lokale Ertragsermittlung bei Silo- und Körnermais | 139 |
| Häcksellängenbestimmung bei Silomais | 165 |
| Kosten verschiedener Konservierungsverfahren | 171 |

Grußworte und Laudatio

Grußwort der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau

J. Bauer

Meine sehr geehrten Damen und Herren,
lieber Herr Kollege Estler, liebe Frau Estler,

zum heutigen wissenschaftlichen Kolloquium über das Thema "Maisanbau 2000" begrüße ich Sie ganz herzlich im Schloß Hohenkammer. Anlaß für dieses zweitägige Symposium ist das Ausscheiden von Herrn Prof. Dr. Manfred Estler aus dem aktiven Dienst der Technischen Universität München.

Prof. Estler, ein gebürtiger Dresdner, fand sehr bald seinen Weg zur Landwirtschaft. 1953 verließ er die Friedrich Aeroboe-Schule in Michelstadt als staatlich geprüfter Landwirt. Nach mehrjähriger Tätigkeit in der Praxis folgte dann das Studium der Agrarwissenschaft in Gießen und in Weihenstephan, das er 1961 als Diplomlandwirt beendete.

Seine wissenschaftliche Laufbahn begann am Institut für Landtechnik in Weihenstephan unter Prof. Brenner. Nach ersten wissenschaftlichen Arbeiten über den Kartoffelanbau hat er sich sehr früh dem Maisanbau zugewendet. Prof. Estler, der seit fast 10 Jahren Vorsitzender des Deutschen Maiskomitees ist, hat dieses zusammen mit Prof. Rintelen wesentlich geprägt. Beide waren verantwortlich, daß von Bayern alle wesentlichen Impulse zur Einführung des Maises in Deutschland und in den angrenzenden Nachbarländern ausgingen.

Neben dem Maisanbau und seiner Technisierung widmete sich Prof. Estler schon früh der Minimalbestelltechnik. Sein großes Augenmerk lag auf der Einsparung von Arbeitszeit und Energie und ebenfalls schon sehr früh im verstärkten Erosionsschutz. Seine Untersuchungen zu Mulchsaatverfahren geben richtungsweisende Antworten auf mögliche Verbesserungsansätze. Weit vorausschauend gingen seine Überlegungen zu sogenannten Ernte-Saat-Verfahren. Mit der Kombination Mähdrusch und gleichzeitiger Einsaat von Raps wurde aufgezeigt, welche Einsparmöglichkeiten in Getreidefruchtfolgen überhaupt denkbar sind.

Die wissenschaftlichen Leistungen von Prof. Estler sind enorm. Während seiner Laufbahn hat er nicht weniger als acht Fachbücher herausgebracht und insgesamt ca. 290 schriftliche Publikationen veröffentlicht. Gleichzeitig hielt er über 300 Fachvorträge im In- und Ausland. Diese Zahlen sind beeindruckend. Aber Wissen, das nicht mitgeteilt wird, ist keine Wissenschaft.

Dabei hat es Prof. Estler wie kaum ein anderer verstanden, Wissenschaft und Praxis zu verbinden. Als allseits anerkannter Wissenschaftler suchte er den ständigen Kontakt zur Landwirtschaft. Sein Hauptexperimentierfeld war der praktische landwirtschaftliche Betrieb und prägte damit auch den Arbeitsstil der Landtechnik Weihenstephan. Für diese und andere wissenschaftliche Leistungen hat ihm die DLG 1989 die silberne Max-Eyth-Gedenkmünze verliehen.

35 Jahre hat Herr Estler außerordentlich erfolgreich am Institut für Landtechnik der TU München in Freising-Weihenstephan gewirkt. Mit seinem Ausscheiden aus dem aktiven Dienst verliert die Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau einen hoch angesehenen Wissenschaftler und einen höchst erfolgreichen und beliebten Hochschullehrer. Für alles, was Sie für die Fakultät und die TU München geleistet haben, möchte ich mich bei Ihnen, lieber Herr Estler, auch im Namen der Fakultät ganz herzlich bedanken. Wir wünschen Ihnen für Ihren weiteren Lebensweg alles erdenklich Gute.

Grußwort des Institutes für Landtechnik Weihenstephan

Hans Schön

Spektabilität,
Sehr verehrte Frau Estler,
Sehr geehrter Herr Kollege Estler,

am 27.7.1961 traten Sie, Herr Professor Estler, als frisch geborener Diplomlandwirt Ihren Dienst an der Landtechnik Weihenstephan an. Nach 35 Jahren baten Sie den Herrn Kultusminister um Versetzung in den Ruhestand zum 30.9.1996. In diesen 35 Jahren haben Sie die Landtechnik Weihenstephan geprägt, entscheidende landtechnische Entwicklungen angestoßen und wissenschaftlich begleitet. Dazu gehört die Bodenbearbeitung, über deren Stand und deren Zukunftsaspekte Sie uns in einer wegweisenden Abschiedsvorlesung berichtet haben.

Beim heutigen Kolloquium steht der Maisanbau, ein zweiter Schwerpunkt Ihres wissenschaftlichen Bemühens, im Vordergrund; ein Thema, das dem Präsidenten des Deutschen Maiskomitees wohl ansteht.

Daß diese Pflanze, lieber Herr Kollege Estler, einmal im Mittelpunkt Ihres Lebenswerkes stehen sollte, war Ihnen, dem gebürtigen Dresdener, nicht in die Wiege gelegt; naheliegender wäre es schon der Weinstock gewesen. Auch während der ausgedehnten Wanderjahre in der Praxis war dies nicht zu erkennen. Erst Professor BRENNER hat Sie, wie viele seiner Studenten, für die Landtechnik begeistert und für seine junge Mannschaft gewonnen. Er schickte Sie in die Münchner Schotterebene, um die Kartoffelernte, die bisher mühsam in gebückter Haltung in Handarbeit erfolgte, zu mechanisieren. Sie haben - Ihrer Körpergröße entsprechend - beschlossen, die Kartoffel in Augenhöhe anzuheben, um sie in angenehmer Körperhaltung energie- und arbeitssparend zu ernten. Leider waren es aber nicht nur die Kartoffeln, mit denen Sie sich abmühen mußten, sondern im Übermaß waren es Erde und Steine. Und so fanden Sie, wie wir vermuten, zu einer anderen, edleren Frucht, die in Augenhöhe reift und in würdiger Körperhaltung zu ernten ist, nämlich dem Mais. Zusammen mit BRENNER und RINTELEN begründeten Sie den Ruf Weihenstephans als Zentrum

des Maisanbaues. Die SCHLÜTER-Tagungen, die Sie von der ersten bis zur letzten Veranstaltung wissenschaftlich begleiteten, gaben entscheidende Impulse für die technische Entwicklung und die Anbautechnik. Als praxisverbundener Forscher interessierte Sie nicht nur die Technik, sondern das gesamte Anbausystem. Sie sahen bei aller Begeisterung für diese Frucht sehr früh auch einige Schwächen. Dazu gehört die erhöhte Erosionsgefahr, der Sie mit Methoden der konservierenden Bodenbearbeitung und neuen Verfahren der mechanischen Unkrautregulierung begegnen. In über 350 Veröffentlichungen haben Sie Ihre Erkenntnisse verbreitet und in beinahe 500 Vorträgen haben Sie Studenten und Praktiker begeistert. Es folgte die Berufung in zahlreiche Ausschüsse, u.a. stehen Sie der KTBL Arbeitsgemeinschaft "Technik im Pflanzenbau" vor, und die DLG verlieh Ihnen 1989 die Silberne Max-Eyth-Gedenkmünze. Damit haben Sie der Landtechnik Weihenstephan internationales Ansehen verschafft.

Lieber Herr Kollege Estler,

es ist ein stolzes Lebenswerk, das Sie in guter Gesundheit und im Kreise vieler Freunde "einfahren" - um ein altes bäuerliches Wort für das Ernten zu verwenden. Wir haben Ihnen dafür zu danken:

- die Landtechnik Weihenstephan, deren Arbeitsweise Sie in 35 Jahren geprägt haben,
- drei Institutsdirektoren, denen Sie loyal und in persönlicher Freundschaft zur Seite gestanden haben,
- die vielen Studenten und Praktiker, denen Sie neue Wege aufgezeigt haben.

Ich hoffe deshalb, daß diese Veranstaltung ein Höhepunkt, aber nicht das Ende Ihrer fachlichen und persönlichen Verbindung zur Landtechnik Weihenstephan ist.

Grußwort des Deutschen Maiskomitee e. V.

Josef Schmid

Sehr geehrter Herr Dekan Dr. Bauer,
sehr geehrter Herr Prof. Dr. Schön,
werte anwesende Damen und Herren
und vor allem Dir, lieber Manfred Estler
- meinem Semesterkollegen -
und Deiner Gattin gilt mein Gruß.

Du bist ja der Anlaß, warum ich mich hier in die Reihe der Grußwortredner als Sprecher des Deutschen Maiskomitees einreihen darf.

In gleicher Weise wie die Universität und das Institut für Landtechnik auf 35 Jahre Manfred Estler zurückschauen können, kann dies auch das Deutsche Maiskomitee, das gerade erst sein 40-jähriges Jubiläum begangen hat, unter der vortrefflichen Regie seines 1. Vorsitzenden, keinem geringeren als Prof. Dr. Manfred Estler.

Schauen wir einmal zurück auf das Jahr 1956, auf das Gründungsjahr des Deutschen Maiskomitees. Manfred Estler war gerade dabei, sich als cand. agr. für das Studium der Landwirtschaft zu qualifizieren und meine Wenigkeit schickte sich an, die Lehrzeit am Staatsgut Weihenstephan, in Dürnast, am Schafhof und in Viehhausen unter dem gestrengen Administrator Gerhard Maixner und unter Oberleitung von Prof. Dr. Dr. Paul Rintelen, dem in meinen Augen größten Maispionier aller Zeiten, dem Initiator, Motor und Katalysator für die Einführung des Silo- und Körnermaisbaues in den klimatisch weniger begünstigten Lagen Bayerns und darüber hinaus.

Einige wenige Wissenschaftler hatten seinerzeit, durch USA-Aufenthalte inspiriert - ich nenne hier neben Rintelen meinen Nachredner Johannes Zscheischler und Dr. Kising in Südbaden - den pflanzenbaulichen, arbeits- und betriebswirtschaftlichen, vor allem aber auch den volkswirtschaftlichen Wert des Maises erkannt, und haben - man höre und staune - nicht nur durch ideelle, sondern mit nachhaltiger und wirksamer finanzieller Unterstützung durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten das Deutsche Maiskomitee gegründet.

Es war die Zeit, in welcher der Mais nichts anderes als ein Nischendasein führte, in Südbaden, im Chiemgau und im Rottal.

Es war die Zeit, in der sich im Gegensatz zu heute ganz wenige wissenschaftliche Institutionen um die vielen offenen und drängenden Fragen im Maisanbau, sei es bei der Zucht und den Sorten, der Saat, der Düngung, des Pflanzenschutzes, der Erosion, der Erntetechnik und der Konservierung, der Fütterung, der technischen Verarbeitung und der Betriebswirtschaft annahmen.

Es war die Zeit, in der Prof. Rintelen über eine Vielzahl nicht nur betriebswirtschaftlicher Untersuchungen nach dem Motto "do it yourself" fast die gesamte Maispalette abzudecken versuchte und dadurch wertvolle Basisarbeit geleistet hat. Über die ab 1956 durch das BML finanzierten und über das Deutsche Maiskomitee abgewickelten Forschungsaufträge wurden alle mögliche Versuche angestellt, die auch anderen Disziplinen gut zu Gesicht gestanden wären, so Sorten- (holländische Hybriden wie Prior, Caldera 331, Foliant) und Saatversuche mit importierten "Maisdibblern", den Vorgängern der Einzelkornsäugeräte (Ebra, IHC, Schürmann), Düngungsversuche (Ammonphosphat 11 N : 52 P, Reihendüngung, Esso-Milch), Ernteveruche mit aus den USA importierten Häckslern und Pflückern (John Deere, Case, Dearborn), Silier- und Trocknungsversuche (Rautentrockner), Fütterungsversuche bei Rindern und Schweinen u. ä. mehr.

Als die importierten Maispflücker und Rebler wegen mangelnder Ausreife des Maises nicht richtig funktionierten und überaus störanfällig waren, animierte Prof. Rintelen seinen Landtechnik-Kollegen Prof. Dr. Brenner, es mit dem Mähdrescher zu versuchen. Trotz der Bemerkung, da käme höchstens Maizena heraus, versuchte es dieser mit einem im Trommelbereich angepaßten Claas Huckepack Mähdrescher. Dies war die Sternstunde des Mäh- bzw. des späteren Pflückdrusches von Körnermais.

Als Zeitzeugen wissen Manfred Estler und ich, daß Rintelen von so manchem Kollegen und Besserwisser belächelt wurde, aber unbeirrt und mit höchster, im wissenschaftlichen Bereich seltener Effizienz weiter geforscht und seine Ergebnisse direkt durch Führungen und Vorträge in die Praxis umgesetzt hat. Von der badischen Konkurrenz wurde er öffentlich als Schönfärber und Phantast apostrophiert, der in den rauen Lagen Ober- und Niederbayerns den Maisanbau einführen wolle. Von

Ministerialbeamten war zu hören, der Mais sei nicht der Weisheit letzter Schluß und der Direktor eines schwäbischen Landwirtschaftsamtes verbreitete gar, das Allgäuer Braunvieh frißt keinen Mais.

In diese Zeit hinein haben Manfred Estler und ich studiert und beide haben wir uns 1961 nach dem Diplomexamen dem Mais zugewandt, Manfred Estler unter Prof. Brenner am Institut für Landtechnik und ich bei dem Betriebswirt Prof. Rintelen. Manfred Estler hat sich, wie in den Grußworten von Prof. Bauer und Prof. Schön bereits hervorgehoben, vielen drängenden Technisierungsfragen des Maisanbaues gestellt und eine Reihe praxisgerechter Lösungen erarbeitet.

Aus dieser Zeit stammt seine Verbindung zum Deutschen Maiskomitee. Er hat bei der allerersten Öffentlichkeitsarbeit des Maiskomitees - das waren die unter dem Motto "Mais eine Pflanze der Zukunft" stehenden Maisbriefe - mitgewirkt und einige dieser Briefe selber verfaßt.

Vor 23 Jahren ist Manfred Estler bei der Umorganisation des Maiskomitees, als sich 1973 das BML zurückzog, einer der Männer der ersten Stunde gewesen und hat den Ausschuß "Maisproduktion und innerbetriebliche Verwertung" als Vorsitzender übernommen. Damals ist er Vorstandsmitglied geworden und er ist innerhalb der Vorstandschaft im Jahre 1985 bei der Mitgliederversammlung in Celle ganz groß herausgekommen. Er wurde einstimmig zum 1. Vorstand gewählt und ist seit dem 8.1.1986 beim Amtsgericht Bonn als solcher in das amtliche Register eingetragen.

Wie Sie der Grafik (Abb. 1) unschwer entnehmen können, kann Manfred Estler heute als nunmehr 6. Vorsitzender auf die längste Amtszeit zurückschauen. Aus der Darstellung sehen Sie weiter, aus welchen bescheidenen Anfängen von nur 48.000 ha, davon 7.000 ha Körnermais, sich innerhalb der 40 Jahre Maiskomitee die Anbaufläche entwickelt hat. Das visionäre Ziel Prof. Rintelens von 1 Mio. ha in der Bundesrepublik hat lange auf sich warten lassen. Prof. Rintelen hat recht behalten, leider durfte er die Verwirklichung nicht mehr erleben.

Auf den ersten Blick hat man aus der Grafik den Eindruck, Manfred Estler würde die Früchte seiner Vorgänger Rintelen, Toussaint und Jungehülsing ernten. Dem ist beileibe nicht so.

Unter Manfred Estler ist es zu dem größten Aufgabenzuwachs in der Geschichte des Maiskomitees gekommen. Um den steuerlichen Vorschriften gerecht zu werden, wurde Pro-Corn als Tochtergesellschaft gegründet. Diese führt neben anderem die EU-Sortenprüfungen durch, und zwar nicht nur bei Mais.

Heute arbeitet in Bonn ein sechsköpfiges Team anstelle des früheren 1 Mann-/1 Frau-Büros höchst effizient, bündelt eine Vielzahl von Sachgebieten und gibt die Erkenntnisse untereinander, an die Praxis und was in der heutigen Zeit sehr wichtig geworden ist, nicht nur an die Fachpresse und damit an die Öffentlichkeit weiter.

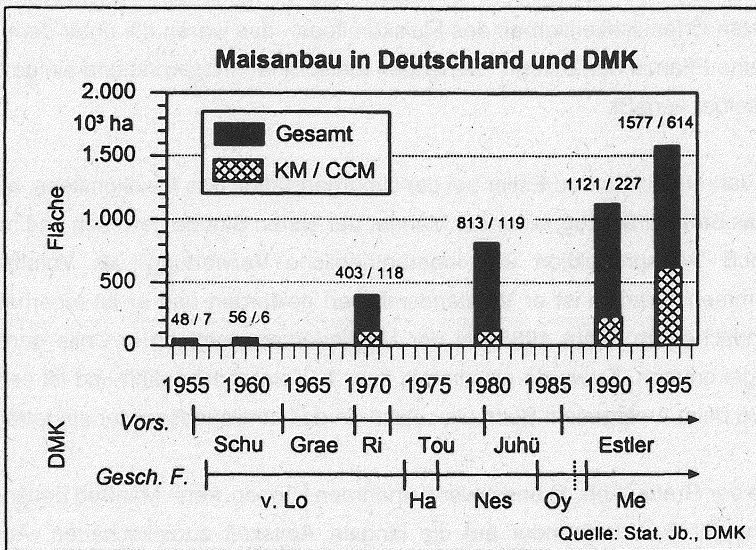


Abb. 1: Maisanbau und Deutsches Maiskomitee (DMK) 1955 bis 1996

Manfred Estler versteht es in blendender Form und vorbildhaft, die vielen Bereiche von der Züchtung, Sortenprüfung, Anbau und Produktion, Technik, Verfütterung und Verwertung, Betriebswirtschaft, Umwelt, Wissenschaft, Beratung bis hin zur Wahrnehmung internationaler Kontakte zu verknüpfen und darüber hinaus das Deutsche Maiskomitee in seiner einerseits zurückhaltend feinen und lockeren, andererseits aber dennoch souveränen Art in jeder Hinsicht untadelig, von allen Seiten voll anerkannt und respektiert zu führen.

Wie angeklungen, kann er stolz auf die längste Amtszeit, nämlich 10 Jahre - ein nicht zu vergessendes Jubiläum - zurückschauen, und weil dieses sein Abschiedskolloquium überschrieben mit "Maisanbau 2000" ist, gehe ich mit meinen Vorstandskollegen davon aus, daß er, auch wenn er von der Universität emeritiert ist, noch keineswegs amtsmüde ist und das Deutsche Maiskomitee in das Jahr 2000 führen wird.

Das wäre sicher auch ganz im Sinne Weihenstephans und des Freistaates Bayern, in dem allein 34,8 % Mais der alten Bundesländer, bzw. 25,1 % der inzwischen 1,69 Mio. ha umfassenden gesamtdeutschen Fläche angebaut werden.

Abschließend ist es mir ein Bedürfnis, anzumerken, daß ich es aus mehreren Gründen gerne übernommen habe, dieses Grußwort zu sprechen. Wie Sie mitbekommen haben, bin ich Studien-, Semester- und Examenskollege Diplomjahrgang 1961, desweiteren haben wir beide unsere wissenschaftliche Arbeit in Weihenstephan mit Mais begonnen. Beide sind wir dem Mais treu geblieben, Manfred Estler in der angewandten Wissenschaft und ich seit 30 Jahren in der landwirtschaftlichen Praxis und bis heute verbindet uns das Deutsche Maiskomitee.

Ich darf zum Schluß kommen und Dir, lieber Manfred, im Namen des Deutschen Maiskomitees zu Deiner Emeritierung alles Gute wünschen. Es würde mich sehr freuen, wenn uns der Mais, wie ausgeführt, auch weiterhin bis ins Jahr 2000 verbinden würde. In diesem Sinne nochmals alles Gute und Ihnen Allen vielen Dank für Ihre geschätzte Aufmerksamkeit.

LAUDATIO
zur Emeritierung
von Prof. Dr. habil. Manfred Estler

Von der Kartoffel zum Mais - 35 Jahre an der
Landtechnik Weihenstephan

Johannes Zscheischler

Es ist für mich eine besondere Ehre, daß ich zu Ihrer Emeritierung, lieber Herr Prof. Estler, die Laudatio halten darf. Die Freude ist schon deshalb groß, weil wir beide in der damals noch so schönen unzerstörten Stadt Dresden das Licht der Welt erblickten. Bei Ihnen war es der 8. Juni 1931, also in der Weimarer Republik. Bei mir war dieses Ereignis bereits 16 Jahre früher eingetreten, also noch im alten Kaiserreich.

Außer der gemeinsamen Geburtsstadt, haben Sie sich zu Beginn Ihrer Laufbahn bei der Landtechnik auch mit der Kartoffel befassen müssen, ebenso wie ich, als ich 1950 nach dem Staatsexamen in die Bayer. Landessaatzuchtanstalt eintrat und bei Dr. Arenz sieben Monate lang in der Kartoffelabteilung bei der Augenstecklingsprüfung viruskranke Pflanzkartoffel gesucht habe.

Nun wieder zurück zu Ihrer Vita.

Die allgemeine Schulbildung bestand bei Ihnen in vier Klassen Volksschule und daran anschließend fünf Jahre Oberschule.

Theorie mit Praxis eng verknüpft

Der berufliche Werdegang begann zunächst mit der Landarbeitslehre vom 20. August 1946 bis Ende Juli 1948 bei dem Bauern Nikolaus Graf in Herlheim bei Gerolzhofen/Ufr. Ich bin mir nicht sicher, ob Herr Estler sich auch deswegen der Landwirtschaft zugewendet hat, weil er hoffte, dort nicht Hunger leiden zu müssen.

Die jüngeren Generationen sollten wissen, daß mit Beginn des 2. Weltkrieges alle Lebensmittel vom Herbst 1939 an bis April 1954 durch Ausgabe von Lebensmittelkarten streng rationiert waren. So bekam "Otto Normalverbraucher" in der 161. Zuteilungsperiode vom 1. bis 31. Juli 1948 - also genau im letzten Monat Ihrer Tätigkeit in Herlheim - pro Tag nur 358 g Roggenbrot, 9,7 g Fleisch, 24,7 g Fett, 6,0 g Käse, 66,1 g Nahrungsmittel, 48,4 g Zucker, 4,0 g Kaffee-Ersatz (an Bohnenkaffee war überhaupt nicht zu denken), 64,5 g, d.h. nur 2 Liter im Monat Magermilch, 32,3 g Fischwaren und ebenso viel an Trockenfrüchten.

Vom 1. August 1948 bis Ende Oktober 1950 folgte die Landwirtschaftslehre auf dem anerkannten Lehrbetrieb Heinrich Wörner, Mainsondheim bei Kitzingen/Ufr.

Danach besuchten Sie an der Landwirtschaftsschule in Schweinfurt im Winter 1950/51 zunächst den 1. Kurs und legten am 20. März 1951 die landwirtschaftliche Gehilfenprüfung ab. Im Zwischensemester vom 1. April bis Ende Oktober 1951 führten Sie eine praktische Tätigkeit im Gutsbetrieb von Funk und Wörner in Neuses/Sand, Ufr. aus. Daran schloß sich der 2. Winterkurs 1951/52 wieder an der Landwirtschaftsschule in Schweinfurt an.

Die hierbei gewonnenen theoretischen Kenntnisse konnten Sie als Landwirtschaftsgehilfe vom 22. März 1952 bis 10. September 1953 auf dem Gutsbetrieb Willi Wörner, Niedererlenbach bei Frankfurt/M. und unmittelbar anschließend vom 11. September bis 22. November 1953 bei Hieronymi u. Sohn in Bommersheim bei Oberursel in Hessen in praktische Tätigkeit umsetzen.

Vom 6. Januar bis 17. Dezember 1954 wurde ein einjähriges Studium an der Höheren Landbauschule in Michelstadt/Odw. absolviert, das am 16. Dezember 1954 mit der Staatsprüfung zum "Staatl. geprüften Landwirt" abgeschlossen wurde, womit gleichzeitig der Erwerb der Befähigung zum Landwirtschaftsstudium verbunden war.

Bevor Sie diese Möglichkeit zum Hochschulstudium nutzten, führten Sie von Anfang Februar bis Mitte Dezember 1955 als "Staatl. geprüfter Landwirt" erneut eine praktische Tätigkeit aus, zunächst wieder in Bommersheim und daran anschließend vom 1. Mai 1956 bis Ende Juni 1957 im Gartenbaubetrieb A. Kunna in Niedererlenbach bei Frankfurt/M.

Vom 1. Juli 1957 bis Ende Oktober 1958 betätigten Sie sich als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Vertreter des Außenstellenleiters beim Kuratorium für Technik in der Landwirtschaft, Büro München, im Rahmen des Forschungsauftrages: "Auswirkungen der Flurbereinigung auf die Entwicklung bäuerlicher Familienbetriebe".

In konsequentem Wechsel begann unser Lauriat mit Beginn des Wintersemesters 1958/59 das landwirtschaftliche Hochschulstudium in Gießen, wo Sie nach drei Semestern im Februar 1960 die Diplom-Vorprüfung ablegten. Danach tauschten Sie den Studienplatz in Gießen mit der Landwirtschaftlichen Fakultät in Weihenstephan und legten hier nach drei weiteren Semestern am 28. Juli 1961 die Diplom-Hauptprüfung mit der Note 1,9 ab. Das Thema der Diplomarbeit, das Ihnen Herr Prof. Brenner gestellt hatte, lautete: "Untersuchungen an Kartoffel-Vollerntemaschinen mit und ohne mechanische Trennvorrichtungen bei Einsätzen in Bayern".

Vom wissenschaftlichen Angestellten zum Extraordinarius

Am 1. September 1961 begann die Karriere unseres inzwischen 30 Jahre alt gewordenen Lauriaten in der Landtechnik Weihenstephan und zwar zunächst als wissenschaftlicher Angestellter beim Landtechnischen Verein. Hier wurde Herr Estler als Sachbearbeiter für die Technisierung des Kartoffelbaues bis Ende 1961 beschäftigt. Mir wurde berichtet, daß Sie bei Ihren Versuchen mit den neuen Maschinen auf der Münchner Schotterebene mehr Steine als Kartoffeln eingesammelt hätten. Die gleichen Probleme hatten damals auch meine guten Freunde, die Gerauers in Mittich, Gemeinde Neuhaus a. Inn, auf den ebenfalls steinreichen Böden der Pockinger Heide. So lautete in beiden Fällen die Devise: "Raus aus den Kartoffeln, rein in den Körnermais." Am Anfang waren das sehr gewagte Schritte, wenn man bedenkt, daß zu dieser Zeit in Bayern rund 300.000 ha Kartoffeln nur 5.730 ha (knapp 2 %) Körnermais gegenüberstanden (Abb. 1; auch Abb. 2, Abb. 3, Abb. 4 und Abb. 5), für dessen Anbau und Ernte kaum entsprechende Technik verfügbar war. In Mittich wurden die Maiskolben von Hand mit Hilfe der Lieschkralle noch am Stengel entliescht, ausgebrochen und auf den Wagen geworfen. Wenn dazu je ha 320 bis 370 AK-Stunden benötigt wurden, so war diese Arbeit in aufrechter Haltung doch wesentlich angenehmer, als das Aufklauben der Kartoffeln von der Erde in gebückter Haltung. Als einige Jahre nach dem Krieg die aufgebaute Industrie in Deutschland die Arbeitskräfte, die größtenteils aus Flüchtlingen bestanden vom Lande in die Stadt abzogen, war das Verlangen nach einer Mechanisierung des gesamten

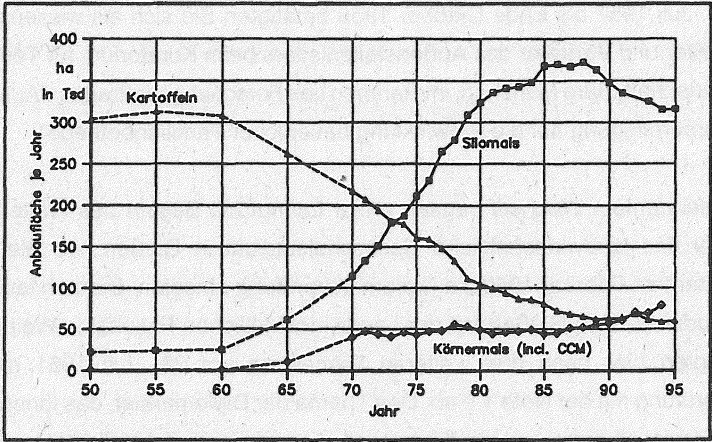


Abb. 1: Anbauflächen für Kartoffeln und Mais in Bayern
(nach stat. Jahrbücher Bayern und Deutschland)

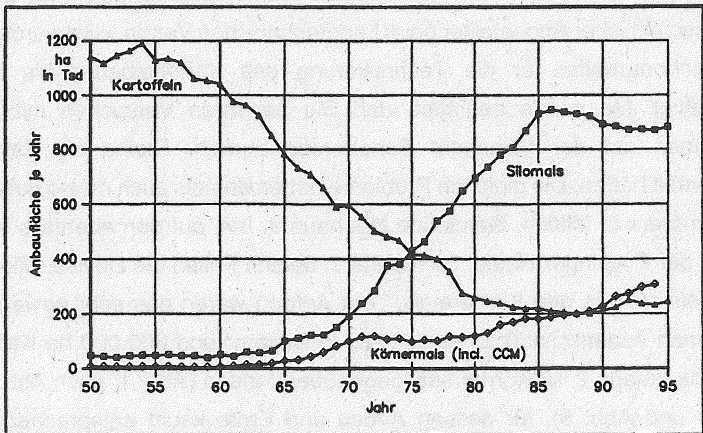


Abb. 2: Anbauflächen für Kartoffeln und Mais in Deutschland
(nach stat. Jahrbücher für Ernährung, Landwirtschaft u. Forsten)

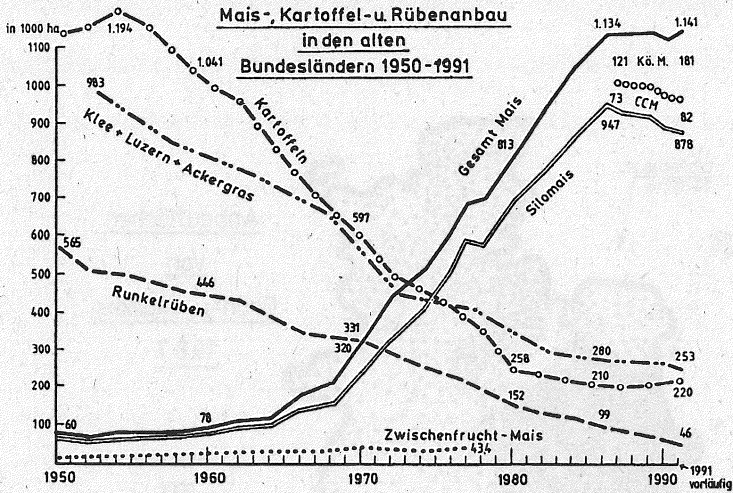


Abb. 3: Mais-, Kartoffel- u. Rübenanbau in den alten Bundesländern 1950-1991

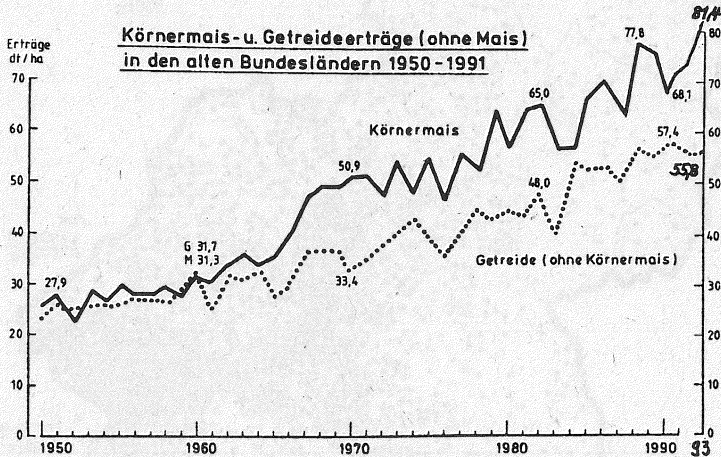


Abb. 4: Körnermais- u. Getreideerträge (ohne Mais) in den alten Bundesländern (1950-1991)

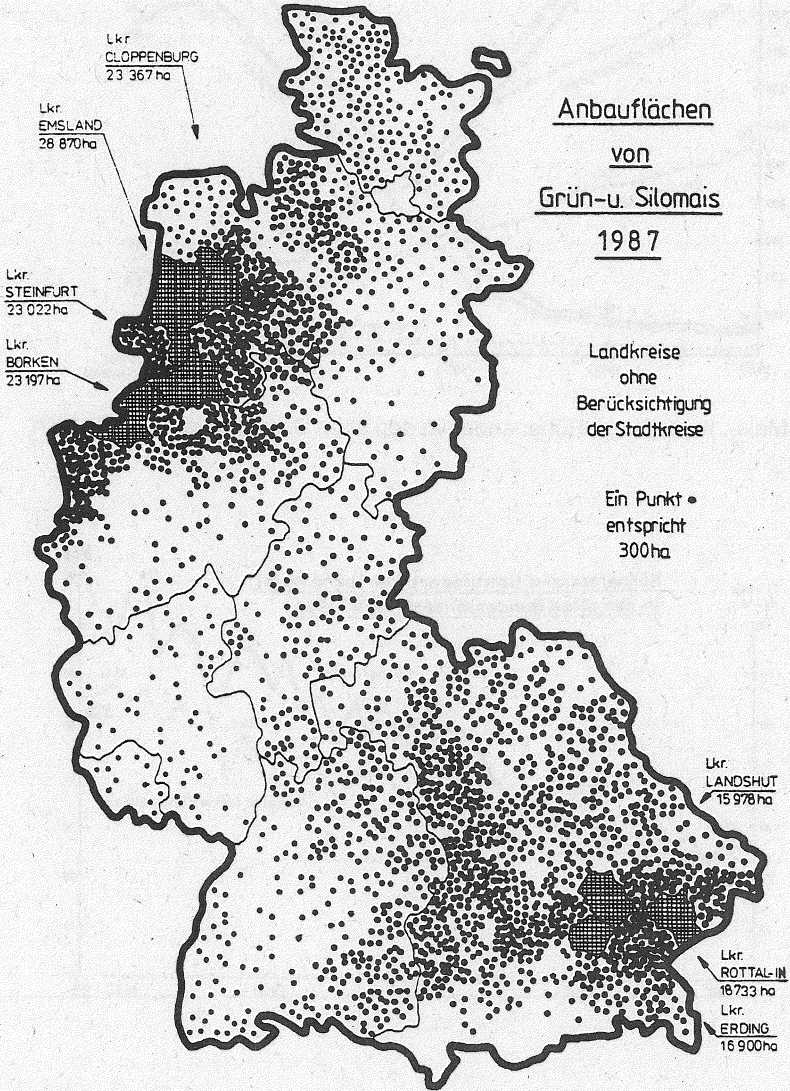


Abb. 5: Anbauflächen von Grün- u. Silomais 1987 in Deutschland

Verfahrens Maisanbau von der Saat bis zur Ernte sehr groß.

Ich habe bewußt die Einzelstationen dieser 15 Jahre beruflicher Ausbildung in Theorie und Praxis geschildert. Was ich dabei besonders hervorheben möchte, ist die vor und zwischen den Studiengängen über insgesamt 9 Jahre ausgeübte praktische Tätigkeit als Landarbeits- und Landwirtschaftslehrling, Praktikant und schließlich als Staatl. geprüfter bzw. als Diplom-Landwirt. Ich bezweifle, daß unter den hier anwesenden Diplom-Landwirten oder Agrar-Ingenieuren, die nach dem Studium eine wissenschaftliche Laufbahn eingeschlagen haben, jemand dabei ist, der eine so lange einschlägige Berufserfahrung hat, wie Prof. Estler. Jetzt genügt es leider, daß die angehenden Agrar-Ingenieure mit Ach und Krach ein halbes Jahr Praxis ausüben. Nur wer in Bayern in den Staatsdienst eintreten will, muß wenigstens ein Jahr praktische Tätigkeit nachweisen. Es ist nicht verwunderlich, daß sich die mehr theoretisch ausgebildeten Berater schwer im Umgang mit den Bauern tun, es sei denn, daß sie selbst in einem landwirtschaftlichen Betrieb aufgewachsen sind.

Über das Sprungbrett Landtechnischer Verein gelangten Sie am 1. Januar 1962 als wissenschaftlicher Angestellter zum Institut für Landtechnik der Technischen Universität München in Weihenstephan, wo Sie sich in der Hauptsache mit der Technisierung des Maisanbaues befaßt haben. Das zeigt sowohl das Thema der 1967 erfolgten Promotion zum Dr. agr.: "Entwicklung und Stand der Körnermaiserte unter besonderer Berücksichtigung des Einsatzes von Mähdreschern" als auch die Arbeit zur 1976 erfolgten Habilitation für das Fachgebiet "Landtechnik - Verfahrenstechnik im Pflanzenbau" mit dem Thema: "Verfahrenstechnische Kriterien der Hochmechanisierung im Körnermaisbau". Aufgrund dieser Arbeit erfolgte die Ernennung zum Dr. agr. habil. und zum Universitätsdozenten. 1982 schließlich wurden Sie zum Professor und Extra-Ordinarius ernannt.

Zu Ihren Aufgaben gehörte:

Die Vertretung des Landwirtschaftlichen Lehr- und Forschungsgebietes "Verfahrenstechnik im Pflanzenbau". Die wissenschaftliche Tätigkeit und Forschungsaufgaben erstreckten sich auf folgende Gebiete:

- Verfahrenstechnik im Maisanbau, insbesondere bei der Einzelkornsaat, bei umweltschonenden Verfahren zur mechanischen Unkrautregulierung, bei der Körnermais- und CCM-Ernte mit dem Mähdrescher sowie bei energiesparenden

Konservierungsverfahren

- Mechanisierungskonzepte für den extensivierten Pflanzenbau
- Kostensparende und umweltschonende Landbewirtschaftungssysteme
- Elektronikeinsatz in der Außenwirtschaft
- Gerätetechnik und Verfahren für die Landschaftspflege

Zudem 290 Veröffentlichungen, davon 20 Beiträge in der Zeitschrift "mais", vor allem die Mitarbeit an acht Fachbüchern, u. a.

1970 KTBL-Flugschrift, an der auch ich beteiligt war, über "Technik bei Anbau, Ernte und Konservierung von Mais."

1971 Rintelen, u.a.: Mais - ein Handbuch über Produktionstechnik und Ökonomie.

1984 und **1996** Bodenbearbeitung aktuell.

Bei der Erstellung der Manuskripte, zu den zwischen 1979 und 1990 herausgekommenen drei Mais-Handbüchern, wo ich als Senior-Autor die Federführung hatte, bin ich Ihnen, Herr Estler, heute noch besonders dankbar für Ihre Kooperation und vor allem über die pünktliche Lieferung Ihrer Beiträge. Bei Ihren ca. 300 Vorträgen, die Sie im In- und Ausland gehalten haben, sind wir auch einige Male gemeinsam als Redner aufgetreten, so u. a. in Budapest, wo die Fa. Claas, Harsewinkel, im März 1980 ein Maiskolloquium abgehalten hatte. Es ist auch an die vielen Vorträge bei den Schlüter-Tagungen und -Seminaren zu erinnern. Ich sehe Sie heute noch auf erhöhter Plattform stehen, wie Sie unter dem Motto "Landtechnik von morgen" die Einsätze der verschiedenen Geräte leiteten und kommentierten.

Auch bei den Mais-Kolloquien, die die Kleinwanzlebener Saatzucht GmbH zwischen 1977 und 1989 in Einbeck abhielt, wirkten Sie 1979, 1981 und 1986 als gern gesehener Redner mit.

Es gab auch eine gute fachliche Zusammenarbeit. Ihre Frage, wie sich bei der Einzelkornsaat Fehlstellungen bzw. Doppelbelegungen auf den Ertrag auswirken, haben wir experimentell lösen können. Es zeigte sich, daß unter unseren mehr

humiden Bedingungen den Fehlstellen eine größere Bedeutung zuzumessen ist, als den Doppelbelegungen, die unter ariden Verhältnissen zu kolbenlosen Pflanzen führen, die zusätzlich den Nachbarpflanzen noch Wasser entziehen.

Eine weitere Frage galt der Wirtschaftlichkeit von engeren Reihenabständen bei der Maisaussaat. Dazu wurden vom Sachgebiet Mais der Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau Weihenstephan sehr umfangreiche Versuche in ganz Bayern zu Körner- und Silomais mit Sorten verschiedener Reifegruppen bei Reihenweiten von 80, 60 und 40 cm und zwei verschiedenen Aussaatstärken (Pflanzenzahl/m²) bei Körnermais in den Jahren 1972 bis 1977 und bei Silomais 1974 bis 1977 an drei bis sechs Orten durchgeführt. Das Problem der Reihenweite wurde in den 70er-Jahren in der Praxis besonders bei den Maschinenringen heiß diskutiert.

Die Ergebnisse faßte Hepting wie folgt zusammen: "Summarisch betrachtet besteht beim derzeitigen Sortentyp trotz der üblich hohen Bestandesdichten keine Notwendigkeit, in der Körner- bzw. Kolbennutzung von der bisher praktizierten Reihenentfernung von 62,5 bis 55 cm abzuweichen". Das belegten die Ergebnisse dieser Versuche. Im Durchschnitt von sechs Jahren wurden bei 60 bzw. 40 cm Reihenabstand gegenüber 80 cm nur 1,6 bzw. 2,1 dt Körner/ha mehr geerntet.

Bei Silomais führte die gleiche Herabsetzung der Reihenentfernung zu einem statistisch nicht signifikantem Mehrertrag von 0,7 bzw. 1,8 dt/ha Kolbentrockenmasse, d.h. ähnlich niedrige Mehrerträge wie in den Körnermaisserien. Interessanterweise wurden bei der Restpflanzentrockenmasse (Stengel, Blätter und Lieschen) signifikant höhere Erträge von 5,0 bzw. 4,3 dt/ha (6,6 bzw. 5,8 %) erzielt, so daß auch die Gesamttrockenmasse signifikant um 5,7 bzw. 6,1 dt/ha höher lag. Aus der Struktur des Mehrertrages hatte sich eine Erniedrigung des Kolbenanteils zwischen 0,4 und 1,4 % ergeben. Damit sank auch die Nährstoffkonzentration von 610 StE/kg TS auf 607 bzw. 605 StE bei den mittelfrühen und von 612 auf 611 bzw. 609 StE/kg TS bei den mittelspäten Sorten.

Daraus konnte Herr Estler folgern, daß diese geringen Mehrerträge nicht die höheren Kosten für die zusätzlich benötigten Geräte bei Saat, Pflege und Ernte sowohl bei Körnermais als auch bei Silomais ausgleichen können.

Ein Problem lag Ihnen in den letzten Jahren noch ganz besonders am Herzen, das

war die Bekämpfung der Bodenerosion, die besonders im Maisanbau in hängigen Lagen zu starken Abschwemmungen der fruchtbaren Krume führen konnte. Von Prof. Kahnt - Hohenheim - stammt der unschöne Ausspruch: "Der Mais - die Syphilis Europas". Demgegenüber müssen wir eindeutig klarstellen, daß der Mais an dieser Situation vollkommen unschuldig ist, sondern es ist der Mensch, der mit dieser wertvollen Pflanze falsch umgeht. Bei den zahlreichen Versuchen mit verschiedenen Zwischenfrüchten und entsprechend konstruierten Säaggregaten hat gezeigt, daß die Aussaat von Senf unmittelbar nach der Ernte der Getreidevorfucht nicht nur den Stickstoff, der nach deren Ernte noch im Boden ist, bindet und damit vor der Auswaschung bewahrt, sondern daß im kommenden Jahr die abgestorbenen Senfpflanzen als Mulch den Boden mit der Maissaat so gut schützen, daß der Bodenabtrag weitgehendst vermieden wird. Damit hat Herr Estler entscheidend mit dazu beigetragen, daß der Mais als "Umweltschädling" aus der öffentlichen Diskussion herauskam.

Wenn wir auch heute besonders auf Ihre Verdienste auf dem Gebiete der Mechanisierung des Maisanbaues eingegangen sind, so dürfen dabei Ihre Forschungsarbeiten auf dem Gebiete der Bodenbewirtschaftung allgemein nicht unerwähnt bleiben. Das hat Ihre ausgezeichnete Abschiedsvorlesung am 3. Dezember zum Thema "Zukünftige Bodenbewirtschaftung im Spannungsfeld zwischen integriertem Pflanzenbau und Kostenminimierung" auf dem Weihenstephaner Berg gezeigt. Darf ich daraus nur einige Gedanken wiedergeben:

Aufgrund der unterschiedlichen Struktur der Landwirtschaft in West und Ost werden wir entsprechend unterschiedlich große Maschinen und Geräte für die Bodenbewirtschaftung benötigen.

Es wird der Trend von der Locker- zur Festboden-Bewirtschaftung immer weiter gehen, wobei man durch Gerätekombinationen schließlich mit 0,5 AK/100 ha auskommen kann. Die befahrende Fläche pro ha reduziert sich dabei von der konventionellen Bodenbewirtschaftung mit 13.600 m² über die konservierende Bearbeitung mit dem Grubber auf 7.500 m² und schließlich mit der Direktsaat auf 2.800 m². Allerdings werden wir dabei auf eine chemische Unkrautbekämpfung nicht verzichten können. Es muß den Bauern, vor allem aber der Öffentlichkeit vermittelt werden, daß rasch abbaubare Herbizide umweltverträglich sind und damit keinerlei Gefahr für Tier und Mensch besteht.

Was in der Industrie gilt, wird auch in der Landwirtschaft noch mehr zum Tragen kommen, daß mit immer weniger Menschen immer mehr produziert wird. Es sind auch in der Landwirtschaft noch Reserven zur Rationalisierung vorhanden.

Ich darf daran erinnern, daß 1984 drei Arbeitsgruppen des Deutschen Maiskomitees den Betrieb von Klaus Horsch in Hellmannsberg bei Ingolstadt besuchten, der damals bei Weizen bereits seit 21 Jahren und bei Mais seit 11 Jahren (also ab 1973) seine Felder mit dem von Michael Horsch - Sitzenhof/Opf. konstruierten Säexaktor "HORSCH SE-4" in Fräsbreitsaat bestellte, wobei in einem Arbeitsgang gedüngt, der Boden flach gefräst und der Mais in Breitsaat auf die gewünschte Tiefe abgelegt wird. Außer dem Betriebsleiter selbst beschäftigte Horsch auf 200 ha nur eine Fremd-Arbeitskraft, von der er meinte, daß diese nicht genügend ausgelastet sei. Die Zukunft hat also schon begonnen.

Etwas darf zum Abschluß einer so erfolgreichen Tätigkeit nicht unerwähnt bleiben.

Lieber Manfred, hast Du in diesen Tagen auch daran gedacht, daß Du nicht nur 35 Jahre im Dienst der Landtechnik Weihenstephan gestanden bist, sondern daß Du auch auf 35 Jahre Ehe mit Deiner verehrten Frau Gemahlin zurückblicken kannst?

Ich weiß nicht, ob Du während dieser Zeit mehr mit der Landtechnik und dem Mais oder mit Deiner Frau Gemahlin verheiratet warst?

Liebe Frau Estler, ich bin sicher, daß Sie sich über die Erfolge, die Wertschätzung und speziell über die Verdienste um den Mais gemeinsam mit Ihrem Gatten gefreut haben. So möchte ich diese Laudatio nicht nur mit dem herzlichsten Dank an Dich, lieber Manfred, sondern auch an Sie, sehr verehrte Frau Estler, verbinden und dafür danken, daß Sie Ihren Gatten für das segensreiche Wirken am Mais so fit gehalten haben.

Tendenzen in der Maiszüchtung

Dieter Alber

Das Aufzeigen von Tendenzen in die Zukunft verlangt, wenn es seriös und realistisch sein soll, von einem soliden "Boden der Tatsachen" (Abb. 1) auszugehen.



Abb. 1: Prof. Dr. M. Estler legt selbst Hand an

Was sich im Maisanbau in den hinter uns liegenden Jahren entwickelt hat, ist eine nicht alltägliche und im Vergleich mit anderen Kulturpflanzenarten wie Weizen oder Kartoffeln auch eine noch recht frische und weiterentwicklungsfähige Erfolgsstory. Die Entwicklung der Mais-Anbauflächen in den vergangenen 40 Jahren in Deutschland von ca. 50.000 ha auf 1,7 Mio. ha (Abb. 2) zeigt dies sehr eindrucksvoll. Eine solche Story hat zwangsläufig viele verschiedene Kapitel, deren beider wichtigsten

- die Technisierung sowohl des Maisanbaus von der Aussaat bis zur Ernte als auch bei der Verwertung des Erntegutes von der Ernte bis zur Futterkrippe

sowie

- die Erfolge der Hybridmaiszüchtung

sind.

Die Erfolge der Hybridmaiszüchtung legten die entscheidenden Voraussetzungen für diese Entwicklung. So stiegen in dem genannten Zeitraum die Durchschnittserträge bei Körnermais von etwa 30 dt/ha auf fast 90 dt/ha Körnertrag (Abb. 3) und bei Silomais von etwa 75 dt/ha auf über 150 dt/ha Gesamttrockenmasseertrag an, obwohl der Maisanbau immer weiter in klimatisch ungünstigere Regionen vordrang. Regional ergaben sich jährliche Ertragszuwächse von über 2 dt/ha bei Körnermais (Abb. 4) und von über 3 dt/ha bei Silomais (Abb. 5). Besonders bemerkenswert ist ebenfalls, daß die Züchtungsfortschritte in der frühen Reifegruppe am größten sind (Tab. 1).

Entwicklung der Maisanbaufläche in der BR-Deutschland in 1000 ha

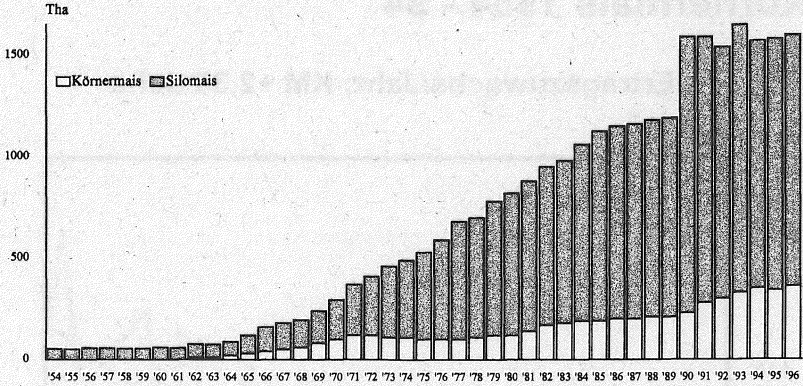


Abb. 2: Die Entwicklung der Maisanbauflächen In der BRD

Entwicklung der Körnermaiserträge in der BR-Deutschland in dt/ha

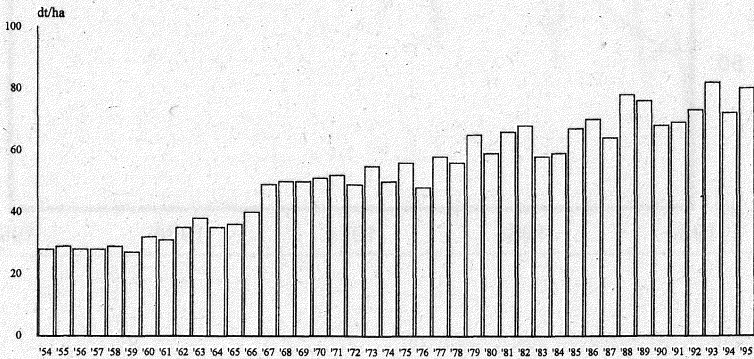
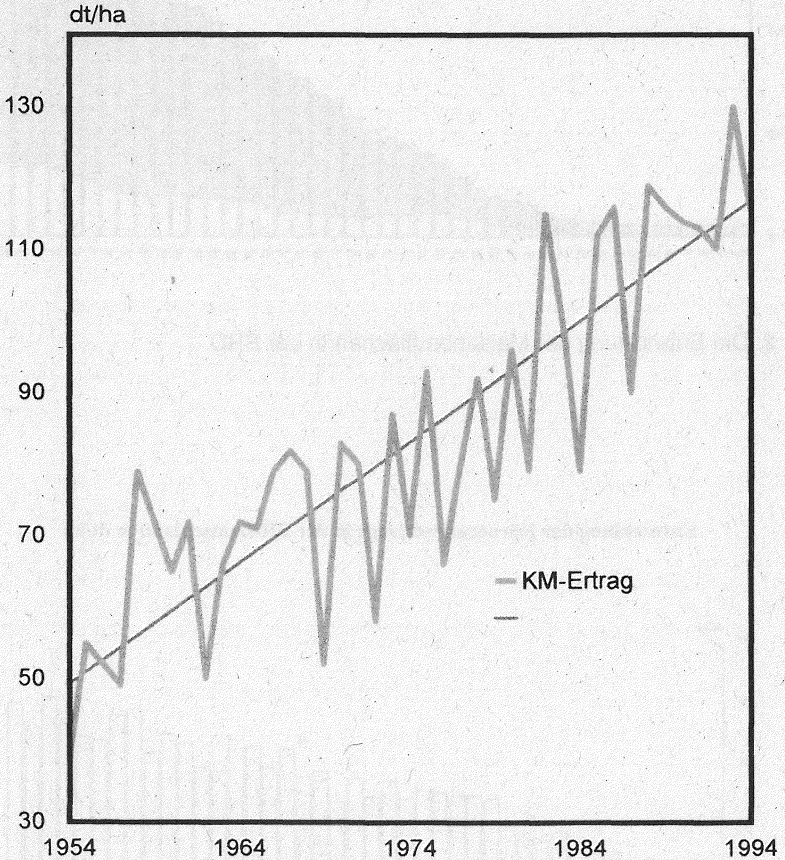


Abb. 3: Entwicklung der Körnermaiserträge in der BRD

Ertragsentwicklung

Körnermais 1954 - 94

Ertragszuwachs/Jahr: KM +2,35 dt/ha



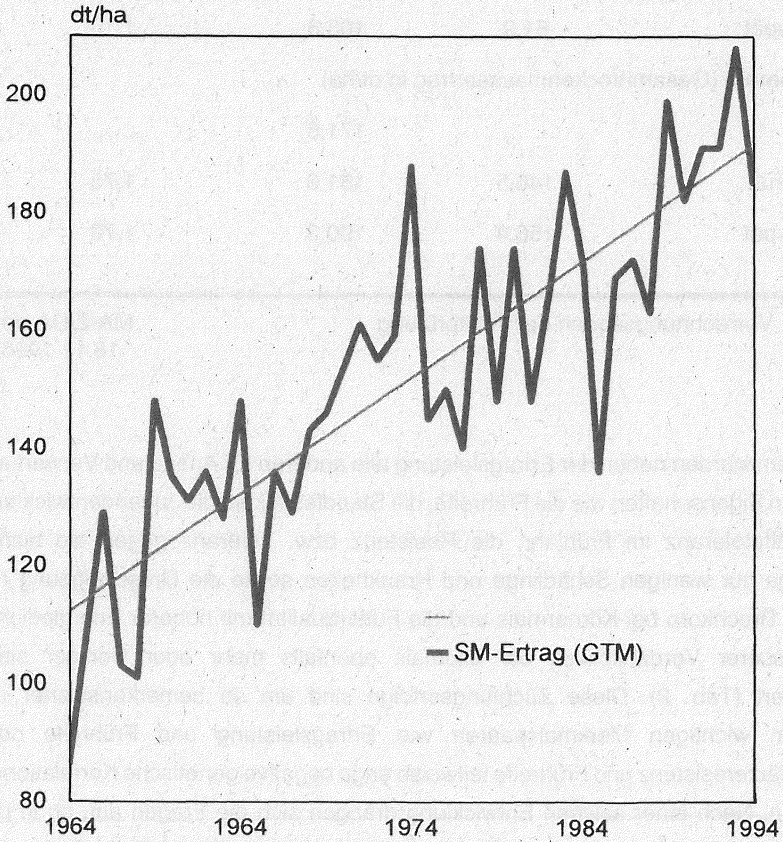
Quelle: LSV Bayern, Sortiment mfr

Abb. 4: Ertragsentwicklung von Körnermais von 1954-1994

Ertragsentwicklung

Silomais 1954 - 94

Ertragszuwachs/Jahr: SM + 3,48 dt GTM/ha



Quelle: LSV Bayern, Sortiment mfr

Abb. 5: Ertragsentwicklung von Silomais von 1954-1994

Tab.1: Entwicklung der Ertragsleistung bei Mais

| Reifegruppe | 1973 - 1975 | 1993 - 1995 | jährlicher Fortschritt |
|---|-------------|-------------|--------------------------|
| • Körnermais (Kornertrag in dt/ha) | | | |
| Früh | 64,6 | 99,7 | 1,75 |
| Mittelfrüh | 76,5 | 100,5 | 1,20 |
| Mittelspät | 81,9 | 103,6 | 1,10 |
| • Silomais (Gesamttrockenmasseertrag in dt/ha) | | | |
| Früh | | 171,6 | |
| Mittelfrüh | 146,5 | 181,6 | 1,75 |
| Mittelspät | 156,4 | 190,3 | 1,70 |
| Basis: Verrechnungssorten der Wertprüfung | | | MA-Z/DA-ep 18.11.1996 |

Außerdem wurden neben der Ertragsleistung alle anderen für Anbau und Verwertung wichtigen Eigenschaften wie die Frühreife, die Standfestigkeit, die Jugendentwicklung bzw. Kältetoleranz im Frühjahr, die Resistenz bzw. Toleranz gegen die bisher allerdings nur wenigen Schädlinge und Krankheiten sowie die Druscheignung mit weniger Bruchkorn bei Körnermais und die Futterqualität mit höherer Energiedichte und besserer Verdaulichkeit bei Silomais ebenfalls mehr oder weniger stark verbessert (Tab. 2). Diese Züchtungserfolge sind um so bemerkenswerter als zwischen wichtigen Merkmalspaaren wie Ertragsleistung und Frühreife oder Stengelfäuleresistenz und Frühreife teilweise enge negative genetische Korrelationen bestehen. Nach einer solchen Entwicklung drängen sich die Fragen auf, ob in der Maiszüchtung überhaupt weitere Reserven liegen und ob für die Zukunft ein sich abflachender Züchtungsfortschritt angenommen werden muß. Alle derzeit vorliegenden Kenntnisse erlauben aber die eindeutige Antwort, daß es auch in Zukunft weitere und keinesfalls geringere sondern eher größere und schnellere Züchtungsfortschritte bei der Entwicklung von für unseren Klimaraum geeigneten Maissorten geben wird, die die relative Vorzüglichkeit des Maises im Vergleich zu

Tab. 2: Züchtungserfolge bei Mais

Züchtungserfolge bei Mais

Ertragsleistung

- Kornertrag + + +
- Gesamttrockenmasseertrag + +

Reifezeit +

Standfestigkeit

- Stengelbruchresistenz + + + +
- Wurzellagerresistenz + + + +

Jugendentwicklung +

Krankheits-/Schädlingsresistenz

- Stengelfäule + + +
- Kolbenfusariose +
- Beulenbrand +
- Blattkrankheiten +
- Maiszünsler +

Qualitätseigenschaften

- Druscheignung/Bruchkornanteil +
- Verdaulichkeit +
- Energiedichte + + +

MA-Z/DA-ep
18.11.1996

konkurrierenden Kulturpflanzenarten weiter verbessern werden. Dazu werden sowohl die konventionelle Züchtung als auch neue bio- und gentechnologische Methoden beitragen. Zunächst wird der künftige Leistungsfortschritt durch weitere Züchtungserfolge mit konventionellen Methoden erfolgen. Diese Fortschritte werden sogar nicht geringer sondern eher größer sein als in den hinter uns liegenden Jahren. Die Gründe dafür sind folgende (Abb. 6):

Künftige Züchtungserfolge bei Mais durch:

- Intensivierte Züchtungsprogramme in unserem Klimabereich
- Vergrößerung der genetischen Variation durch Rekurrente-Reziproke-Selektion
- Intensivierung der Züchtungsaktivitäten
in südlicher Hemisphäre (= Contra-Saison-Stationen)
in subtropischer Zone (= Ganz-Jahres-Stationen)
- Verbesserte Versuchstechnik mit 4-reihigen Parzellen und Kernbeerntung
- Einsatz von Bio- und Gentechnologie mit Molekularen Markern, Zellkulturen und Transformation

MA-Z/DA-ep

18.11.1996

Abb. 6: Faktoren für zukünftige Züchtungserfolge bei Mais

- Es gibt keine Kulturpflanzenart, bei der so viele und so intensive Züchtungsprogramme etabliert sind wie bei Mais. Dies gilt inzwischen auch für unser Klimagebiet, in dem diese Zuchtprogramme aber erst in den vergangenen 10 bis 15 Jahren in entsprechenden Dimensionen aufgebaut wurden.
- Die genetische Variation, eine der wichtigsten Voraussetzungen für Selektionserfolg, hat sich in den Jahren der Intensivierung der Züchtung nicht verringert sondern durch hochentwickelte Zuchtmethoden wie die Rekurrente Reziproke Selektion sogar weiter erhöht.
- Die inzwischen bei vielen Züchtern routinemäßige intensive Nutzung von Contra-Saison- bzw. Winterzuchtgärten in der südlichen Hemisphäre wie z.B. in Chile oder in subtropischen Regionen wie in der Karibik mit 2 bis 3 Generationen pro Jahr verdoppelt oder verdreifacht den Züchtungserfolg pro Jahr.
- Das neuerdings verbesserte System der Versuchsdurchführung mit 4-reihigen Parzellen und Beerntung der beiden mittleren Reihen in Züchtersversuchen, in der Wertprüfung des Bundessortenamtes und in den Landessortenversuchen erhöht die Heritabilität der Ergebnisse so eindeutig, daß die erzielten Prüfergebnisse auch im Praxisanbau besser realisiert werden können.

Ein vollkommen neues und vielversprechendes Feld für weitere Züchtungsfortschritte liegt mit der Entwicklung und Nutzung von bio- und gentechnologischen Methoden (Abb. 7) vor uns. Diese Methoden ermöglichen sowohl neue Techniken zur Beschleunigung der Generations- bzw. Züchtungszyklen als auch die Entwicklung von neuen und bislang im Mais nicht vorhandenen zusätzlichen Eigenschaften.

Mit verschiedenen Systemen von molekularen Markern kann man bei Mais bereits heute exakte Verwandtschaftsanalysen durchführen, die sich für Sortenschutzansprüche wie auch für sichere und schnelle Zuordnung von neuem Zuchtmaterial zu den entsprechenden Genpools eignen. Genauso können damit besonders Rückkreuzungsprogramme deutlich verkürzt und im Feld nur schwer zu beobachtende Eigenschaften wie Krankheits- und Stressresistenzen sicher erkannt und selektiert werden.

Bio- und Gentechnologische Methoden

1. Einsatz von Molekularen Markern für
 - Fingerprinting für Sortenschutz / Genpoolzuordnung
 - Marker-gestützte Selektion
2. Beschleunigung der Züchtungszyklen
 - Haploiden-Methoden
 - Marker-gestützte Selektion
3. Entwicklung neuer Eigenschaften
 - Zellkulturen (innerhalb Mais)
 - Transformationen (aus anderen Organismen)

MA-Z/DA-ep

18.11.1996

Abb. 7: Bio- und gentechnologische Methoden in der Züchtung

Die Prognosen für erwartete künftige Züchtungserfolge (Tab. 3) gelten besonders für die Ertragseigenschaften wie Kornertrag bzw. Energieertrag und dies vor allem in der frühen Reifegruppe. Eine weitere Verbesserung der Standfestigkeit wird dagegen immer schwieriger, weil sie auch in der frühen Reifegruppe oft schon fast perfekt ist. Eine Verbesserung der Silomaisqualität wird überwiegend über höhere Stärkeanteile aus höherem Kornertragspotential in Verbindung mit einer jungen und gesunden Restpflanze erreicht werden als über eine Verbesserung der Verdaulichkeit der Restpflanze, die immer einen Kompromiß mit der Standfestigkeit und der Stengelfäuleanfälligkeit erfordert. Resistenzeigenschaften und Inhaltsstoffe werden ganz besonders durch neue gentechnologische Methoden weiterentwickelt werden können.

Tab. 3.: Zukünftige Züchtungserfolge in der Kultur Mais

Erwartete Züchtungserfolge Mais

| | Bisher | Künftig |
|---------------------------------|--------|---------|
| Ertragsleistung | | |
| ● Kornertag | +++ | ++ |
| ● Gesamttrockenmasseertrag | ++ | + |
| Reifezeit | + | (+) |
| Standfestigkeit | | |
| ● Stengelbruchresistenz | ++++ | (+) |
| ● Wurzellagerresistenz | ++++ | (+) |
| Jugendentwicklung | + | ++ |
| Krankheits-/Schädlingsresistenz | | |
| ● Stengelfäule | +++ | ++ |
| ● Kolbenfusariose | + | +++ |
| ● Beulenbrand | + | ++ |
| ● Blattkrankheiten | + | ++ |
| ● Maiszünsler | + | ++ |
| Qualitätseigenschaften | | |
| ● Druscheignung/Bruchkornanteil | + | ++ |
| ● Verdaulichkeit | + | +(+) |
| ● Energiedichte | +++ | ++ |

MA-Z/DA-ep
18.11.1996

Das neueste und sicherlich aufregendste Kapitel in der Maiszüchtung hat mit dem erst wenige Jahre zurückliegenden Gelingen der Transformation von Genen bzw. Eigenschaften aus anderen Organismen in das Genom des Maises hinein begonnen. Die ersten Maissorten mit solchen sogenannten wertsteigernden Eigenschaften (= "added value traits") (Abb. 8) sind wie in USA auch bei uns kurz vor der Marktreife. Dabei wird die Toleranz der Kulturpflanze Mais gegen nicht selektiv wirkende und ökologisch unbedenkliche Herbizide vor der Resistenz gegen den Maiszünsler verfügbar sein. Diesen beiden Resistenzsystemen werden in einer 2. Generation im Laufe der folgenden 5 bis 10 bzw. 15 Jahre weitere Verbesserungen in den Anbaueigenschaften (= "input traits") wie breitere Insektenresistenzen, Pilzresistenzen, Virusresistenzen sowie abiotische Stressresistenzen gegen Trockenheit, Hitze sowie Kälte folgen. Auch auf dem Gebiet der Inhaltsstoffe (= "output traits") sind wesentliche Fortschritte in den vor uns liegenden Jahren zu erwarten. Hier werden Qualität und Quantität der Stärke, der Aminosäuren und der Proteine sowie der Fettsäuren für spezielle Industrieprodukte oder Fütterungszwecke "konfektioniert".

Die Umsetzung all dieser neuen Möglichkeiten braucht aber noch etwas Zeit. Voraussichtlich werden neben auch künftig wachsender Bedeutung der konventionellen Leistungseigenschaften die durch Transformation ermöglichten Anbaueigenschaften und Resistenzen zunächst eine wichtige Bedeutung erlangen, die aber langfristig von den Inhaltsstoffen bzw. Qualitätseigenschaften übertroffen werden wird (Abb. 9).

Die Umsetzung dieser neuen Technologien setzt aber auch gesellschaftliche Akzeptanz voraus. Diese fehlt bei uns leider, weil statt sachlicher und fachlicher Aufklärung überwiegend verängstigt wird (Abb. 10). Dadurch besteht eine deutliche Gefahr, daß Forschungsarbeiten und -produkte mit transgenem Material hier in Deutschland gegenüber dem internationalen Wettbewerb deutlich benachteiligt sind und bleiben. Aufzuhalten ist diese Entwicklung aber nicht. In anderen Ländern wie z. B. in USA wurden und werden neue Technologien wie auch bereits 1909 die Entdeckung des Prinzips der Heterosis und damit der Grundlage der revolutionären und äußerst erfolgreichen Methode der Hybridzüchtung vielmehr als Herausforderung angenommen (Abb. 11).

Wertsteigernde Eigenschaften bei Mais (= "Added value traits")

**Anbaueigenschaften/
Resistenzen**
(= "Input traits")

Herbizidresistenz
Insektenresistenz
Pilzresistenz
Virusresistenz
Stressresistenz

**Verwertungseigenschaften/
Inhaltsstoffe**
(= "Output traits")

Stärkequalität/-quantität
Aminosäuren / Proteine
Ölquantität/-qualität
Fettsäuren
Verdaulichkeit

MA-Z/DA-ep
18.11.1996

Abb. 8: Wertsteigernde Eigenschaften bei Mais

Entwicklung/Bedeutung von konventionellen und Bio-/gentechnologischen Eigenschaften

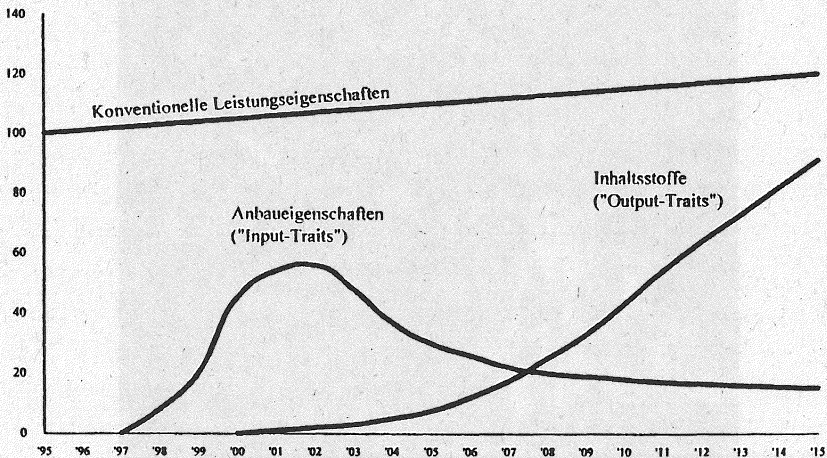


Abb. 9: Entwicklung und Bedeutung von konventionellen und bio- und gentechnologischen Eigenschaften

Dies letzte Bild zeigt aber auch, daß nicht unbedingt alle Erwartungen an neue Methoden und Technologien in Erfüllung gehen und daß auch andere Disziplinen wie z.B. ganz besonders die Landtechnik gefordert war und bleiben wird, die erreichten und erwarteten Züchtungsfortschritte zu realisieren.

Auf alle Fälle bleibt Mais auch für die vor uns liegenden Jahre eine aufregende Pflanze mit sehr viel Zukunft.



Seit die Gentechnik auf dem Nachbarhof Einzug gehalten hat, haben Peter und Claudia keine rechte Freude mehr an ihrem Landhaus. Besonders im Herbst raschelt der Mais so laut, daß man sein eigenes Wort nicht mehr versteht.

Abb. 10: Der Riesen-Gen-Mais (Darstellung aus der Zeitschrift Brigitte, 1995, Heft 20, S. 262)

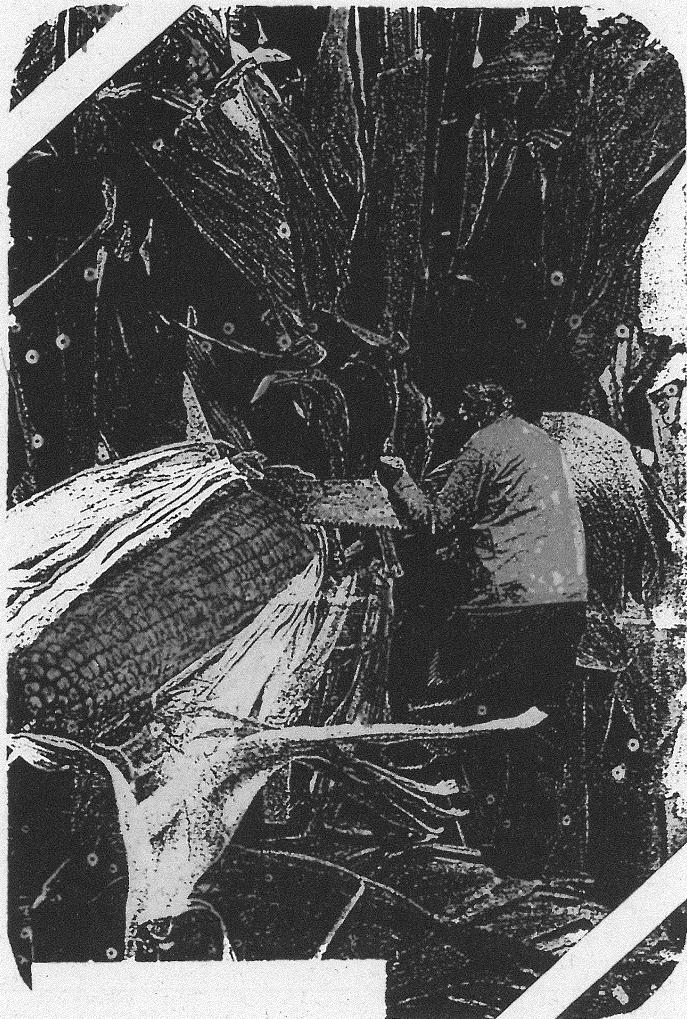
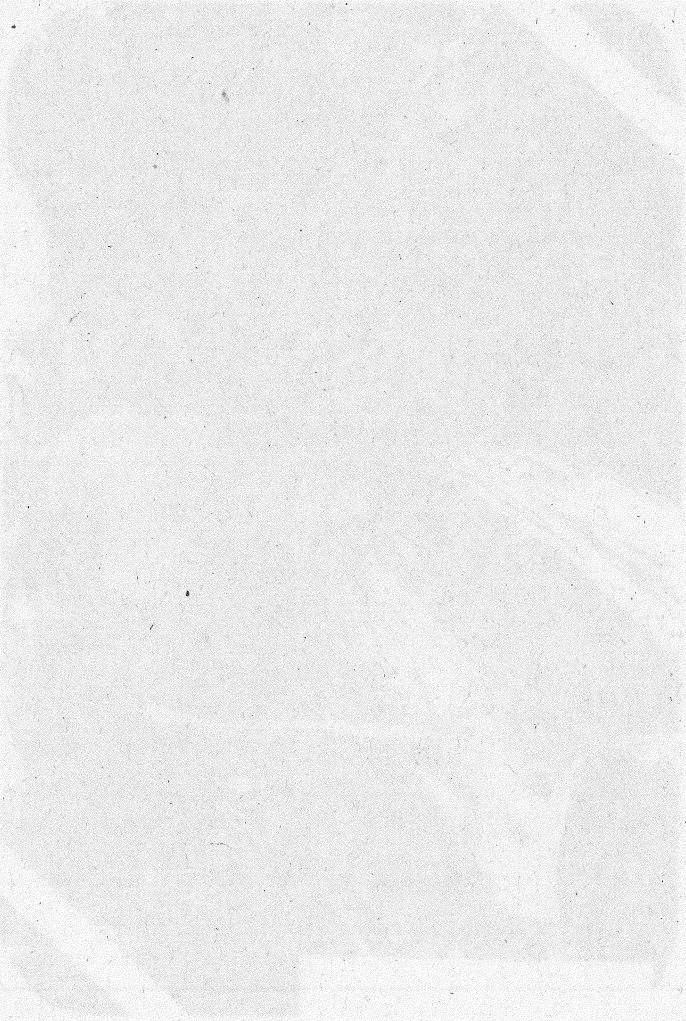


Abb. 11: Der Riesen-Maiskolben

Bodenschutz und Saat



Bodenbearbeitung und Bodenschutz

C. Sommer

1. Einleitung und Problemstellung

Der Maisanbau hat vor Jahrzehnten die "Alpen überschritten" und wandert seither dank züchterischen Fortschritts ständig weiter nach Norden. Er hat heute in Deutschland mit einer Anbaufläche von etwa 1,7 Mio. ha eine beachtliche Position. Davon entfallen 1,3 Mio. ha auf Silomais und 0,4 Mio. ha auf Körnermais (DMK 1997) [3]. Professor Estler gehört von Anbeginn seiner wissenschaftlichen Laufbahn zu den Forschern, die sich dieser Kulturpflanze insbesondere aus anbautechnischer Sicht verschrieben haben. Eine Übersicht zu seinen Veröffentlichungen zeigt dies in anschaulicher Weise Abbildung 1.

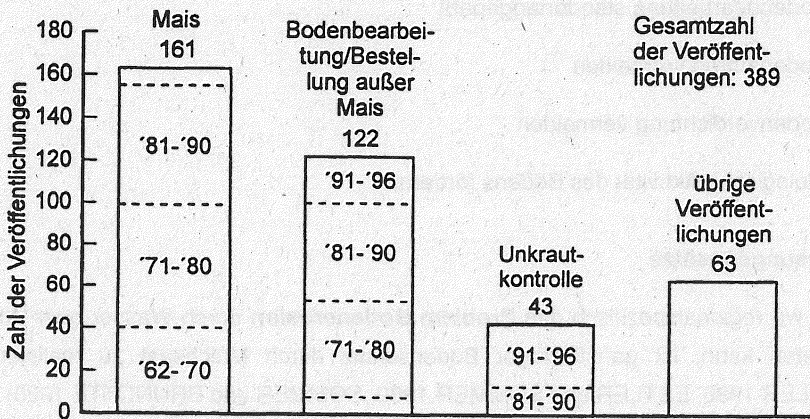


Abb. 1: Zahl der Veröffentlichungen von Prof. Dr. Estler

Andererseits steht diese so wichtige Pflanze der Landwirtschaft in Deutschland in der Kritik, wenn von Bodenschutz die Rede ist. Düngungsniveau mit Restnitratwerten nach der Ernte, chemischer Pflanzenschutz und Bodenabtrag auf fruchtbaren Lößstandorten in Hanglagen infolge intensiver Niederschläge sind Beispiele dafür.

Es ist immer wieder darauf hingewiesen worden, daß diese tatsächlichen Probleme nicht der Pflanze Mais, sondern gegebenenfalls dem Produktionsverfahren anzulasten sind. Gerade auch Arbeiten von Herrn Professor Estler haben dazu beigetragen, hier insbesondere mittels Mulchsaat Abhilfe zu schaffen. Nicht zuletzt deshalb stehen heute für den standortgerecht durchgeführten Maisanbau Strategien, Verfahren der Pflanzenproduktion sowie Techniken für die Bestellung zur Verfügung, welche die Anforderungen des Entwurfs eines Bundesbodenschutzgesetzes (BBodSchG) erfüllen lassen.

Zweck des Gesetzes ist es, "den Boden vor schädlichen Veränderungen zu schützen und Vorsorge gegen das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen (physikalische, chemische, biologische) zu treffen". Deshalb "hat landwirtschaftliche Bodennutzung standortgemäß ... so zu erfolgen, daß soweit wie möglich Bodenabträge, Bodenverdichtungen ... vermieden und die biologische Aktivität sowie eine günstige Bodenstruktur erhalten ... werden". Demnach gehört zur "guten fachlichen Praxis" landwirtschaftlicher Bodennutzung:

- Bodenbearbeitung standortangepaßt
- Bodenabtrag vermeiden
- Bodenverdichtung vermeiden
- Biologische Aktivität des Bodens fördern.

2. Lösungsansätze

Dort, wo regionalspezifisch das **Problem Bodenerosion** durch Wasser oder Wind auftreten kann, ist ganzflächiger Bodenschutz durch Mulchsaat zu realisieren (ESTLER 1986, ESTLER und SOMMER 1989, SOMMER und BRUNOTTE 1995) [4, 5, 7]. Unterstützt wird dieser Ansatz durch eine möglichst grobkrümelige Bodenoberfläche. Unter dem Mulch ist ein "intaktes" Bodengefüge (keine Bodenverdichtung!) erforderlich, das hohe und intensive Niederschläge rasch aufnehmen kann (Abb. 2).

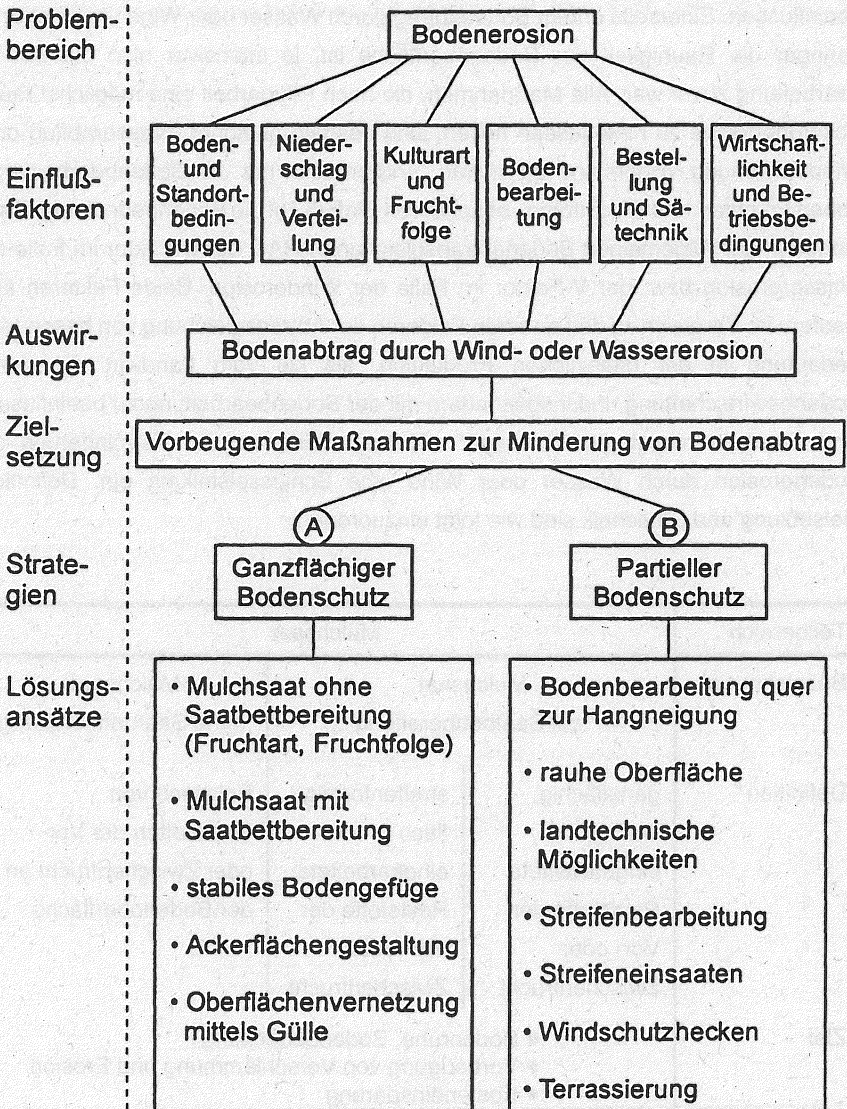


Abb. 2: Problembereich Bodenerosion und Lösungsansätze (SOMMER, 1997) [6]

Bodenerosion ist mit Bodenbearbeitung in direkter und indirekter Weise zu beeinflussen. Einerseits erfolgt Bodenabtrag durch Wasser oder Wind um so eher, je geringer die Rauigkeit der Bodenoberfläche ist, je intensiver also die Bodenbearbeitung zuvor war. Alle Maßnahmen, die nach Pflugarbeit eine möglichst rauhe Ackeroberfläche zu hinterlassen helfen, sind deshalb geeignet, Wasserabfluß oder Windverwehung Widerstand zu leisten. Andererseits hat die Bodenbearbeitung - neben Fruchtart und Fruchtfolge - besonderen Einfluß auf die Bodenbedeckung. Dafür stehen in der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung ABAG der C-Faktor im Falle der Wassererosion bzw. der V-Faktor im Falle der Winderosion. Beide Faktoren sind insofern im Vergleich zu den anderen Faktoren der Abtragsgleichung von besonderer Bedeutung in der pflanzlichen Produktion, als sie vom Landwirt mit seiner Bodenbewirtschaftung und insbesondere mit der Bodenbearbeitung zu beeinflussen sind. Deshalb nimmt die Mulchsaat mit ihren Varianten zur Verminderung der Bodenerosion durch Wasser oder Wind eine Schlüsselstellung ein. Definition, Zielsetzung und Sätechnik sind wie folgt einzuordnen:

| Teilbereich | Mulchsaat | | |
|-------------|---|---|---|
| Bezeichnung | Mulchsaat <i>mit</i> Saatbettbereitung | Mulchsaat <i>ohne</i> Saatbettbereitung | |
| Definition | ganzflächig, flach eingearbeitete Reststoffe der Vor- oder Zwischenfrucht | streifenförmig, flach eingearbeitete Reststoffe der Vor- oder Zwischenfrucht | Belassen von Reststoffen der Vor- oder Zwischenfrucht an der Bodenoberfläche |
| Ziel | <ul style="list-style-type: none"> ● Bodenruhe, Bodenbedeckung ● Vorbeugung von Verschlämmung und Erosion ● Kosteneinsparung | | |
| Sätechnik | Herkömmliche Techniken und Weiterentwicklungen (Rollschare, Säschiene u. a.) | | Schneiden bzw. bandbreites Räumen vor herkömmlichen Techniken, Scheibensächare |

Unter Mulch wird sowohl die Vermischung pflanzlicher Reststoffe mit Boden (Mulchsaat *mit* Saatbettbereitung) als auch an der Bodenoberfläche verbliebene pflanzliche Reststoffe (Mulchsaat *ohne* Saatbettbereitung) verstanden. Zur Realisierung der Mulchsaat hängt der Verfahrensablauf hauptsächlich von der Fruchtfolge und den Standortbedingungen ab. Insbesondere wird die Menge der Reststoffe von der Vorfrucht bestimmt: nach Getreide, Zwischenfrucht oder Flächenstilllegung herrschen ganz andere Bedingungen für die nachfolgende Mulchsaat als nach einer Hackfrucht. Hiervon sowie von dem Geräteeinsatz nach der Ernte der Vorfrucht (Stoppelbearbeitung, Grundbodenbearbeitung, Saatbettbereitung) wird der Bodenbedeckungsgrad zum Zeitpunkt der Mulchsaat etwa zu Mais bestimmt (Abb. 3).

So ist nach konventioneller Bodenbearbeitung mit Pflug der Bodenbedeckungsgrad zum Zeitpunkt der Zuckerrübenbestellung gleich Null, zum gleichen Zeitpunkt kann nach Pflugfurche und Zwischenfruchtanbau mit etwa 50 % Bedeckung und nach pflugloser Bestellung aufgrund vorhandener Stroh-, Stoppel- und Zwischenfruchtreste mit etwa 70 % gerechnet werden. Schließlich führen Stroh- und Stoppelreste nach Winterweizen ohne Zwischenfruchtanbau zu etwa 30 % Bodenbedeckung. Bedeckungsgrade von 30 bis 50 % zu Zeiten intensiver Niederschläge lassen Verschlammung sowie Abfluß und Abtrag erheblich mindern (Abb. 4).

Größere Mengen von Pflanzenreststoffen an der Bodenoberfläche zwingen zum Einsatz sich drehender oder angetriebener Werkzeuge, damit Verstopfungen vermieden werden. Deshalb werden für die *Mulchsaat mit Saatbettbereitung* etwa zur Zwischenfrucht oder zu Getreide hauptsächlich Geräte wie Zinkenrotoren, Kreiselgrubber oder Fräsen eingesetzt. Für den Zinkenrotor kann die intensivere Einarbeitung von Reststoffen, für den Kreiselgrubber das bessere Einebnen und das Belassen von mehr Reststoffen an der Bodenoberfläche sprechen. Diese Geräte haben im Gegensatz zur Rüttelegge keine Probleme auch mit größeren Reststoffmengen. Zu weitreihigen Feldfrüchten wie Zuckerrüben oder Mais gelingt die Mulchsaat mit Saatbettbereitung bei gut zerkleinerten, in geringen Mengen vorhandenen Reststoffen häufig mit den herkömmlichen Einzelkornsägeräten.

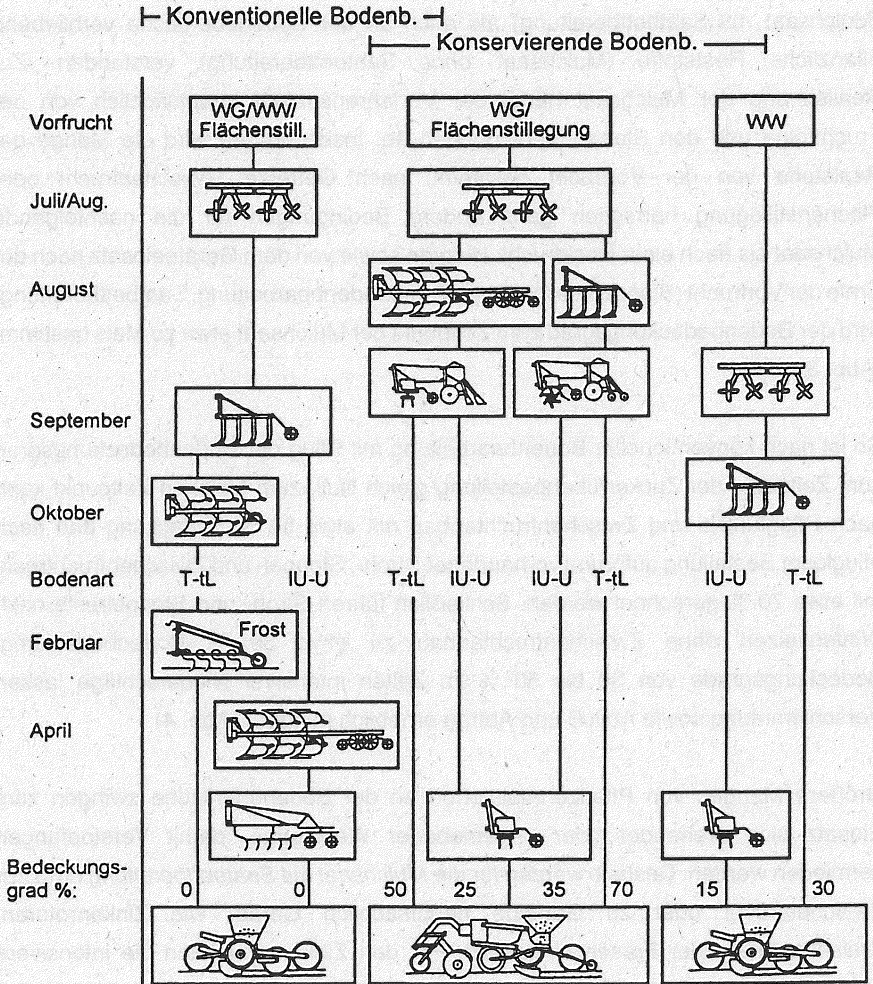


Abb. 3: Geräteeinsatz bei konventioneller Bodenbearbeitung bzw. für Mulchsaat zu Zuckerrüben

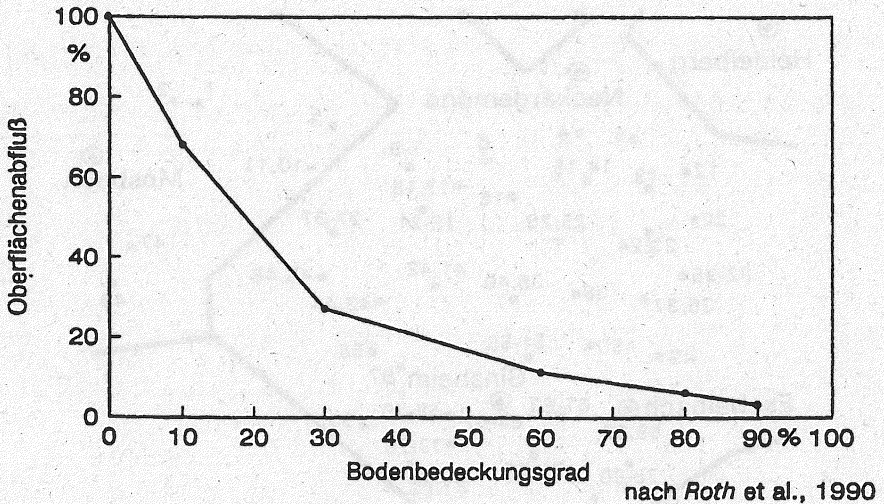


Abb. 4: Einfluß der Bodenbedeckung auf den Oberflächenabfluß bei einer Parabraunerde (Beregnung: 38 mm/h, 10 min; Hangneigung: 5 %; konventionelle Saatbettbereitung: 100 %)

Im Falle der Gefahr von Wassererosion kann schon die Mulchsaat mit Saatbettbereitung einen gewissen Schutz darstellen; bei Gefahr der Winderosion hilft nur die Mulchsaat ohne Saatbettbereitung, weil jede Störung der Oberflächenstruktur dem Wind Angriffsflächen bietet. Mulchsaat ohne Saatbettbereitung hat sich eher auf tonhaltigen Böden bewährt, während auf Schluffböden häufig die Mulchsaat mit Saatbettbereitung von Vorteil ist, weil sie eine bessere Bodenerwärmung bewirkt. Wenn in erosionsgefährdeten Regionen aufgeschlossene und engagierte Berater und bzw. oder Landwirte heute verfügbare Techniken einsetzen und den Praktiker von der Notwendigkeit des Bodenschutzes überzeugen, verbessert sich die Akzeptanz für Mulchsaatverfahren in kurzer Zeit (Abb. 5).

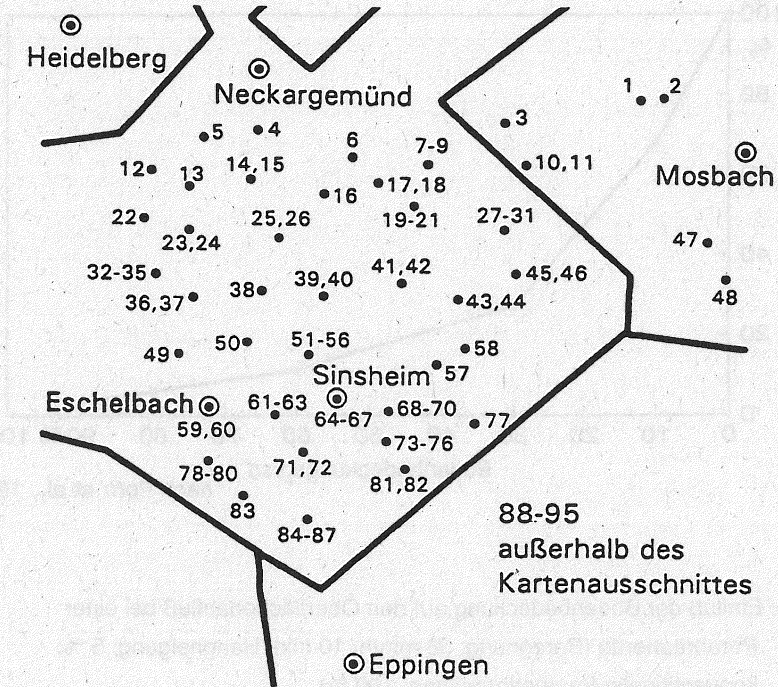


Abb. 5: Betriebe, die in der Region um Sinsheim Mulchsaat einsetzen (BRUNOTTE, ORTMEIER und SOMMER 1994) [2]

3. Ausblick

Ziel heutiger Landwirtschaft muß sein, wettbewerbsfähig und zugleich umweltverträglich zu sein. Für vorsorgenden Bodenschutz hinsichtlich Bodenabtrag durch Wasser oder Wind sind die Bodenbedeckung und damit Fruchtfolge und Mulchsaat ausschlaggebend. Paßt eine Zwischenfrucht in die Fruchtfolge, so können deren Reststoffe gerade im Maisanbau - wie die Erfahrungen u. a. auch im Amt für Landwirtschaft und Ernährung Passau-Rothalmünster zeigen - gute Bedingungen für eine folgende Mulchsaat darstellen. Auch wenn Getreide nach Getreide steht, können Landwirte heute mit geschicktem Technikeinsatz Mulchsaat auf Strohbasis realisieren.

In diesem Fall gibt es offene Fragen aus phytomedizinischer Sicht, denen nachgegangen wird. Die "sehende Feldspritze" für den Herbizideinsatz wäre gerade für Mulchsaaten von Vorteil (BILLER und SOMMER 1996) [1]. Soll die Bodenschutzmaßnahme Mulchsaat im Sinne einer bodenschutzorientierten und kostensparenden Landbewirtschaftung praxisgerecht weiter Verbreitung finden, bedarf es in manchen Bereichen des Umdenkens. Forschung und Beratung kommen dabei besondere Bedeutung zu. Professor Estler hat dies von Anfang an bedacht - im Sinne des Maisanbaus in Bayern und in Deutschland.

4. Literatur

[1] BILLER, R. und C. SOMMER (1996):

Reduced Input of Herbicides in Plant Production by Use of Optoelectronic Sensors.
- AgEng., Madrid 96, Vol. 2, p. 799-800.

[2] BRUNOTTE, J., B. ORTMEIER und C. SOMMER (1994):

Datenerfassung und Auswertung der Schlagkarteien. - In: SOMMER, C. (Hrsg.)
FuE-Vorhaben "Einführung von Verfahren der Konservierenden Bodenbearbeitung
in die Praxis". Bericht aus dem Institut für Betriebstechnik der FAL Nr. 222, S.
37-136.

[3] DEUTSCHES MAISKOMITEE (1977): pers. Mitteilung.

[4] ESTLER, M. (1986):

Technik für die Mulchsaat. - Bayer. Landw. Wochenblatt 11.

[5] ESTLER, M. und C. SOMMER (1989):

Stand der Technik, Entwicklungstendenzen und Forschungsbedarf bei der
Mulchsaat für Zuckerrüben und Mais. KTBL-Arbeitspapier 130, S. 17-31.

[6] SOMMER, C. (1997):

Konvervierende Bodenbearbeitung - ein Konzept zur Lösung agrarrelevanter
Bodenschutzprobleme (im Druck).

[7] SOMMER, C. und J. BRUNOTTE (1995):

Konservierende Bodenbearbeitung zu Mais. - Mais 3, S. 84-89.

Saattechnik auf dem Prüfstand und im Feldversuch

Josef Schrödl

Gemäß dem vorgesehenen Programm des Kolloquiums - „Altes“ in Erinnerung rufen, „Neues“ aussprechen und Fingerzeige für die „Zukunft“ geben - bot es sich an, dieses Thema in die

- geschichtliche Entwicklung,
- DLG-Prüfungen von Mais-Einzelkornsämaschinen,
- Prüfungsergebnisse auf Prüfstand und Feld und
- Entwicklungstrends und weitere Ziele zu gliedern.

1. Die Geschichtliche Entwicklung

Ende der 50er Jahre begann der zünftige und wirtschaftliche Anbau von Silo- und auch von Körnermais mit der Einführung der **Einzelkornsäat**. Dazu wurden verschiedene im westlichen Ausland bereits eingeführte mechanisch arbeitende Einzelkornsägeräte nach Deutschland geholt. Sie wurden häufig auch als Dibelgeräte bezeichnet. Hersteller dieser Geräte waren unter anderen Ebra, John Deere, JHC und Ribouleau. Die Abbildung 1 zeigt als Beispiel die am Rau-Kombisystem angebauten Ebra-Sägeräte aus Frankreich mit schrägliegenden Löffelscheiben.

Zur gleichen Zeit hatten in Deutschland Einzelkornsägeräte im Rübenanbau bereits eine größere Verbreitung erlangt. Sie arbeiteten ebenfalls mechanisch, jedoch mit senkrechten Zellenrädern oder schrägliegenden Lochscheiben. Diese Sägeräte wurden nach Auswechseln der Rüben-Säeinrichtungen gegen solche für Mais auch zur Maissaussaat eingesetzt. Da sie jedoch konstruktiv nicht den speziellen Anforderungen für Mais entsprachen, z. B. im Säerätengewicht, in der Saatgutbehältergröße und im Säorgan, wurden sie als **Kompromißgeräte** bezeichnet. Hersteller dieser Geräte waren unter anderen Fähse (Monodrill), Becker (Centradrill) und Schmotzer (Unadrill). Die Abbildungen 2, 3 und 4 zeigen diese drei Typen, wobei Monodrill mit senkrechtem Gummi-Zellenring, Centradrill mit senkrechtem Metall-Zellenrad und Unadrill mit schrägliegender Lochscheibe arbeitete.

Hinzu kam ein weiteres Problem: Das Maissaatgut war seinerzeit noch nicht kalibriert. Durch die starke Zunahme der Sorten nahm außerdem auch die Vielfalt der Korngrößen und -formen zu. Die damaligen Sägeräte reagierten sehr empfindlich auf unterschiedliche Kornformen und -größen. Entscheidend war daher, vor der Aussaat durch Abdrehproben die richtige Zuordnung von Zellen- bzw. Lochgröße zur Korngröße zu ermitteln. In der Regel waren 3 bis 4 verschiedene Größen der Säeinrichtungen erforderlich. Die deutschen Sägerätehersteller reagierten Mitte der 60er Jahre darauf mit **mechanisch arbeitenden Spezialgeräten**.

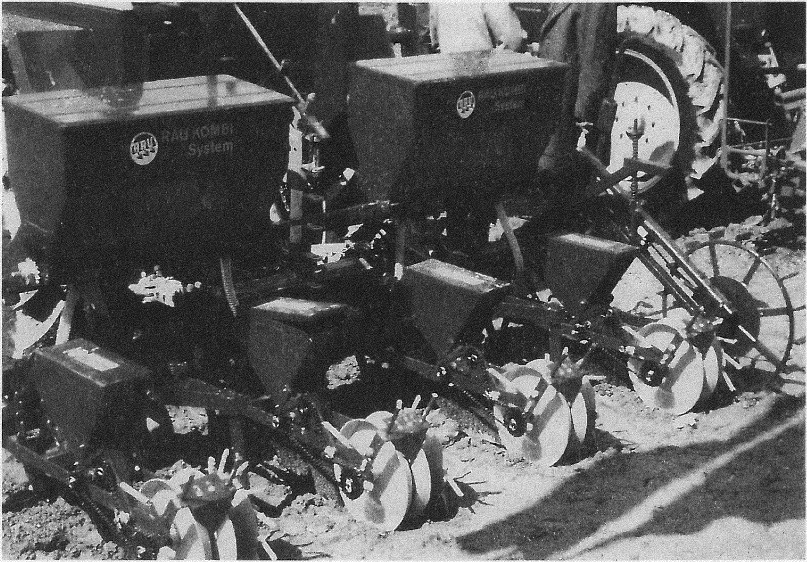


Abb. 1: Rau-Kombi-System mit angebauten Ebra-Sägeräten



Abb. 2: Einzelkornsämaschine Monodrill der Fa. Fähse



Abb. 3: Einzelkornsämaschine Zentrdrill der Fa. Becker

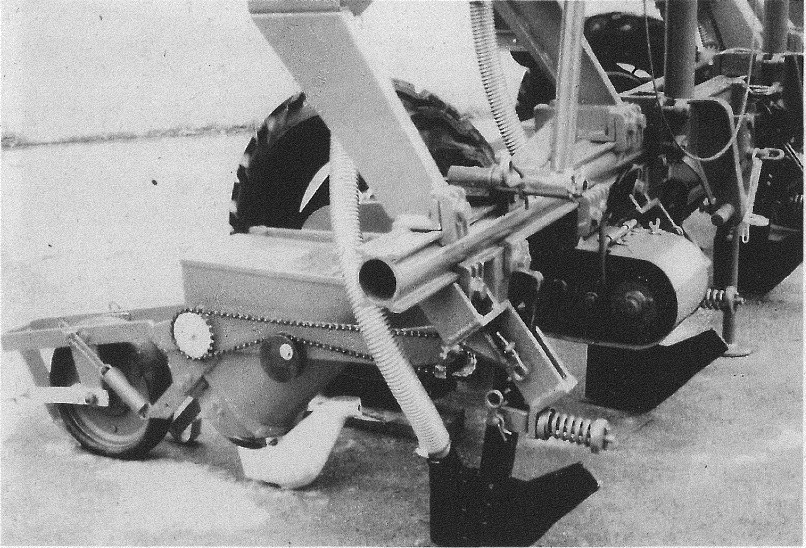


Abb. 4: Einzelkornsämaschine Unadrill der Fa. Schmotzer

Sie waren in vielen Details bereits auf die speziellen Anforderungen für Mais hin konstruiert und arbeiteten mit waagerechten oder schrägen Lochscheiben und mit schrägen Löffelscheiben. Aber das Problem der Zuordnung von Loch- oder Löffelgröße an die Korngröße war noch nicht gelöst. Beispiele hierfür können die Geräte Muli 330 von Eberhard (Abb. 5) und Maxicorn von Kleine (Abb. 6) sein. Das Gerät Muli 330 besitzt als Säeinrichtung eine schrägliegende Lochscheibe, das Maxicorn dagegen eine schrägliegende Löffelscheibe mit dahinter angeordnetem synchron mitlaufendem Kammerrad zur Kornablage (Abb. 7).



Abb. 5: Einzelkornsägerät Muli 330 der Fa. Eberhard

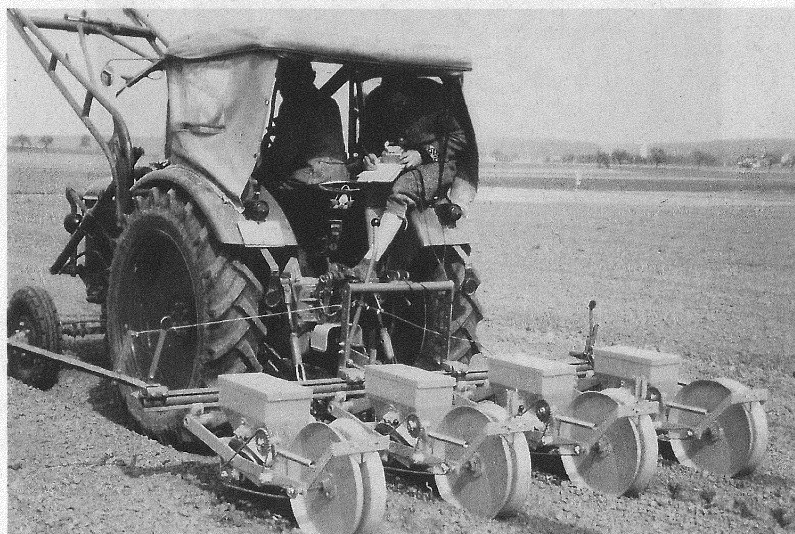


Abb. 6: Einzelkornsägerät Maxicorn der Fa. Kleine

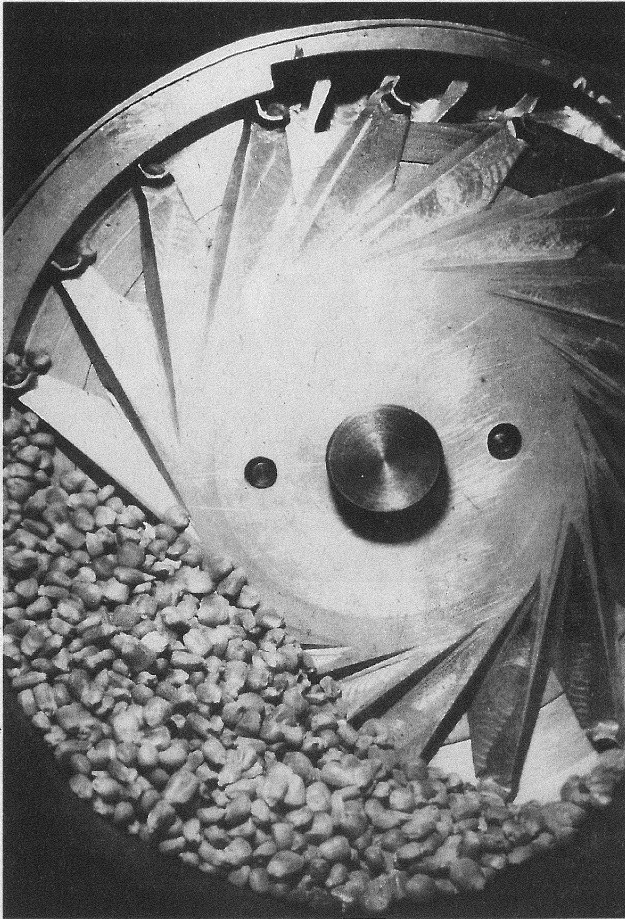


Abb. 7: Löffelscheibe des Einzelkornsägerates Maxicorn der Fa. Kleine

In diese Zeit fiel auf Vorschlag des Deutschen Maiskomitees auch die erste Kalibrierung von Saatmais in 7 Stufen (die Krotzinger Kalibrierungsempfehlung). Sie entschärfte zweifellos das Problem. Gleichzeitig erforderte aber die von Jahr zu Jahr sehr stark steigende Maisanbaufläche große Mengen Saatmais aus dem Ausland, der größtenteils anders aufbereitet war.

Einen gewaltigen Sprung hin zu einer geringen Empfindlichkeit gegenüber der Korngröße und -form von Saatmais brachte erst die Entwicklung der **pneumatisch arbeitenden Spezialgeräte**. Als erste dieser Maschinen kam 1968 die Pneumasem des französischen Herstellers Nodet auf den Markt. Die Säeinrichtung der Pneumasem bestand aus einer senkrechten Lochscheibe, an der die Körner durch Saugluft hafteten. Zur weiteren Korneinzelung war ein einstellbarer Abstreifer vorhanden (Abb. 8). Bald folgten auch deutsche Hersteller mit dieser neuen Technik. Beispiele hierfür sind Tröster Exaktamat und Fähse Monoair, die ebenfalls mit Saugluft arbeiteten (Abb. 9 und 10). Die Säeinrichtung der Exaktamat bestand allerdings aus einem senkrechten Lochring, bei der Monoair auch aus einer senkrechten Lochscheibe, an denen die Körner durch die Saugluft hafteten. Zur weiteren Korneinzelung waren wiederum Abstreifer vorhanden. Die Becker Aeromat arbeitete dagegen mit Druckluft. Die Säeinrichtung bestand aus einem Zellenrad mit trichterförmigen Zellen, die sich beim Durchlauf durch den Saatgutvorrat mit mehreren Körnern füllen.

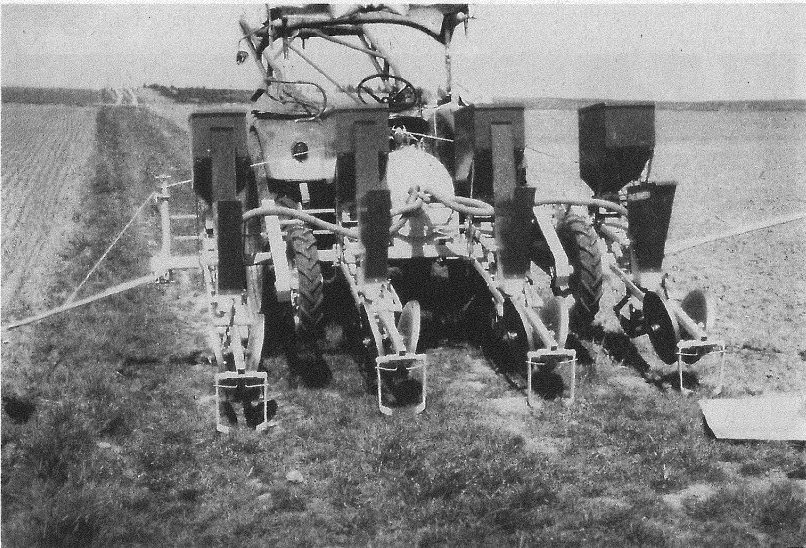


Abb. 8: Erste pneumatische Einzelkornsämaschine Pneumasem der Fa. Nodet



Abb. 9: Einzelkornsämaschine Exaktamat der Fa. Tröster

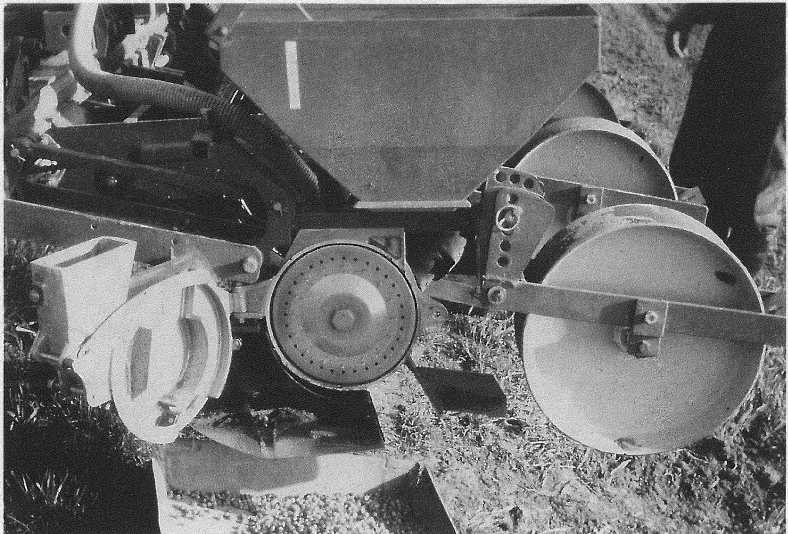


Abb. 10: Einzelkornsämaschine Monoair der Fa. Fähse

Die nachher einwirkende Druckluft spült alle Körner bis auf ein Korn heraus (Abb. 11 und 12). Diese pneumatisch arbeitenden Einzelkornsämaschinen benötigten in der Regel keine weitere Größe der Säeinrichtung, also keinen Wechsel mehr für die unterschiedlichen handelsüblichen Saatmaispartien. Lediglich der Luftdruck oder der Abstreifer, manchmal auch beides, mußte entsprechend eingestellt werden. Dies trifft auch heute noch zu. Die Abbildung 13 zeigt die geschichtliche Entwicklungsfolge nochmals im Überblick.

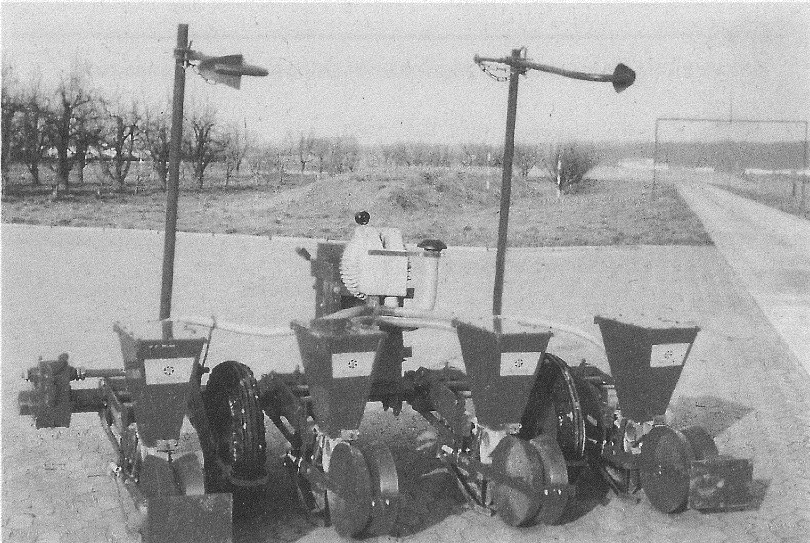


Abb. 11: Einzelkornsämaschine Aeromat der Fa. Becker

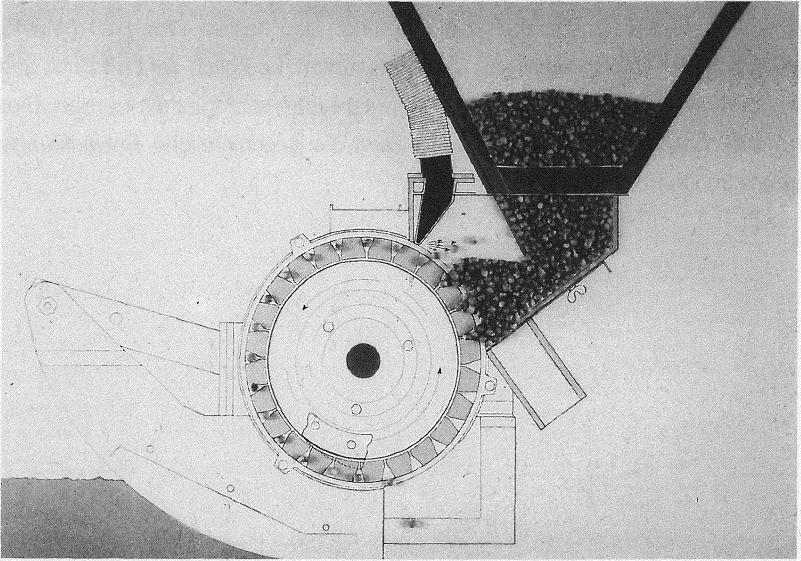


Abb. 12: Vereinzelung der Saatkörner durch Druckluft - Querschnitt durch ein Druckluft-Säaggregat

Entwicklungsfolge bei Einzelkornsämaschinen zur Maisausaat

- 1** Kompromißgeräte (um 1960 - 1965)
 - mechanisch arbeitend: senkrecht Zellenrad
schräge Lochscheibe
- 2** Spezialgeräte (um 1965 - 1970)
 - mechanisch arbeitend: waagerechte Lochscheibe,
schräge Lochscheibe,
schräge Löffelscheibe
- 3** Spezialgeräte (ab 1969 und später)
 - pneumatisch arbeitend: Saugluftprinzip mit Lochscheibe
Druckluftprinzip mit Zellenrad

DLG-Prüfstelle Groß-Umstadt



Abb. 13: Geschichtliche Entwicklung der Einzelkornsämaschinen zur Maisausaat

2. Die DLG-Prüfungen von Mais-Einzelkornsämaschinen

In dem Bemühen, dem Maisanbauer geeignete Einzelkornsämaschinen und gut säfähiges hochwertiges Maissaatgut zur Verfügung zu stellen, arbeiteten von Anfang an Sägerätehersteller, wissenschaftliche Institute, Deutsches Maiskomitee, Saatgutaufbereiter und DLG zusammen. Hier kann wegen der gebotenen Kürze nur auf die DLG-Prüfungen eingegangen werden.

Als erste Einzelkornsämaschine für Mais wurde 1965 die Maschine zum „Fendt-Einmannsystem“ DLG-angewiesen. Sie arbeitete mechanisch mit einem senkrechten Metall-Zellenrad. Bis zum Jahr 1969 wurden eine ganze Reihe weiterer mechanisch arbeitender Einzelkornsämaschinen für Mais DLG-angewiesen. Auch Reihendüngerstreuer für die Unterfußdüngung wurden von Anfang an geprüft (Abb. 5).

1969 wurde dann die erste DLG-Anerkennung für eine pneumatisch arbeitende Einzelkornsämaschine ausgesprochen, die Nodet Pneumasem (Abb. 7). Obwohl die Prüfungs-Ergebnisse mit dieser Maschine noch nicht ideal waren, ließen sie schon die Erwartung zu, daß dem pneumatisch arbeitenden Säprinzip die Zukunft gehört. Der Pneumasem folgten ab 1971 zahlreiche Einzelkornsämaschinen, vor allem auch deutscher Hersteller, von denen ein Großteil die DLG-Prüfung mit Erfolg absolviert hat. Dabei haben nicht zuletzt die stetig verschärften Anforderungen bei der Prüfung zu einer fortwährenden Verbesserung der Maschinen beigetragen.

Bereits 1970 wurde Professor Estler in den DLG-Prüfungsausschuß, der heute Prüfungskommission heißt, für Mais-Einzelkornsämaschinen berufen. Sie setzt sich aus einem Wissenschaftler, einem Berater, zwei Praktikern und einem branchenfremden Industrievertreter zusammen. Professor Estler wurde zum Vorsitzenden gewählt. Diese ehrenamtliche Tätigkeit übt er bis heute aus, seit 1984 auch in der gemeinsamen Kommission für Einzelkornsämaschinen zur Rüben-, Sonnenblumen- und Ackerbohnenaussaat. Für seine über 25 Jahre eingebrachte sachkundige engagierte Arbeit hat ihm die DLG ganz besonders zu danken. Bereits vor Jahren wurde ihm die Max-Eyth-Gedenkmünze in Silber verliehen.

Mit einigen Bildern soll ein Teil der Prüfungsarbeit dokumentiert werden. Die Abbildung 14 zeigt den Prüfstand für Einzelkornsämaschinen. Er dient in erster Linie dazu, die technische Funktion der Säeinrichtung einer Maschine vor dem Feldeinsatz zu überprüfen. Bei einer DLG-Gebrauchswertprüfung ist zudem der praktische Einsatz der Maschine und der Feldversuch obligatorisch. Die Abbildungen 15 und 16 zeigen,

daß sich auch die zuständige Prüfungskommission von der Arbeit der Maschinen, hier auf dem Feld, überzeugt.

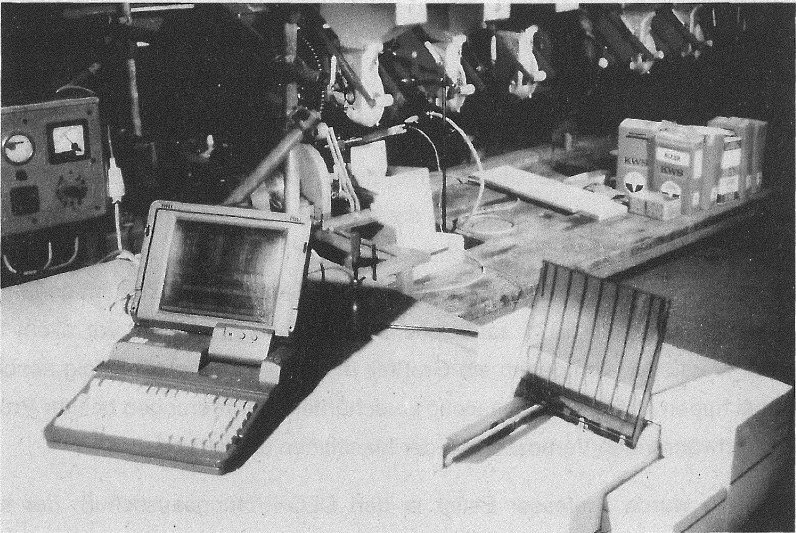


Abb. 14: Prüfstand für Einzelkornsämaschinen



Abb. 15: Die Prüfungskommission bei der Überprüfung der Ablagegenauigkeit der Einzelkornsämaschinen

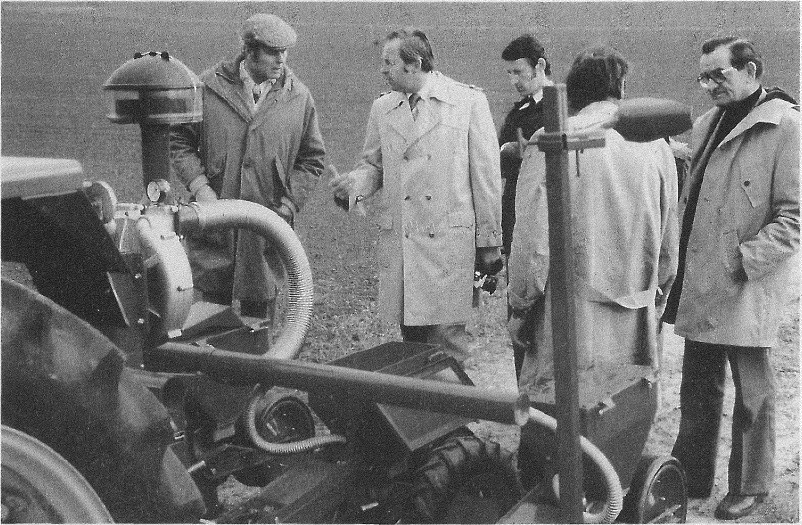


Abb. 16: Die Prüfungskommission bei der Feldprüfung der Einzelkornsägeräte

Nach Abschluß des Feldaufgangs wird der Pflanzenbestand mittels eines dafür gebauten Gerätes hinsichtlich der Aufgangsquote und der Gleichmäßigkeit der Pflanzenabstände ausgewertet (Abb. 17). Im praktischen Einsatz und bei den Feldversuchen soll der gewünschte Pflanzenbestand je Hektar mit möglichst exakter Pflanzenverteilung erreicht werden (Abb. 18 und 19).



Abb. 17: Feldmeßgerät zur Bestimmung des Aufgangs der Pflanzen und zur Bestimmung der Pflanzenabstände in der Reihe



Abb. 18: Gleichmäßiger Feldbestand von Mais




Abb. 19: Mais-Reihe mit exakter Pflanzenverteilung

Insgesamt bieten 10 Hersteller heute 18 Grundtypen an Einzelkornsämaschinen für die Maisaussaat an. Derzeit sind von 8 Herstellern 12 Grundtypen „DLG-anerkannt“ (Tab. 1). Sie arbeiten alle pneumatisch. 7 Maschinen wurden bereits mit Mulch- und Direktsaat-Ausrüstung geprüft (Tab. 2).

Tab. 1: Übersicht der DLG-anerkannten Einzelkornsämaschinen für Mais (1996)

| Einzelkornsämaschinen für Maisaussaat 1996 | | | | | |
|---|------------|-------------------------|-----------|------------|---------------|
| Hersteller bzw. Vertrieb | Grundtypen | Arbeitsweise | | | Bemerkungen |
| | | pneumatisch Saugluft | Druckluft | mechanisch | |
| 10 | 18 | 14 | 3 | 1 | Marktangebot |
| 8 | 12 | 10 | 2 | - | DLG-anerkannt |

Alle Grundtypen sind mit Unterfuß-Reihendüngerstreuer lieferbar. Für 16 Grundtypen sind Mulch-/Direktsaat-Ausrüstungen lieferbar.

DLG-Prüfstelle Groß-Umstadt 

Tab. 2: Übersicht der DLG-anerkannten Einzelkornsämaschinen für Mais mit Mulch- bzw. Direktsaat-Ausrüstung (1996)

| DLG-anerkannte Einzelkornsämaschinen für Maisaussaat | | | | |
|---|---|----------------------------------|---|------------------------|
| Hersteller bzw. Vertrieb | Typ | Arbeitsweise | geprüft und geeignet für | Prüfbericht Nr. |
| Accord-Kverneland | Optima | Saugluft, Lochscheibe | konv. Saat Mulchsaat | 4432 |
| Amazone | ED 451-K RP-ED 301 (Bestellkombination) | Saugluft, Lochscheibe | konv. Saat Saatbettber. u. konv. Saat | 4433 |
| Becker | Aeromat S | Druckluft, Zellenrad | konv. Saat | 4360 |
| | Aeromat S DT-E | Druckluft, Zellenrad | konv. Saat Mulchsaat | 4373 |
| Kleine | Multicorn | Saugluft, Lochscheibe, Kammerrad | konv. Saat | 4211 |
| | Multicorn DP | Saugluft, Lochscheibe, Kammerrad | konv. Saat Mulchsaat | 4561 |
| Kuhn-Nodet | Planter II | Saugluft, Lochscheibe | konv. Saat Mulchsaat | 4105 |
| Lemken-Hassia | Variosem | Saugluft, Lochscheibe | konv. Saat Mulchsaat | 4106 |
| Monosem | NG | Saugluft, Lochscheibe | konv. Saat | 4564 |
| | NG Plus | Saugluft, Lochscheibe | konv. Saat Mulchsaat | 4563 |
| Rau | Maxem | Saugluft, Lochscheibe | konv. Saat Mulchsaat | 4294 |

DLG-Prüfstelle Groß-Umstadt



Die DLG-Anerkennung erlischt jeweils nach 5 Jahren, oder wenn der Hersteller größere Maschinenänderungen vorgenommen hat, damit der technische Stand gewahrt bleibt. Einige Beispiele moderner Einzelkornsämaschinen für Maisausaat sollen den heutigen Stand der Sätechnik aufzeigen.

Die Einzelkornsämaschine Amazone RP-ED 301 (Bestellkombination) ist zur gleichzeitigen Saatbettbereitung und Aussaat von Mais (konventionelle Saat), auch mit Unterfuß-Reihendüngung, geeignet (Abb. 20).



Abb. 20: Mais-Bestellkombination RP-ED 301 der Fa. Amazone

Der große Zentral-Düngerbehälter für Reihendüngung auf der Kleinen Multicorn ermöglicht bei mittlerer Ausbringungsmenge eine gleich große Fläche wie der Saatgutvorrat der Sägeräte; zudem erleichtert und beschleunigt die Schnecke das Düngernachfüllen. Allerdings muß der Schlepper eine ausreichende Hubkraft besitzen (Abb. 21).



Abb. 21: Großer Aufbau-Düngerbehälter für die Reihendüngung mit zentraler Befüllung durch eine Förderschnecke aufgebaut auf Einzelkornsäugerät Multicorn der Fa. Kleine

Hydraulische Teleskop-Schieberahmen wie bei Rau Maxem (Abb. 22) oder verschiedene Ausführungen von Schwenkrahmen (Abb. 23) ermöglichen eine schnelle und einfache Umstellung von der Arbeitsstellung in die Transportstellung und umgekehrt.

Großmaschinen mit zwölf Reihen, wie hier bei der Accord Optima, werden dagegen zum Transport mit einer Langfahreinrichtung ausgerüstet, um die zulässige Breite von drei Metern einzuhalten (Abb. 24).



Abb. 22: Teleskop-Schieberahmen bei Einzelkornsägerät Maxem der Fa. Rau



Abb. 23: Eingeschwenkte Säaggregate für Transportstellung

Außerdem bietet sich bei Reihendüngung die Trennung von Düngerbehälter (im Frontanbau) und Sämaschine mit Düngerverteilerinrichtung (im Heckanbau) zur gleichmäßigeren Gewichtsverteilung vorteilhaft an (Abb. 24).

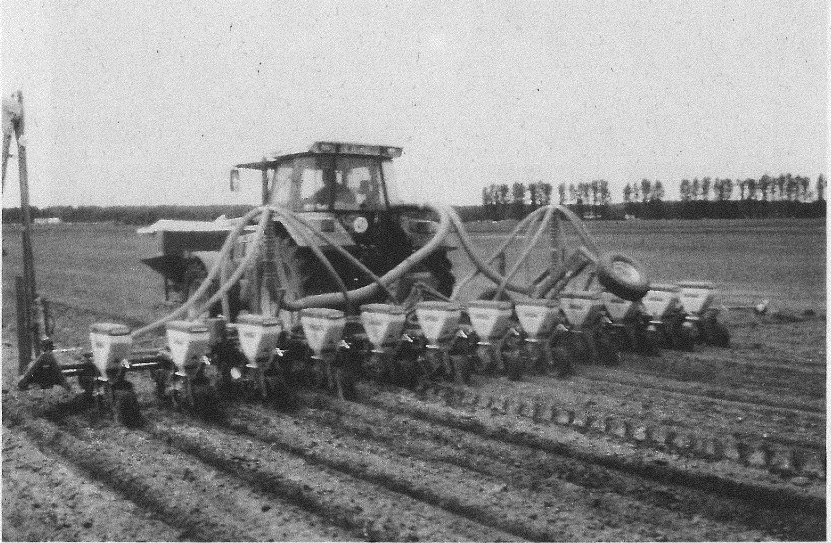


Abb. 24: Düngerbehälter im Frontanbau zur gleichmäßigen Gewichtsverteilung

Speziell bei größeren Maschinen und im überbetrieblichen Einsatz sind elektronische Überwachungseinrichtungen für drehende Maschinenteile und erweiterte Ausführungen mit sensorischer Kornüberwachung sowie Datenerfassung für den Betrieb der Maschine und die Abrechnung wichtig (Abb. 25).

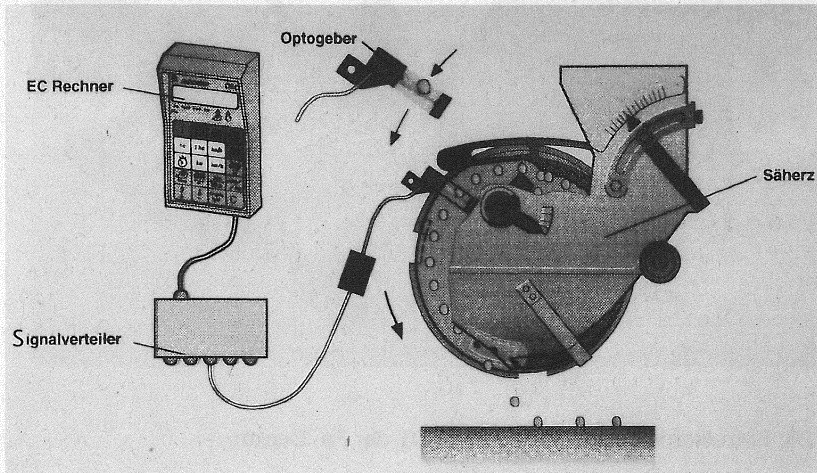


Abb. 25: Elektronische Überwachungseinrichtungen an der Einzelkornsämaschine

Aus ökologischen Forderungen werden heute mehr und mehr Einzelkornsämaschinen für die Mulchsaat mit und ohne Saatbettbereitung verlangt. Mit diesen Saatverfahren lassen sich nicht nur Wasser- und Winderosionen vermindern (Bodenschutz), sondern auch eine Reihe weiterer Vorteile, z. B. bessere Befahrbarkeit der Böden, geringere Nitrateinwaschung in das Grundwasser, u. a. erreichen. Die Maschine muß dazu allerdings in der Regel speziell ausgerüstet und beschaffen sein, damit eine verstopfungsfreie Arbeit mit sicherer Ablagetiefe und Saatbedeckung unter den schwierigeren Bedingungen möglich ist. Die Abbildung 26 zeigt die Becker Aeromat DT und die Abbildung 27 die Monosem NG Plus, die beide bereits in Serie für diese Saatverfahren ausgelegt sind, aber auch für konventionelle Saat eingesetzt werden können.



Abb. 26: Einzelkornsämaschine Aeromat DT der Fa. Becker



Abb. 27: Einzelkornsämaschine NG Plus der Fa. Monosem

3. Prüfungsergebnisse vom Prüfstand und Feldversuch

Den auszugsweisen Prüfungsergebnissen liegen handelsübliche Saatgutpartien zugrunde. Diese Partien sind teils nach der seit 1984 vom Deutschen Maiskomitee empfohlenen 2-Stufen-Kalibrierung aufbereitet, teils auch nach einer anderen Kalibrierung. Das Spektrum des Tausendkorngewichts bei der Prüfung reicht von etwa 200 bis 400 g. Bei parallelen Untersuchungen mit einer unkalibrierten Versuchspartie über 10 Jahre an 15 verschiedenen pneumatisch arbeitenden Maschinen im Rahmen der DLG-Prüfungen ergaben sich gut vergleichbare Ergebnisse zu den kalibrierten Partien.

Auf dem **Prüfstand** erzielten die meisten DLG-anerkannten Maschinen sowohl bei der Ablagegenauigkeit der Körner als auch bei den Doppel- und Fehlstellen im Mittel die Note 2. Das Druckluftprinzip lag dabei ungünstiger als das Mittel. Den Mittelwerten der einzelnen Maschinen liegen jeweils etwa 18-22 Versuche mit 3-4 verschiedenen Saatgutpartien und Fahrgeschwindigkeiten von 4-8 km/h zugrunde (Tab. 3).

Bei den **Feldversuchen** erzielten die meisten DLG-anerkannten Maschinen, wiederum im Mittel zahlreicher Versuche mit verschiedenen Saatgutpartien und Fahrgeschwindigkeiten, bei konventioneller Saat im Feldaufgang sogar die Note 1. Bis auf eine Ausnahme lagen die bei Mulch- und Direktsaat geprüften Maschinen darunter, im Mittel bei Note 2 (Werte in Klammern). Einschränkend ist jedoch zum Feldaufgang zu sagen, daß nicht alle Maschinen im gleichen Jahr geprüft wurden. Bei der Standgenauigkeit der Pflanzen erreichten die meisten geprüften Maschinen die Note 2. Auch dabei lagen bis auf zwei Ausnahmen die bei Mulch- und Direktsaat geprüften Maschinen zurück, das heißt, die Standardabweichung war etwas höher. Dies drückt sich auch im Mittel aus (Werte in Klammern). Das Druckluftprinzip lag dabei nicht ungünstiger (Tab. 4).

Tab. 3: Prüfstandsergebnisse DLG-anerkannter Mais-Einzelkornsämaschinen

| Prüfstandsergebnisse DLG-anerkannter Mais-Einzelkornsämaschinen | | | | |
|--|----------------|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Hersteller bzw. Vertrieb | Typ | Ablagegenauigkeit der Körner | Doppelstellen <0,5 x S | Fehlstellen >1,5 x S |
| | | Standardabweichung mm | % | % |
| Accord-Kverneland | Optima | 11 | 0,3 | 0,7 |
| Amazone | ED 451-K | 15 | 0,4 | 0,6 |
| | RP-ED 301 | 15 | 0,4 | 0,6 |
| Becker | Aeromat S DT-E | 18 | 3,0 | 1,2 |
| | Aeromat S | 19 | 1,6 | 2,7 |
| Kleine | Multicorn DP | 15 | 0,9 | 0,7 |
| | Multicorn | 10 | 0,9 | 0,8 |
| Kuhn-Nodet | Planter II | 13 | 0,5 | 1,3 |
| Lemken-Hassia | Variosem | 12 | 0,2 | 0,6 |
| Monosem | NG Plus | 15 | 0,4 | 0,4 |
| | NG | 13 | 0,3 | 0,5 |
| Rau | Maxem | 15 | 0,4 | 1,8 |
| | Mittel | 14,3 | 0,78 | 0,99 |
| | Note | 2 | 2 | 2 |


DLG-Prüfstelle Groß-Umstadt



Tab. 4: Feldversuchsergebnisse DLG-anerkannter Mais-Einzelkornsämaschinen

| Feldversuchsergebnisse DLG-anerkannter Mais-Einzelkornsämaschinen | | | | |
|---|----------------|-------------|---------------|-------------------------------|
| Hersteller bzw. Vertrieb | Typ | Feldaufgang | | Standgenauigkeit der Pflanzen |
| | | % | | Standardabweichung mm |
| Accord-Kverneland | Optima | 93 | (91) | 30 (31) |
| Amazone | ED 451-K | 92 | | 28 |
| | RP-ED 301 | 94 | | 27 |
| Becker | Aeromat S DT-E | 96 | (89) | 27 (28) |
| | Aeromat S | 94 | | 25 |
| Kleine | Multicorn DP | 92 | (88) | 30 (32) |
| | Multicorn | 90 | | 23 |
| Kuhn-Nodet | Planter II | 90 | (90) | 25 (25) |
| Lemken-Hassia | Variosem | 90 | (77) | 24 (32) |
| Monosem | NG Plus | 89 | (86) | 28 (28) |
| | NG | 87 | | 27 |
| Rau | Maxem | 95 | (88) | 27 (28) |
| | Mittel | 91,8 | (87,0) | 26,8 (29,1) |
| | Note | 1 | (2) | 2 (2) |

Werte in Klammern: Mulch-/Direktsaat

DLG-Prüfstelle Groß-Umstadt


Als Fazit leitet sich daraus ab, daß für die Mulch- und Direktsaat noch gerätetechnische Verbesserungen hinsichtlich der Ablage und Einbettung nötig sind, um mit der Arbeitsqualität bei konventioneller Saat gleichzuziehen.

Ganz wichtig für die Arbeitsqualität von Einzelkornsämaschinen ist die Fahrgeschwindigkeit. Alle DLG-anerkannten Maschinen lieferten tendenziell mit der Steigerung der Fahrgeschwindigkeit von etwa 4 auf 8 km/h eine ungünstiger werdende Ablagegenauigkeit der Körner auf dem Prüfstand bzw. Standgenauigkeit der Pflanzen auf dem Feld. Dies bedeutet, daß unter Abwägung von möglicher Arbeitsqualität, insbesondere der Verteilgenauigkeit, und erforderlicher Flächenleistung im Bereich von etwa 5 bis 7 km/h gefahren werden sollte (Abb. 28).

Auch daraus ergibt sich als Fazit, daß noch gerätetechnische Verbesserungen wünschenswert sind, damit sich bis zu einer Fahrgeschwindigkeit von etwa 8 km/h keine Minderung der Arbeitsqualität einstellt.

Eine DLG-Gebrauchswertprüfung weist noch zahlreiche weitere Prüfkriterien auf. Die gesamten Ergebnisse können in den veröffentlichten DLG-Prüfberichten nachgelesen werden. Über die Urteile zu den Prüfkriterien sowie die DLG-Anerkennung bzw. Nicht-

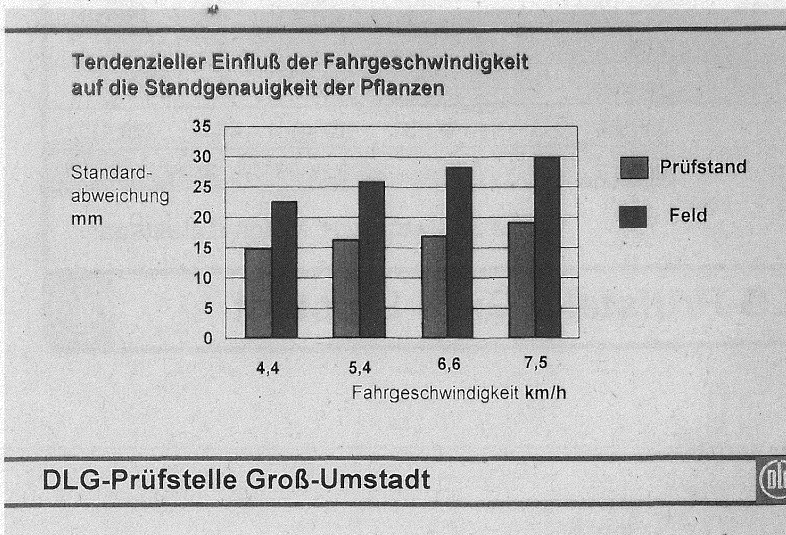


Abb. 28: Einfluß der Vorfahrtsgeschwindigkeit auf die Standgenauigkeit der Maispflanzen

anerkennung entscheidet die ehrenamtliche Prüfungskommission. Sie trägt auch die Verantwortung für die gestellten Anforderungen an die zu prüfenden Maschinen. Die DLG-Anerkennung stellt eine Auszeichnung dar, die nicht immer im ersten Anlauf erreicht wird.

4. Entwicklungstrends und weitere Ziele

Durch eine gute kooperative Zusammenarbeit von Maschinenherstellern, Wissenschaft, Praxis und Prüfung haben heute Mais-Einzelkornsämaschinen einen hohen Entwicklungsstand erreicht. Nicht zu letzt befaßte sich auch Professor Estler von Anfang an sehr eingehend mit dieser Thematik. Einige Trends und Ziele der Gegenwart und Zukunft sind abschließend noch anzuführen:

- **Spezialmaschinen** sind gefragt, weil damit bei guter Arbeitsqualität auch hohe Leistungen möglich sind. Ein Umrüsten von größeren Maschinen bzw. im überbetrieblichen Einsatz ist nicht akzeptabel.
- **Große Saatgut- und Düngerbehälter** gewährleisten höhere Flächenleistungen durch geringere Nebenzeiten.
- **Einfache Ein- und Umstellmöglichkeiten** werden vom Fahrer der Maschine eher genutzt und erhöhen die Arbeitsqualität und Flächenleistung.
- **Elektronische Überwachungseinrichtungen** sollen dem Fahrer die Arbeit erleichtern und mithelfen, Säfehler zu vermeiden.
- **Datenerfassung, Datenanzeige und -speicherung für den Betriebs-PC** bilden die Voraussetzung für unternehmerische Entscheidungen.
- Wenn eine **teilflächenspezifische Aussaatmöglichkeit** genutzt werden soll, ist neben der entsprechenden Elektronik eine stufenlose Sollabstandseinstellung Voraussetzung, die heute noch nicht Standard ist.
- Bei der aus ökologischen Gründen wünschenswerten **Mulch- und Direktsaat** sind **gerätetechnische Verbesserungen** (wie z. B. die Saatguteinbringung) nötig, um die gleichen Ergebnisse wie bei konventioneller Saat erzielen zu können.
- Gerätetechnische Verbesserungen sind auch nötig, um **bei den hohen Fahrgeschwindigkeiten** von 7 bis 8 km/h eine **exakte Kornablage** und damit auch eine exakte Pflanzenverteilung zu gewährleisten.

Düngung und Pflege

Standortgerechte Stickstoffversorgung von Mais mit mineralischen und organischen Düngemitteln

F. X. Maidl

1. Einleitung

Ökonomische wie auch ökologische Gründe erfordern eine entsprechend den Standortverhältnissen und der Kulturart angepaßte Stickstoffdüngung. Durch die seit dem 1. Juli 1996 geltende Düngeanwendungsverordnung werden diese Zwänge weiter verschärft. Im folgenden Beitrag sollen daher einige Grundsätze zur Erreichung hoher Stickstoffausnutzungsraten bei Mais erläutert werden.

2. N-Überbilanzen

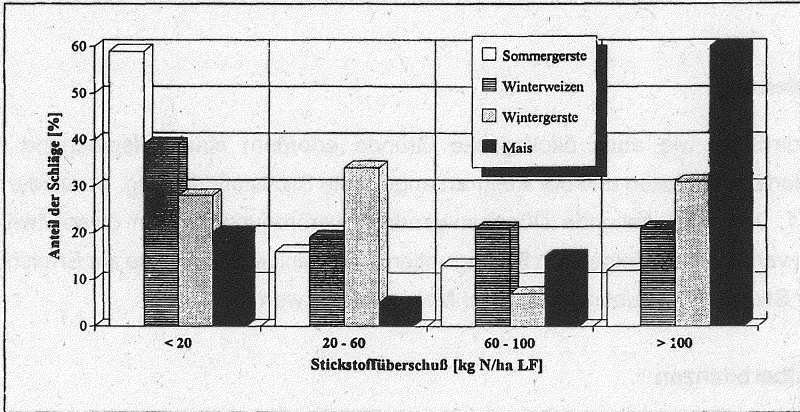
Schlagkarteiauswertungen zeigen, daß Mais in der Vergangenheit in erheblich stärkerem Maße überdüngt wurde als andere Kulturen (Abb. 1). Dies hat im wesentlichen zwei Ursachen. Zum einen ist Mais erheblich standfester als andere Getreidearten, weshalb maximale N-Gaben verabreicht wurden, um stets den Maximalertrag zu erzielen, und zum anderen wurden die Maisflächen mit Gülle überversorgt. N-Überschüsse zu Mais sind zur Erreichung von Höchstserträgen nicht notwendig. Durch eine entsprechende Reduktion der Düngung lassen sich diese Bilanzüberhänge vermeiden. Durch entsprechende Platzierung und Terminierung der N-Düngung können bei Mais sogar Höchstserträge erzielt werden mit Düngermengen die erheblich unter dem Entzug liegen, wie die nachfolgenden Ausführungen zeigen.

3. Jugendentwicklung bei Mais

Bei der N-Düngung von Mais ist die sehr langsame Jugendentwicklung von besonderer Bedeutung. In den ersten 6 Wochen nach der Saat nimmt die Maispflanze weniger als 5 % der Gesamtmenge an Stickstoff auf (Abb. 2). Erst etwa 8 Wochen nach der Saat beginnt die Phase intensiver N-Aufnahme. Aufgrund der späten Saat von Mais - in der Regel in der 2. Aprilhälfte - und der sehr langsamen Jugendentwicklung haben wir auf Maisflächen sehr lange mit Sickerwasserbildung und der Gefahr von Stickstoffauswaschungsverlusten zu rechnen (Abb. 3). Die Sickerwasserbildung ist um so höher, je höher die Niederschläge und desto geringer die Wasserspeicherfähigkeit des Bodens. Wie Abbildung 3 zeigt ist selbst auf einem

tiefgründigen Lößboden unter Mais bis in den Juni hinein mit Sickerwasseranfall zu rechnen.

Stickstoffüberschüsse ausgewählter Fruchtarten im Wasserschutzgebiet Augsburg



Berechnungen aus den Betriebserhebungen 1989/90

Abb. 1: Stickstoffüberschüsse ausgewählter Fruchtarten (Betriebserhebungen)

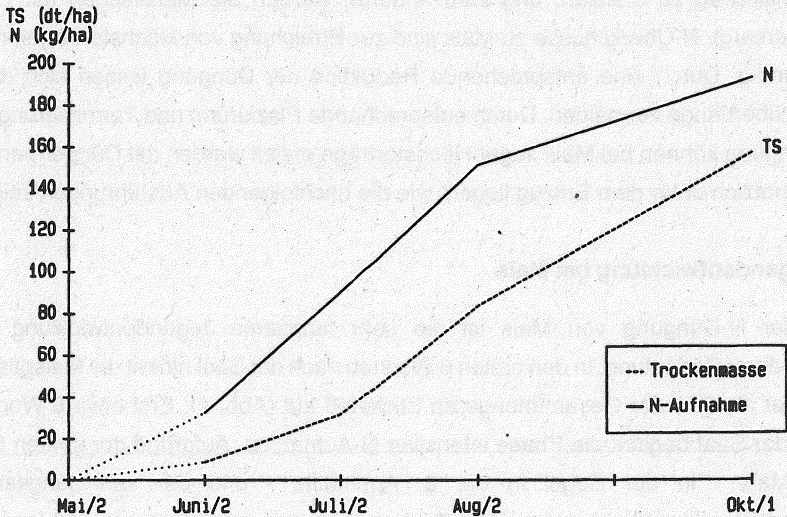


Abb. 2: Trockenmassebildung und N-Aufnahme von Mais

Des weiteren ist die Jugendentwicklung von Mais gekennzeichnet von einer schwachen Durchwurzelung des Bodens (Abb. 4). Bis Ende Juni hat die Maispflanze erst etwa 1/4 der Gesamtwurzelmasse ausgebildet. Des weiteren kommt hinzu, daß aufgrund der großen Reihenweiten - in der Regel 75 cm - der Reihenzwischenraum erst sehr spät durchwurzelt wird. Wo keine Wurzeln sind, erfolgt keine Wasser- und Nährstoffaufnahme. Mit anderen Worten während der Jugendentwicklung erfolgt die Stickstoffaufnahme von Mais ausschließlich aus dem Bereich der Saatreihe. Dünger aus dem Reihenzwischenraum wird erst während späterer Entwicklungsphasen aufgenommen und kann daher je nach Sickerwasseranfall auf dem jeweiligen Standort mehr oder weniger stark in tiefere Bodenschichten ein- oder gar ausgewaschen werden. Mineralische N-Dünger sollten daher zur Saat als Reihendüngung ausgebracht werden.

4. N-Reihendüngung

Früher war man der Ansicht bei Reihendüngung sollte der Dünger 5 cm neben der Saatreihe und 5 cm tiefer als die Kornablage ausgebracht werden. In unseren Untersuchungen hingegen konnten wir keine Unterschiede in der Stickstoffverwertung und der Ertragsbildung in Abhängigkeit der Ablagetiefe des Mineraldüngers beobachten. Bei tiefer Ablage des Düngers steigt der Zugkraftbedarf bei der Saat stark an. Zudem können in Hanglagen die mit den Düngerscharen gezogenen Furchen als Erosionsauslöser fungieren. Aus diesen Gründen empfehlen wir den Dünger nur oberflächlich in den Boden einzudrillen. Die maximale Ablagetiefe des Düngers sollte dabei aus den genannten Gründen die Saattiefe nicht überschreiten.

5. Teilung der N-Gaben

Auch ist das Stickstoffaufnahmevermögen von Mais in der frühen Jugendphase begrenzt. Abbildung 5 zeigt bei einem Mineraldüngerangebot zur Saat von 50 kg N/ha als auch bei 100 kg N/ha gleiche N-Aufnahmeraten während der Jugendphase. Das bedeutet überhöhte Düngermengen zur Saat werden nicht genutzt und unterliegen auf entsprechenden Standorten der Gefahr der Auswaschung. Durch Zweiteilung der N-Düngung zur Saat und etwa im 6-8-Blattstadium werden erheblich höhere N-Aufnahmeraten erreicht (Abb. 5). Die N-Düngung im 6-8-Blattstadium ist besonders wichtig für die Kolbenbildung. Mit einer N-Düngung im 6-8-Blattstadium nehmen die Kolbenanteile deutlich zu. Dieser Effekt ist um so mehr ausgeprägt je höher der Sandgehalt der Böden ist (Abb. 6).

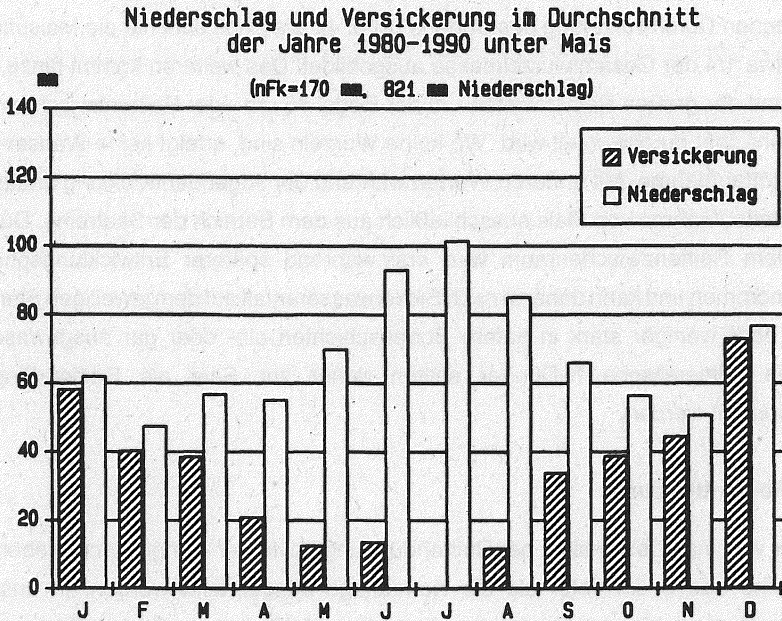


Abb. 3: Niederschlag und Versickerung im Durchschnitt der Jahre 1980-1990 unter Mais

6. N-Bedarf von Mais

Die N-Aufnahme von Mais liegt je nach Ertragsniveau bei 180 bis 250 kg N/ha. Zur vollen Ausschöpfung des Ertragspotentials eines Standortes reicht es, zu Mais erheblich weniger zu düngen als dem N-Entzug entspricht, wenn die N-Düngung richtig plaziert (Reihendüngung) und zeitlich richtig terminiert wird (zur Saat und in 6-8-Blattstadium). Als Faustregel gilt für Höchsterträge ist 1/2 bis 2/3 des N-Entzugs von Mais als Dünger-N ausreichend. Die über die N-Düngung hinaus erforderliche N-Menge entnimmt der Mais dem Boden. Im Jahresablauf treten besonders zwei Mineralisationsschübe im Boden auf, im Frühjahr (April/Mai) und im Spätsommer (Ende August). Der Wachstumsrhythmus von Mais ermöglicht es zu beiden Terminen erhebliche Mengen an Bodenstickstoff zu nutzen. Die Ertragsdaten der in der Tabelle dargestellten Versuchsserie belegen dies. Variante C mit 80 kg N/ha (50 % zur Saat in Reihe, 50 % bei 20 cm) brachte den gleichen Trockenmasseertrag wie Variante A mit 160 N/ha in einer Gabe zur Saat (Tab. 1).

Entwicklung des Wurzelsystems bei Mais

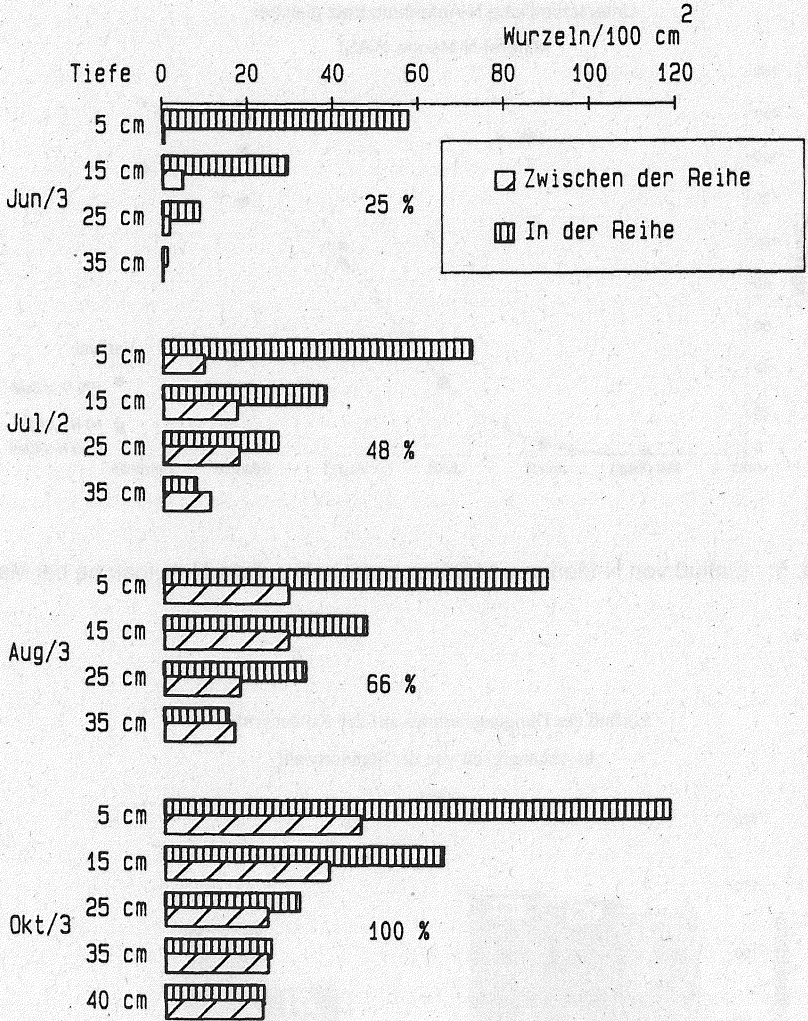


Abb. 4: Entwicklung des Wurzelsystems bei Mais

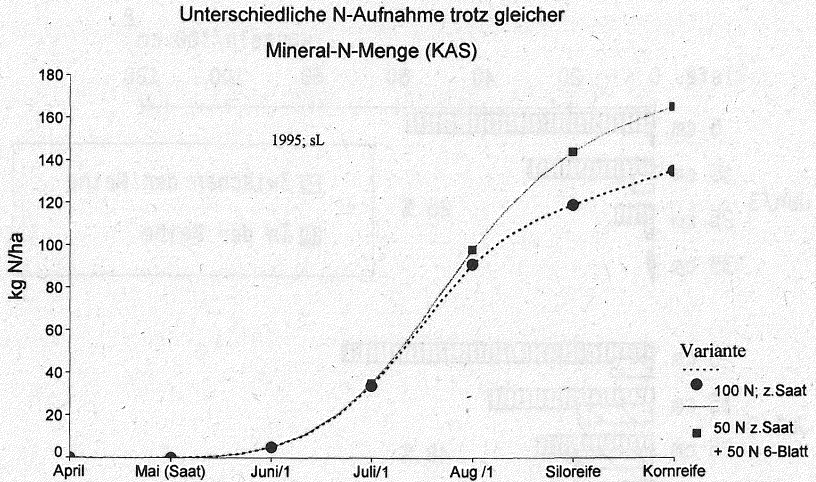


Abb. 5: Einfluß von N-Menge und Düngungstermin auf die N-Aufnahme bei Mais

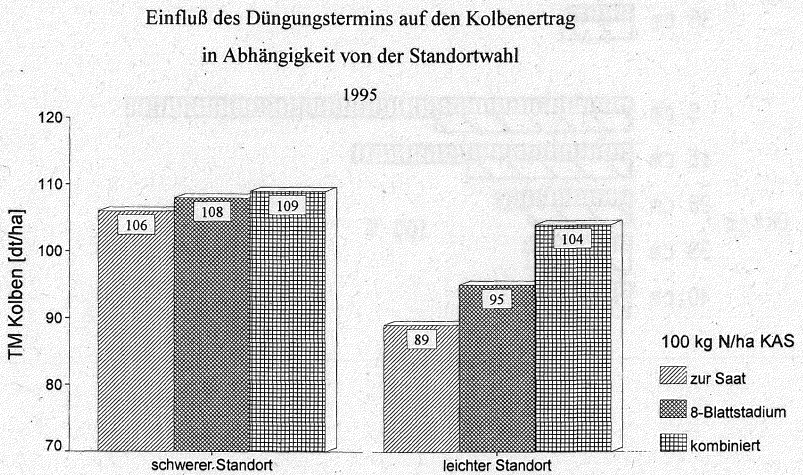


Abb. 6: Bedeutung des N-Düngungstermins auf den Kolbenertrag in Abhängigkeit der Standortbedingungen

Tab. 1: Bedeutung der N-Düngerverteilung für die Trockenmasseproduktion von Mais

Bedeutung der N-Düngerverteilung für die Trockenmasseproduktion bei Mais
(x 4 Jahre, 2 Orte)

| Düngerverteilung | D ü n g e r m e n g e | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------------|------|-------------|------|-------------|------|
| | 80 kg N/ha | | 120 kg N/ha | | 180 kg N/ha | |
| | dt/ha | rel. | dt/ha | rel. | dt/ha | rel. |
| A Saat 100% breit | 150 | 100 | 158 | 100 | 164 | 100 |
| ----- | | | | | | |
| B Saat 50% breit 20 cm 50% breit | 157 | 105 | 163 | 103 | 169 | 103 |
| ----- | | | | | | |
| C Saat 50% Reihe 20 cm 50% Reihe | 169 | 113 | 172 | 111 | 167 | 102 |
| ----- | | | | | | |
| D Saat 25% Reihe 20 cm 75% Reihe | 162 | 108 | 164 | 106 | 165 | 101 |
| ----- | | | | | | |
| E Saat 0% 20 cm 100% Reihe | 142 | 95 | 151 | 97 | 157 | 96 |

Gesamttrockenmasse bei 0 kg N/ha 126 dt/ha

7. Gülledüngung

Stickstoff liegt bei der Gülle in zwei Formen, als Ammonium-N und in organischer Bindung vor. Die Problematik der Stickstoffverluste aus der Gülle betrifft vor allem den Ammoniumstickstoff. Wird Ammonium-N nicht an die Tonminerale sorbiert, kommt es innerhalb weniger Stunden nach der Gülleausbringung zu sehr hohen N-Verlusten, die 50 % und mehr betragen können (Abb. 7). Die beste Möglichkeit der Vermeidung dieser Ammoniakverluste ist eine sofortige Gülleearbeitung. Eine sofortige, 2-4 cm tiefe Einarbeitung der Gülle führt zu einer vollständigen Vermeidung von Ammoniakverlusten (Abb. 8). Ammonium-N der Gülle wird aufgrund der hohen Bodentemperaturen im Frühjahr sehr rasch nitrifiziert und steht als Nitratstickstoff den Pflanzen zur Verfügung. Die Pflanzen sind aber auch in der Lage Ammonium-N direkt aufzunehmen.

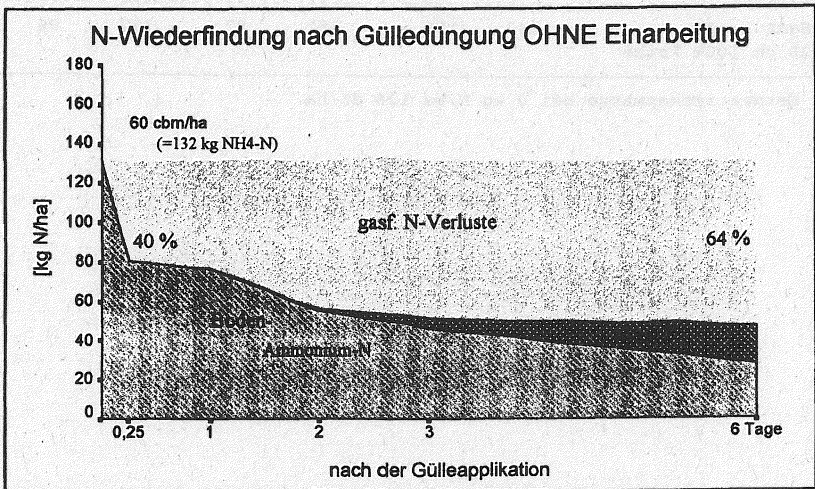


Abb. 7: Ammoniumverluste bei Gülleausbringung **ohne** Einarbeitung

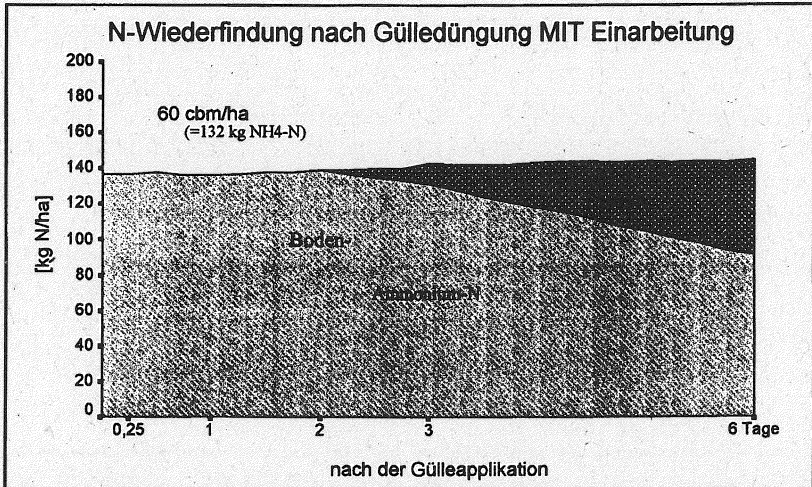
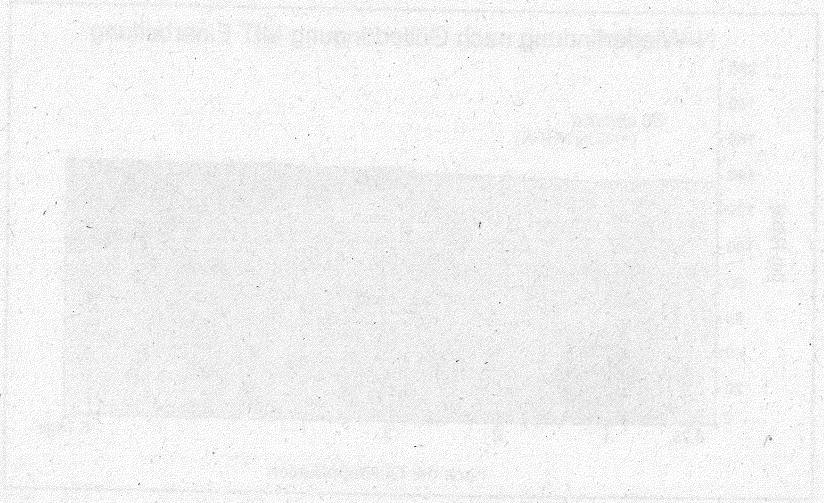


Abb. 8: Ammoniumverluste bei GÜlleausbringung mit Einarbeitung

8. Schlußbetrachtung

Mais richtig gedüngt ist eine wertvolle Pflanze, die Stickstoffbilanz im Rahmen der Fruchtfolge ausgeglichen zu gestalten.



...
...
...
...
...

Rationale Unkrautbekämpfung - Konzepte und Perspektiven

Karl Hurlé

1. Einleitung

Seit der Mensch Landbau betreibt, muß er sich mit Unkräutern auseinandersetzen und das wird so lange andauern, so lange Pflanzenproduktion in der Landschaft, in der Natur, stattfindet. Für „Unkraut“ gibt es verschiedene Definitionen, wie zum Beispiel „Pflanzen, die mehr schaden als nützen“ oder einfach „Pflanzen am falschen Ort“. Damit kommt die Schädlichkeit und Unerwünschtheit solcher Pflanzen zum Ausdruck. Das paßt auch gut in das vorherrschende Konzept der Unkrautbekämpfung und sowohl Landwirte als auch die, die sich kommerziell mit der Bekämpfung von Unkräutern beschäftigen, haben keine Schwierigkeiten diese Definitionen zu akzeptieren. Für sie ist, so könnte man meinen, das beste Unkraut das tote Unkraut. In zunehmendem Maße werden aber Unkräuter nicht mehr als Feinde, sondern als Organismen mit gleichen Rechten im großen Orchester der Ökologie betrachtet. Diejenigen, die diese Auffassung vertreten, haben vermutlich noch nie ein Stück Land mit dem Ziel bewirtschaftet, Kulturpflanzen zu produzieren. Trotzdem, es ist nicht zu übersehen, daß der Begriff „Unkraut“ im Wandel begriffen ist. Wir verbinden heute mit Unkraut nicht mehr nur Negatives und wir nähern uns damit der Definition von Emerson, der Unkraut als eine Pflanze definiert, „deren Vorteile noch nicht entdeckt worden sind“ (in BLATCHLEY 1912) [1]. Emerson war entweder ein weiser Mann oder einer, der sich nicht festlegen wollte. Inzwischen ist uns bewußt, daß Unkräuter auch positive Seiten haben: Sie sind Genressourcen, die wir vielleicht später noch brauchen werden, wir betrachten sie als Elemente, die die Einseitigkeit von Monokulturen mildern und wir schätzen ihren Beitrag zur Biodiversität im Agroökosystem, von der wir uns Vorteile erhoffen, wie zum Beispiel die Förderung von Nützlingen (WEISS und STETTNER 1991) [5]. Das klingt alles sehr gut, aber: Wie müssen wir dann mit dem Unkraut in Pflanzenbeständen umgehen, wenn wir ihre Vorteile nutzen wollen, wo sie doch gleichzeitig mit den Kulturpflanzen konkurrieren, Wirtspflanzen von Krankheitserregern und Schädlingen sind, die Ernte behindern usw.? Zur Zeit gelingt es uns kaum, die positiven Wirkungen zu nutzen. Außerdem wissen wir immer noch viel zu wenig über das positive Potential der verschiedenen Unkrautarten und vor allem: wir haben keine Möglichkeiten, die schlechten selektiv zu bekämpfen, um die guten, gerade in der richtigen Dichte und Verteilung im

Bestand zu belassen, in der sie mehr nutzen als schaden.

2. Konzepte in der Unkrautbekämpfung

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, welche Konzepte wir in der Unkrautbekämpfung verfolgen. Es sind im Prinzip nur zwei:

- **Das Konzept der Bekämpfung um jeden Preis**

Dieses Konzept hat das Ziel, die Verunkrautung so gering wie möglich zu halten, um einerseits Ertragseinbußen zu minimieren bzw. um überhaupt einen nennenswerten Ertrag zu erzielen und andererseits eine Zunahme der Verunkrautung zu vermeiden. Dieses Konzept wurde bis vor wenigen Jahrzehnten praktiziert, als noch keine effizienten Bekämpfungsverfahren zur Verfügung standen und ein großer Teil der Aktivität für die Unkrautbekämpfung aufgebracht werden mußte. Solche Verhältnisse herrschen heute noch in verschiedenen Entwicklungsländern, wo die Unkrautbekämpfung der begrenzende Faktor für die Größe der bewirtschafteten Fläche ist. Wenngleich die verwendeten Techniken primitive waren, so war doch das Konzept rational und hat die Gesetzmäßigkeiten der Populationsdynamik berücksichtigt. Am besten kommt dies in dem alten Sprichwort zum Ausdruck: „Läßt du ein Jahr das Unkraut stehen, mußt du sieben Jahre jäten gehen“. In jener Zeit war es rational saubere Felder anzustreben, auch wenn es mühsam und nicht immer vom gewünschten Erfolg gesegnet war.

- **Das Konzept der ökonomischen Schadensschwellen**

Dieses Konzept wurde eingeführt, als es möglich war, in allen wichtigen Kulturen das Unkraut effizient und preiswert zu bekämpfen. Es ist die Zeit, in der wir uns befinden; das gilt zumindest für die entwickelten Staaten. Die Anwendung dieses Konzepts wurde hauptsächlich durch die chemische Unkrautbekämpfung möglich. Ökonomische Schadensschwellen basieren auf der einfachen Überlegung, daß sich eine Bekämpfung nur lohnt, wenn die Kosten der Bekämpfung nicht höher sind, als der Verlust der entsteht, wenn nicht bekämpft wird. Inzwischen gibt es für die wichtigsten Unkrautarten und Kulturen solche Werte und sie werden laufend ergänzt. Das Konzept der ökonomischen Schadensschwellen unterscheidet sich vom ersten Konzept dadurch, daß Unkräuter bis zu einem gewissen Maß toleriert werden und, daß der Landwirt nicht zu befürchten braucht, daß er der verstärkten

Verunkrautung im nächsten Jahr nicht mehr Herr wird, wenn er in diesem Jahr keine Bekämpfung durchführt, weil der Schwellenwert nicht erreicht wird. Das heißt, daß das alte Sprichwort heute keine Gültigkeit mehr hat: man muß es nicht sieben Jahre büßen, wenn man nur ein Jahr in der Unkrautbekämpfung nachlässig ist. Voraussetzung sind jedoch effiziente und zuverlässige Bekämpfungsverfahren.

Die Einführung der ökonomischen Schadensschwellen war ein entscheidender Schritt in der Entwicklung rationaler Konzepte. Es erscheint aber konsequent, dieses Konzept um ökologische Aspekte zu erweitern (s. oben).

Das Konzept ökonomisch-ökologischer Schadensschwellen

Dieses Konzept ist wesentlich komplizierter und geht weit über die alleinige ökonomisch ausgerichtete Frage hinaus: Wieviele Unkräuter können wir tolerieren? Zusätzlich muß nun konsequenterweise die Frage gestellt werden: Wieviel Unkraut brauchen wir? Wir sind derzeit weit davon entfernt, hierauf eine sichere Antwort geben zu können und viele mögen sie als unnötig und provokativ erachten. Dem ist aber zu entgegen, daß in den letzten 40 Jahren ein deutlicher Artenrückgang in der Größenordnung von 20 bis 50 % in der Ackerunkrautflora zu beobachten ist und die Samenbank im Boden von früher ca. 30.000 auf ca. 1.000 bis 5.000 je m² zurückging (HURLE 1986) [2]. Die Ursachen dafür liegen in der Intensivierung der Produktionssysteme mit deutlich höherer Stickstoffdüngung, höheren Bestandesdichten usw., die dazu führten, daß nur noch sehr konkurrenzfähige Unkrautarten mithalten können. In zunehmendem Maße spielt dabei aber auch die in ihrer Effizienz und Zuverlässigkeit enorm verbesserte Unkrautbekämpfung eine Rolle. Es ist wahrscheinlich, daß sich diese Entwicklung fortsetzt, wobei in diesem Zusammenhang auch an den Einsatz nichtselektiver Herbizide in herbizidresistenten Kulturen zu denken ist, die wohl künftig auch bei uns eine Rolle spielen werden und möglicherweise den Trend zu weniger Unkraut forcieren. Es ist deshalb von großer Bedeutung, daß wir uns mit dem Unkraut als ökologischen Faktor auseinandersetzen. Bisher weiß niemand, wieviel Biodiversität auf dem Acker nötig ist, daß seine Ertragsfähigkeit gesichert bleibt. Ökologen empfehlen der Landwirtschaft eine größere Artenvielfalt, was jedoch mit der Produktion von Kulturpflanzen nur schwer in Einklang zu bringen ist. Die oben gestellte Frage - Wieviel Unkraut brauchen wir? - ist deshalb heute bereits keine marginale Frage mehr, sondern eine zunehmend wichtige und wir haben sie in der Bekämpfung der Unkräuter, zu berücksichtigen.

3. Realität und Zukunft

Ökonomisch-ökologische Schadensschwelen mögen zwar die Zukunft sein, die meisten Landwirte sind aber nicht bereit und in der Lage, das wesentlich einfachere Konzept der ökonomischen Schadensschwelen umzusetzen. Für Getreide existieren bereits seit ca. 20 Jahren Schwellenwerte, ihre Akzeptanz ist aber gering. Die Wissenschaft und die Beratung können es nicht verstehen, weshalb Schwellenwerte in der Unkrautbekämpfung nur so zögerlich von der Praxis angenommen werden. Die Landwirte führen als Argument die zeitaufwendigen Erhebungen, die vor einer Entscheidung durchgeführt werden müssen, ins Feld. Vermutlich sind es aber noch weitere und wie mir scheint wichtigere Gründe, die zur geringen Akzeptanz von Schwellenwerten in der Unkrautbekämpfung führen. Die wesentliche Ursache dürfte in der ungleichen Verteilung und den sehr wechselnden Dichten von Unkräutern in einem Feld liegen. Damit wird die Entscheidung, eine Bekämpfungsmaßnahme für das ganze Feld durchzuführen ganz wesentlich erschwert. Es wäre deshalb nur konsequent, die ungleiche Verteilung von Unkräutern zu berücksichtigen.

Es bieten sich hierzu zwei Verfahren an, die zur Zeit noch in der Entwicklung sind, aber bald Realität sein werden. Dies sind die Teilflächenbehandlung und die Bekämpfung mit automatischer Unkrauterkenennung (KLOEPFER et al. 1996, HURLE und KUNISCH 1997) [3, 4].

Die Teilflächenbehandlung ist ein nichtkontinuierliches Verfahren, bei dem die Unkrautnester zuerst lokalisiert und anschließend kartiert werden müssen. Mit Hilfe von DGPS (Differential Global Positioning System) und GIS (Geographic Information System) wird die räumliche Verteilung der Unkrautnester lokalisiert und dokumentiert. Schließlich wird mit Hilfe digitalisierter Karten die Bekämpfung durchgeführt. Diese Vorgehensweise ist sehr zeitaufwendig. Wenn aber die Unkrautverteilung ortstreu ist, dann können die Karten über mehrere Jahre für die Unkrautbekämpfung genutzt werden.

Die Bekämpfung mit automatischer Erkennung der Verunkrautung ist ein kontinuierliches Verfahren. Dabei wird die Verunkrautung mit optischen Sensoren detektiert. Die Sensoren arbeiten online mit der Spritze (oder einem anderen Gerät). Solche Geräte wurden in Australien und den USA entwickelt und werden dort bereits eingesetzt. Sie eignen sich für die Unkrautbekämpfung auf Brachland und zwischen den Reihen von Kulturen mit großen Reihenabständen (z. B. Baumwolle, Sojabohnen, Mais). Eine Bekämpfung erfolgt dabei nur noch dort wo nötig. Es ist anzunehmen, daß

dieses Verfahren weiterentwickelt wird und letztlich auch in Kulturen mit engen Reihenabständen eingesetzt werden kann.

Wenn es gelingt, derartige Verfahren in die Praxis einzuführen und wenn sie den Erwartungen entsprechen, dann wird das einen großen Fortschritt im Unkrautmanagement bedeuten. Damit ist noch nicht das Konzept der ökonomisch-ökologischen Schadensschwelle realisiert, doch wir befinden uns damit bereits in der Nähe davon und es wird von seiten der Unkrautbekämpfung ein wichtiger Beitrag zu dem geleistet, was man heute unter „precision agriculture“ versteht. Es wird damit erstmals nach der Handhacke möglich sein, gezielt nur dort einzugreifen, wo es auch wirklich nötig ist. Noch behandeln wir in der Unkrautbekämpfung, unabhängig ob mechanisch oder chemisch, eine sehr inhomogene Situation, sehr gleichmäßig und mit hoher Präzision. Das ist weder rational, noch ökonomisch.

4. Literatur

- [1] BLATCHLEY, W.S. (1912): The Indiana Weed Book. Nature Publishing Company, Indianapolis, Indiana, 1991.
- [2] HURLE, K. (1988). How to handle weeds? Biological and economic aspects. Ecological Bulletins 39, Copenhagen, p. 63-68.
- [3] KLOEPFER, F., KUNISCH, M. und K. HURLE (Herausgeber) (1996): Innovative Verfahren zur Unkrauterkenkung. Workshop des KTBL und der Universität Hohenheim am 26./27. Februar 1996. KTBL-Arbeitspapier 236. Landwirtschaftsverlag, Münster, 144 pp.
- [4] HURLE, K. und M. KUNISCH (1997): Sensor driven weed control - concepts and perspectives. Proceedings 10th EWRS Symposium. Poznan, Poland, p. 136-140.
- [5] WEISS, E. und Chr. STETTNER (1991): Unkräuter in der Agrarlandschaft locken blütenbesuchende Nutzinsekten an. Agrarökologie 1, 104 pp.

Mechanische Unkrautregulierung mit einem Reihenmulchgerät

Peter Nawroth

1. Einführung

Aus ökologischen Gründen ist eine Einsparung insbesondere an Herbiziden sinnvoll, da ihr Anteil an den eingesetzten chemischen Pflanzenschutzmittel ca. 60-80 % beträgt (HURLE 1994) [6]. Besonders bei Reihenkulturen ist der Einsatz von mechanischen Geräten zur Unkrautregulierung eine Alternative zur chemischen Unkrautbekämpfung. Die bisher verfügbaren Geräte, wie z. B. die Hackmaschine oder der Hackstriegel arbeiten mit ihren Werkzeugen im Boden und lösen somit das Unkraut aus dem Oberboden (Abb. 1).



Abb. 1: Hackstriegel im Einsatz (Nahaufnahme)

Auf erosionsgefährdeten Standorten kann jedoch die Lockerung des Oberbodens der Erosion durch Wasser Vorschub leisten, da die Maßnahmen zur Unkrautregulierung in der Zeit der häufigsten erosiven Niederschläge durchgeführt werden müssen (ROGLER und SCHWERTMANN 1981) [10]. Daher kann der Einsatz der dieser Geräte zur mechanischen Unkrautregulierung im Zwischenreihenbereich in erosionsgefährdeten Hanglagen zu erheblichen Erosionsschäden und Bodenabtrag führen (ESTLER 1990, ESTLER und KEES 1992) [2, 3] (Abb. 2).



Abb. 2: Erosionserscheinungen im Mais im Juni 1996 (Großenviecht bei Freising)

Um beiden Gesichtspunkten gerecht zu werden, ist eine mechanische Unkrautregulierung ohne Eingriff in das Bodengefüge anzustreben. Dieses neue Konzept der Unkrautregulierung hätte folgende Vorteile:

- Die natürlichen Bodenstruktur und Bodenschichtung bleibt erhalten.
- Das Wurzelsystem und die oberirdischen Pflanzenteile der Unkräuter und Ungräser bleiben erhalten und tragen als "Pflanzenmulch" zur Stabilisierung der Bodenoberfläche bei ("Konservierende Bodenbewirtschaftung").
- Verschlammung und Verkrustung der Bodenoberfläche und Bodenerosion können vermindert werden.
- Der Einsatz kann zum optimalen Zeitpunkt für die Unkrautregulierung erfolgen, da die Werkzeuge nicht im Boden arbeiten und der Regulierungserfolg in geringerem Maße von der Bodenfeuchte abhängig ist.
- Eine gezielte Regulierungswirkung auf mechanisch schwierig bekämpfbare Wurzelunkräuter ist möglich.
- Die Boden- und die bodennahe Fauna wird geschont.
- Die Artenvielfalt im Agrarökosystem wird vergrößert.

2. Zielstellung

Dieses neue Konzept der Unkrautregulierung kann dann erfolgreich angewendet werden, wenn die folgende Frage beantwortet werden kann:

Kann der Unkrautwuchs durch eine mechanische Unkrautregulierung, die nur die oberirdischen Pflanzenteile von Unkräutern und Ungräsern schädigt, so reguliert werden, daß er eine tolerierbare Konkurrenz zur Kulturpflanze darstellt?

d. h. z. B. für die Kultur Mais (*Zea mays* L.), daß nach LAUDIEN (1972) [7], KOCH und HURLE (1978) [4], STAAS-EBREGT (1979) [11] und KOCH und KEMMER (1980) [5] vom 2-Blatt-Stadium bis zum 10-Blatt-Stadium keine bzw. nur eine geringe Konkurrenz durch Unkräuter toleriert werden kann. Denn nur dann sind bei Mais (*Zea mays* L.) keine Ertrags- und Qualitätseinbußen zu befürchten.

3. Material und Methoden

3.1 Verwendete Gerätetechnik

Um die Frage klären zu können, wurde ein Reihen-Unkraut-Mulchgerät RWM (Row Weed Mulcher) als Versuchsgerät entwickelt und angefertigt (Abb. 3), da auf dem Markt keines erhältlich ist. Für einen erfolgreichen Einsatz sind von einem Reihen-Unkraut-Mulchgerät folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Eine wirkungsvolle und nachhaltige Schädigung der Unkräuter und Ungräser muß gewährleistet sein. Diese ist erreichbar durch Schaffung einer möglichst großen Wunde und durch das Einhalten einer Schnitthöhe von 20 mm über der Bodenoberfläche (NAWROTH und ESTLER 1996) [8].
- Für eine hohe Flächenleistung ist eine hohe mögliche Vorfahrtsgeschwindigkeit ($v \geq 6$ km/h) nötig.
- Das Reihen-Unkraut-Mulchgerät ist frontseitig am Schlepper anzubauen, damit die Unkräuter nicht bereits durch die Schlepperräder niedergedrückt werden, bevor sie abgeschleget werden.
- Die Werkzeuge müssen fremdkörperunempfindlich sein und einen geringen Verschleiß aufweisen.
- Das Arbeitsprinzip der Werkzeuge sollte die bodennahe Fauna schonen.
- Ein Reihen-Unkraut-Mulchgerät muß kostengünstig sein, damit die Kosten der Arbeitserledigung niedrig bleiben und keine hohen Fixkosten das Verfahren belasten.

Das Reihen-Unkraut-Mulchgerät RWM (Abb. 3) wurde als horizontal rotierender Schlegelmulcher konzipiert und ist in seinem Aufbau einem Sichelmessermäher oder -mulcher ähnlich. Der Vorteil des horizontal rotierenden Schlegelmulchers ist, daß fast die gesamte Baubreite der Arbeitsbreite entspricht. Ein vertikal rotierender Schlegelmulcher besitzt dagegen eine etwas größere Fremdkörperunempfindlichkeit, jedoch ist für den meist seitlich angeordneten Antrieb ein zusätzlicher Platzbedarf nötig. Deshalb ist die Arbeitsbreite dieser Geräte immer geringer als die Baubreite.

Der vertikale Antrieb des Schlegelrotors benötigt wenig Platz und ermöglicht einen hohen Rahmendurchgang. Somit ist der Einsatz bis zum Reihenschluß der Kulturpflanze, der bei Mais (*Zea mays L.*) mit einem Reihenabstand von 75 cm ab ca. 80 cm Wuchshöhe erfolgt, ohne große Blattverletzungen möglich.

Die exakte Einstellung und Einhaltung der Schnitthöhe von 20 mm über der mittleren Bodenoberfläche erfolgte durch die stufenlose Höhenverstellung über einen Spindeltrieb, die Tasträder und die Parallelogrammführung. In Abbildung 4 ist das Reihen-Unkraut-Mulchgerät RWM an einen Schlepper (Geräteträger) angebaut zu sehen. Das Versuchsgerät wurde 3-reihig angefertigt, um den Einfluß dieses neuen Konzepts der Unkrautregulierung auf den Ertrag anhand der zwei eingeschlossenen Kulturpflanzenreihen ermitteln zu können.

Als Schlegelrotor wurde ein Rotor mit vier gekröpften Flacheisen, die als abschleppende Werkzeuge fungierten, verwendet (Abb. 3 und 5). Für eine größere Verwindungssteifigkeit wurde die Form eines geschlossenen Bügels gewählt, da der Einsatz auch in Mulchsaatbeständen mit sehr festem Boden erfolgte. Die Rotordrehzahl des Schlegelrotors betrug 1500 1/min, dies entspricht einer Umfangsgeschwindigkeit von 43,2 m/s an der Werkzeugspitze bei einem Außendurchmesser des Rotors von 550 mm. Damit sind nach WIENEKE (1972) [12] die Bedingungen von mindestens 25 m/s für freien Schnitt ohne Gegenschneide erfüllt. Die Vorfahrtsgeschwindigkeit betrug bei allen Behandlungsvarianten 6 km/h. Bei der gegebenen Rotordrehzahl von 1500 1/min und der genannten Vorfahrtsgeschwindigkeit von 6 km/h erfolgte theoretisch alle 15 mm ein Schnitt.

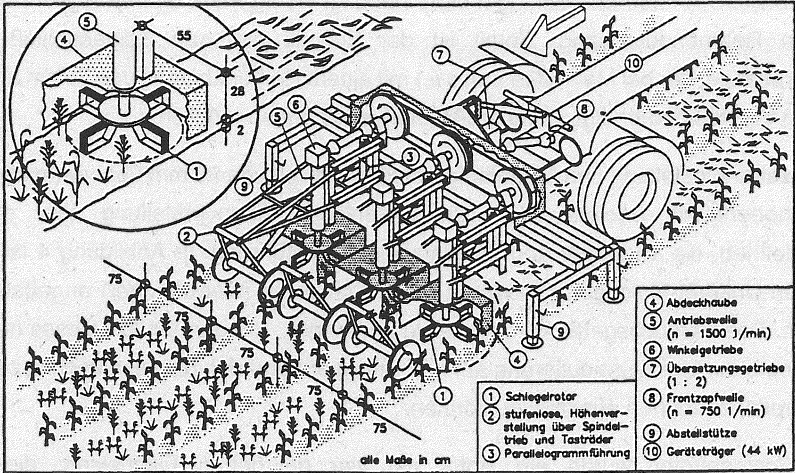


Abb. 3: Reihen-Unkraut-Mulchgerät RWM, Versuchsgerät

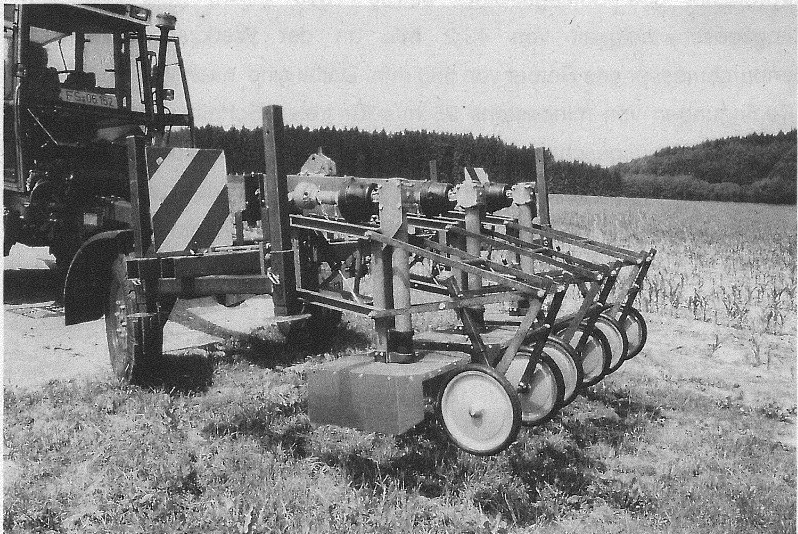


Abb. 4: Reihen-Unkraut-Mulchgerät RWM - Versuchsgerät für die Feldversuche im Mais

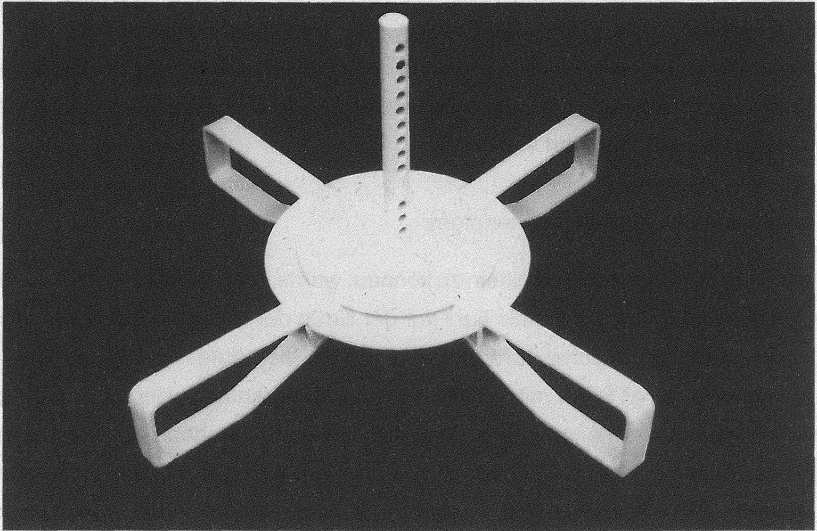


Abb. 5: Eingesetzter Schlegelrotor

3.2 Versuchsstandorte

Die Versuche wurden in Reihenkultur Mais auf vier verschiedenen Standorten in der Umgebung von Freising (Südbayern) durchgeführt. Die Versuchstandorte wurden so ausgewählt, daß verschiedenartige Unkrautspektren erfaßt wurden (Tab. 1).

3.3 Versuchsanlage

Da die Versuche auf Schlägen von Landwirten durchgeführt wurden, wurde als Anlageform eine einfaktorielle Blockanlage (BÄTZ et al. 1987) [1] mit vierfacher Wiederholung ausgewählt. Dabei wurden vier Varianten (Kontrolle, Herbizid, RWM 1x, RWM 2x) bezogen auf den Zwischenreihenbereich untersucht (Abb. 6). Die Bandspritzung erfolgte im 2-4 Blatt-Stadium des Maises bei 10-15 cm Wuchshöhe mit einer Bandbreite von 20 cm.

Das Reihenmulchgerät wurde einmal bzw. zweimal eingesetzt. Eine Versuchsvariante mit mehr als zwei Einsätzen wurde aus Gründen der verfügbaren Feldarbeitstage und aus ökonomischen Gesichtspunkten nicht in die Versuchsplanung aufgenommen. Die erste Behandlung fand im 4-6 Blatt-Stadium bei 20-40 cm Wuchshöhe und die zweite Behandlung im 6-10 Blatt-Stadium bei 40-80 cm Wuchshöhe je nach Standort statt.

3.4 Ermittlung des Regulierungserfolges

Um den Regulierungserfolg ermitteln zu können, wurde in wöchentlichem Abstand bis zum Reihenschluß und nochmals kurz vor der Ernte der Unkrautdeckungsgrad in % mit dem Göttinger Schätzrahmen (0,1 m²), die aufgewachsene Unkrautpflanzenmasse in gTS/m² mit einem Probennehmerahmen, der dem Göttinger Schätzrahmen (0,1 m²) angepaßt ist, und die Pflanzenwuchshöhe des Maises in cm bestimmt. Zudem wurde die Unkrautartenzusammensetzung erfaßt. Zur Ernte wurden 10 Kolben pro Parzelle entnommen, um den Einfluß der verschiedenen Unkrautregulierungsmaßnahmen auf den Kornertrag (dtTS/ha) feststellen zu können.

Tab. 1: Beschreibung der Versuchstandorte

| | Standort | | | |
|--|--|--|---|--|
| | Dürnast | Freising-Süd | Eittingermoos | Großenviecht |
| Ackerunkrautgesellschaft (nach OBERDORFER et al. 1983) [9] | Gem. Erdrrauch-Assoziation (Thlaspio-Fumarietum officinalis) Rasse von Stechendem Hohlzahn (Galoepsis tetrahit) | Gem. Erdrrauch-Assoziation (Thlaspio-Fumarietum officinalis) Rasse von Stechendem Hohlzahn (Galoepsis tetrahit) | Glanzehrenpreis-Assoziation (Thlaspio-Veronicetum politae) Fazies: zurückgebogener Amaranth (Amaranthus retroflexus) | Kleinblütige Franzosenkraut-Assoziation (Setario-Galinsogetum parviflorae) Fazies: Hühnerhirse (Echinochloa crus-galli) |
| Leitunkräuter | ATXPA, CHESS, KKKGY, POAAN, RUMOB | AGRRE, CHEAL, GALAP, GALTE, PLAME, VERSS | AMARE, CAPBP, CHEAL, ECHCR, GASPA, STEME | CHEAL, ECHCR, GASPA, VIOAR |
| Bodentyp | Parabraunerde aus Lößlehm | Braunerde über Kalkschotter | Niedermoor auf Kalkschotter | Parabraunerde aus Löß |
| Bodenart | sL | sL | Mo/IS | suL |

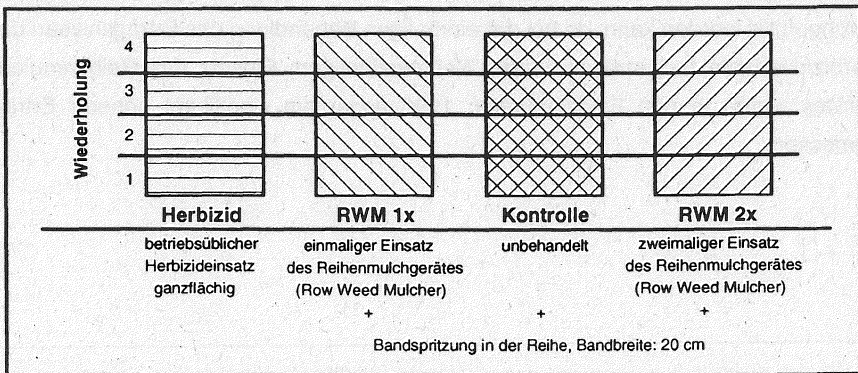


Abb. 6: Versuchsanlage der Feldversuche 1996

4. Ergebnisse der Feldversuche

In den Feldversuchen 1996 im Mais konnte der Unkrautdeckungsgrad durch die Behandlung mit dem Reihenunkrautmulcher um 60 bis 95 % reduziert werden, jedoch nicht unter 10 %. Er lag meist bei 10 bis 20 % nach der Behandlung. Die aufgewachsene Unkrautmasse konnte um 60 bis 90 % gesenkt werden, d. h. von anfangs 30-400 gTS/m² auf 7-45 gTS/m² reduziert werden. Hinsichtlich der erreichten Wuchshöhe des Maises unterschieden sich nur die Varianten Kontrolle und RWM 1x von der Herbizidvariante. Die Kontrolle war um 20-30 cm und die Variante RWM 1x um 10-15 cm kleiner geblieben.

In Abbildung 7 bis 10 soll anhand zweier Versuchsstandorte ein Bild vom Regulierungserfolg vermittelt werden. Die Abbildung 11 zeigt, wie eine optimal mechanisch geschädigte Unkrautpflanze aussieht, damit die Regenerationsfähigkeit sehr stark eingeschränkt wird. Im Bild ist der aufgespleiste Stengel eines Weißen Gänsefußes (*Chenopodium album L.*) nach Einsatz des Schlegelrotors bei einer theoretischen Schnitthöhe von 20 mm zu sehen.

Die Ergebnisse der Feldversuche werden exemplarisch anhand des erzielten Kornertrags (dtTS/ha) dargestellt (Abb. 12 und 13), da das neue Verfahren der Unkrautbekämpfung nur dann Akzeptanz finden wird, wenn ein annähernd gleicher Ertrag erzielt werden kann. Die Abbildungen 12 und 13 zeigen, daß die Unkrautregulierung im Zwischenreihenbereich mit einem Reihenmulchgerät erfolgreich durchgeführt werden kann, da bei der einmaligen Behandlung das Ertragsniveau der Herbizidvariante fast erreicht wurde. Bei zweimaligem Einsatz des Reihenmulchgerätes wurde in den Feldversuchen 1996 sogar ein signifikant höherer Ertrag gemessen.



Abb. 7: Standort Freising-Süd, vor der Behandlung mit einem Reihenmulchgerät

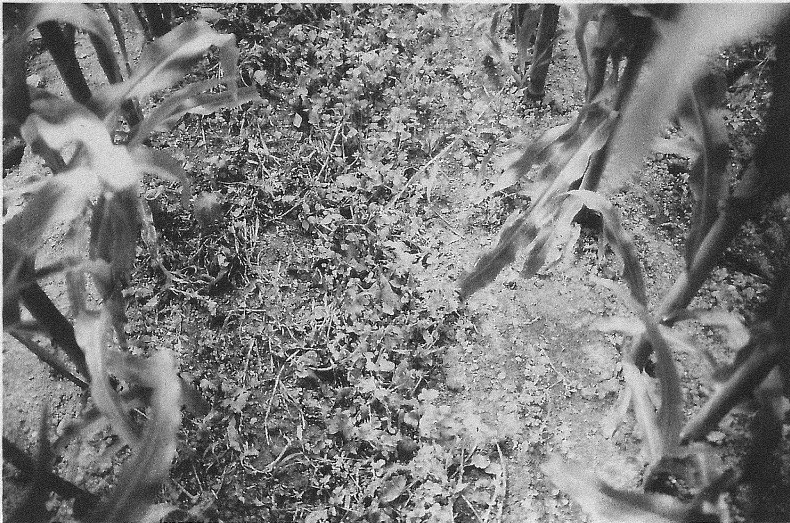


Abb. 8: Standort: Freising-Süd, nach der Behandlung mit einem Reihenmulchgerät



Abb. 9: Standort Dürnast (Mulchsaatfläche), vor der Behandlung mit einem Reihenmulchgerät



Abb. 10: Standort Dürnast (Mulchsaatfläche), nach der Behandlung mit einem Reihenmulchgerät

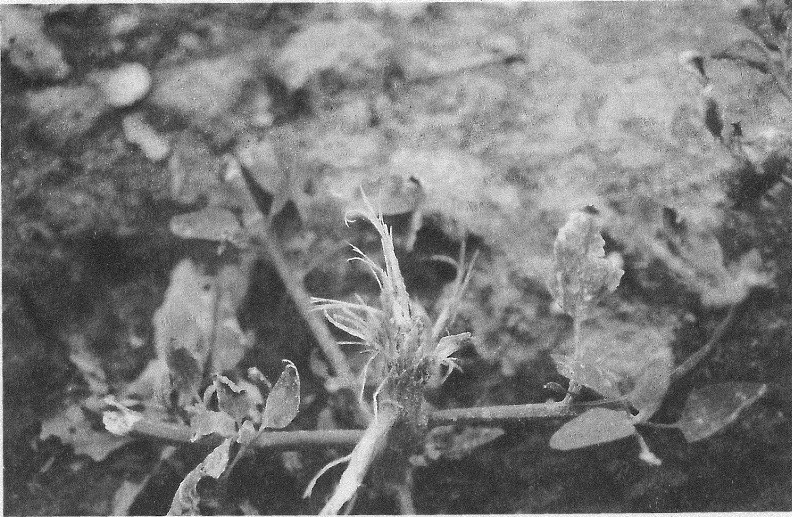


Abb. 11: Aufgespleisterer Stengel des Weißen Gänsefußes (*Chenopodium album* L.), optimales Ergebnis mit Abschlegeln in 20 mm Höhe über der Bodenoberfläche

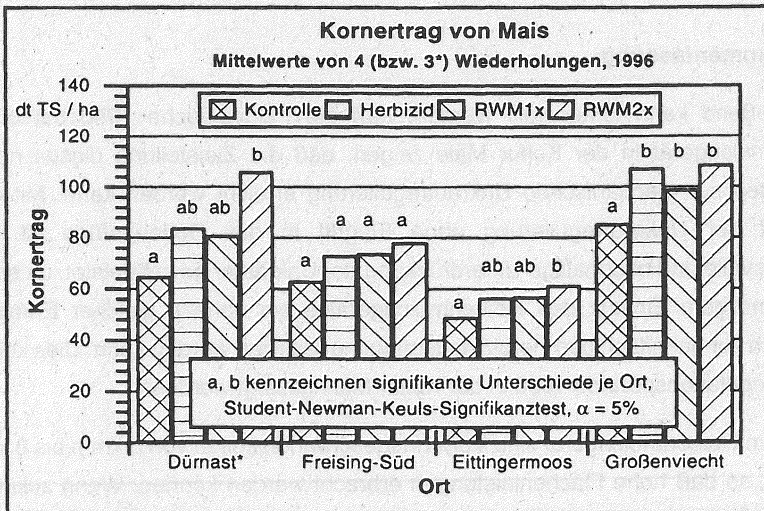


Abb. 12: Kornertrag von Mais (dtTS/ha) je Standort

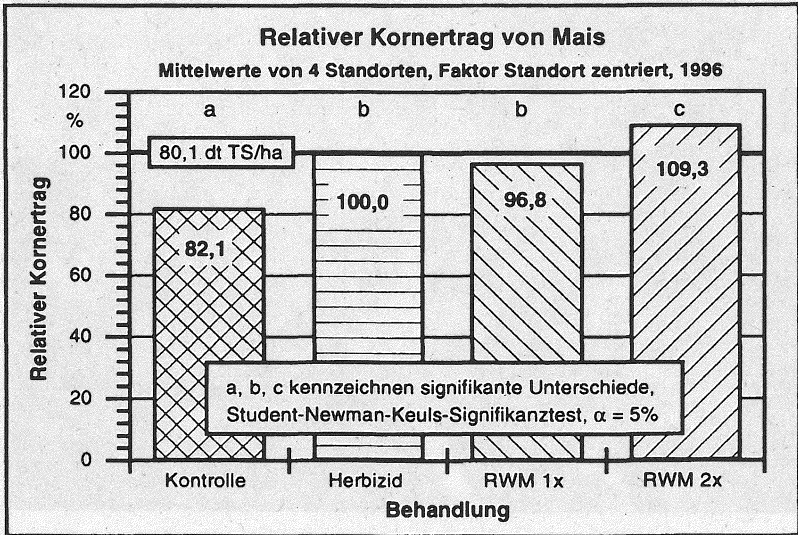


Abb. 13: Relativer Kornertrag von Mais (%), Faktor Standort zentriert

5. Zusammenfassung

Abschließend kann festgestellt werden, daß die Feldversuche 1996 mit einem Reihenmulchgerät in der Kultur Mais zeigen, daß die Zielstellung dieses neuen Konzeptes zur mechanischen Unkrautregulierung erreicht werden kann. Mit dem Konzept der Unkrautregulierung ohne Eingriff in das Bodengefüge ist eine wirkungsvolle und nachhaltige Unterdrückung der Unkräuter gewährleistet, da schon bei einmaligem Einsatz des Reihenmulchgerätes ein nahezu gleicher Ertrag im Vergleich zur ganzflächigen Herbizidausbringung realisiert werden kann. Dies konnte in der Vegetationsperiode 1996 in der Kultur Mais gezeigt werden.

Mit einem Reihenmulchgerät sind Vorfahrtsgeschwindigkeiten von 6 km/h bis 8 km/h möglich, so daß hohe Flächenleistungen erbracht werden können. Wenn zukünftig berührungslose, automatische Reihenführungen verfügbar sind, können auch Vorfahrtsgeschwindigkeiten von mehr als 8 km/h erreicht werden.

Der nötige Herbizidaufwand kann z. B. in der Kultur Mais auf 27 % gesenkt werden. Dies entspricht einer möglichen Herbizideinsparung von 73 %.

Der Einsatz eines Reihenmulchgerätes dient insbesondere bei Reihenkulturen, die auf erosionsgefährdeten Standorten angebaut werden, der Verminderung von Bodenerosion und Verschlammung, da der Oberboden durch die Unkrautwurzeln festgehalten und durch den Unkrautmulch bedeckt wird. Somit stellt die Unkrautregulierung mit einem Reihenmulchgerät eine mögliche mechanische Alternative für Mulchsaatbestände dar, die bisher für die Unkrautregulierung ganzflächig mit Herbiziden behandelt werden.

6. Literatur

- [1] • BÄTZ et al. (1987): Einführung in die Methodik des Feldversuchs. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 2. Aufl.
- [2] ESTLER, M. (1990): Landtechnische Maßnahmen zur Verminderung der Bodenerosion beim Anbau von Reihenfrüchten in Hanglagen. -BayStMELF (Hrsg.), "Gelbes Heft" Nr. 31.
- [3] ESTLER, M. und H. KEES (1992): Mechanische Verfahren mit und ohne Bandspritzung. - Agrar-Übersicht 43, Heft 4, S. 26-29.
- [4] • KOCH, W. und K. HURLE (1978): Grundlagen der Unkrautbekämpfung. Stuttgart: Ulmer-Verlag, UTB 513.
- [5] KOCH, W. und A. KEMMER (1980): Schadwirkung von Unkräutern gegenüber Mais in Abhängigkeit von Konkurrenzdauer und Unkrautdichte. Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversität Gent, Band 45, S. 1099-1108.
- [6] HURLE, K. (1994): Unkraut und Unkrautbekämpfung - veränderte Perspektiven. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XIV, S. 17-22.
- [7] LAUDIEN, H. (1972): Beiträge zur Biologie, Ökologie, wirtschaftlichen Bedeutung und Verbreitung der Schadhirsens. Diss. Universität Hohenheim.

- [8] NAWROTH, P. und M. ESTLER (1996): Mechanische Unkrautregulierung ohne Eingriff in das Bodengefüge - Gerätetechnik, Prüfstandsversuche, Ergebnisse - . Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Sonderheft XV, S. 423-430.
- [9] • OBERDORFER et al. (1983): Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil III, Stuttgart, Fischer Verlag, 2. Aufl.
- [10] ROGLER, H. und U. SCHWERTMANN (1981): Erosivität der Niederschläge und Isoerodentkarte Bayerns. Zeitschrift für Kulturtechnik - Flurbereinigung, Band 22, S. 99-112.
- [11] STAAS-EBREGT, E. M. (1979): Unkrautbekämpfung in Mais unter Berücksichtigung der Unkrautkonkurrenz. Proc. EWRS-Symposium, S. 784-794.
- [12] • WIENEKE, F. (1972): Verfahrenstechnik der Halmfutterproduktion. Göttingen, 607 S.

Bücher sind mit einem Punkt • gekennzeichnet.

Dank

Für die finanzielle Unterstützung danke ich der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Zudem bedanke ich mich bei den beteiligten Landwirten für die Bereitstellung der Versuchsflächen.

Printed and Published by the Government of India

Ernte- und Lagerungstechnik

Ernteverfahren zu Körnermais und CCM

Ludwig Caspers

1. Einleitung

Die Maschine zur Ernte von Körnermais und CCM ist heute der Mähdrescher und wird es auch im Jahr 2000 sein. (Abb. 1)



Abb. 1: Mähdrescher im Maiseinsatz

Als Universalerntemaschine für Körnerfrüchte sind moderne Mähdrescher so konzipiert, daß die Anpassung an die besonderen Eigenschaften der unterschiedlichen Früchte bezüglich Pflanzenwuchs, Fruchtstand und Korngröße durch serienmäßige Einstellmöglichkeiten und Austausch von Funktionselementen erfolgt.

Bei der neuen CLAAS LEXION-Reihe kann diese Einstellung automatisch für 24 Fruchtarten nach werksseitiger Vorgabe oder zusätzlich durch eigene Erfahrungswerte auf die örtlichen Gegebenheiten erfolgen. Dieses Auto Crop Adjust (Abb. 2) umfaßt folgende Einstellfunktionen:

- Korbabstand
- Trommeldrehzahl
- Öffnung Ober- und Untersieb
- Gebläsedrehzahl
- Sensibilität der Durchsatzkontrolle

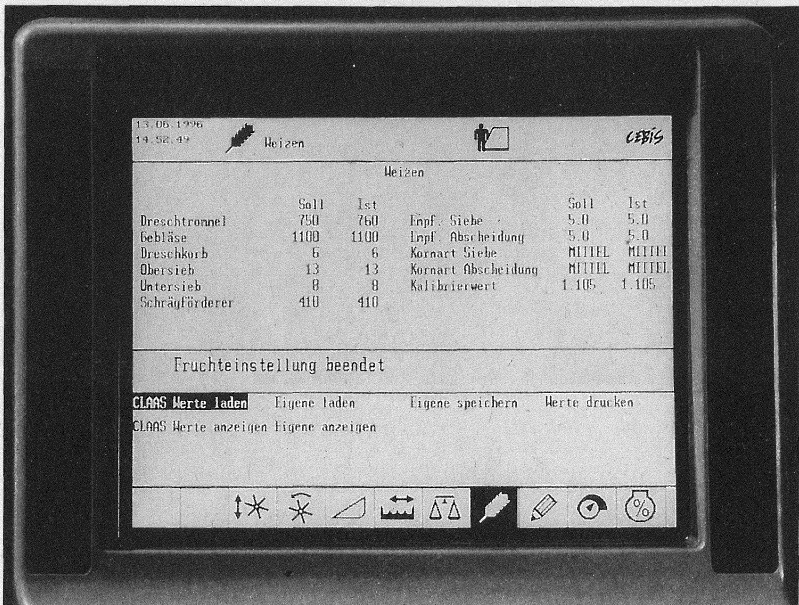


Abb. 2: CEBS-Bildschirm mit Fruchteinstellung

2. Maispflücker

Für die Maisernte dient als Aufnahmeorgan der Maispflücker (Abb. 3). Die Maispflücker arbeiten heute alle nach dem gleichen Prinzip mit Reißwalzen, die den Stengel nach unten ziehen, wobei die Kolben auf den Pflückplatten abgerissen und von Förderketten in die Maschine transportiert werden.

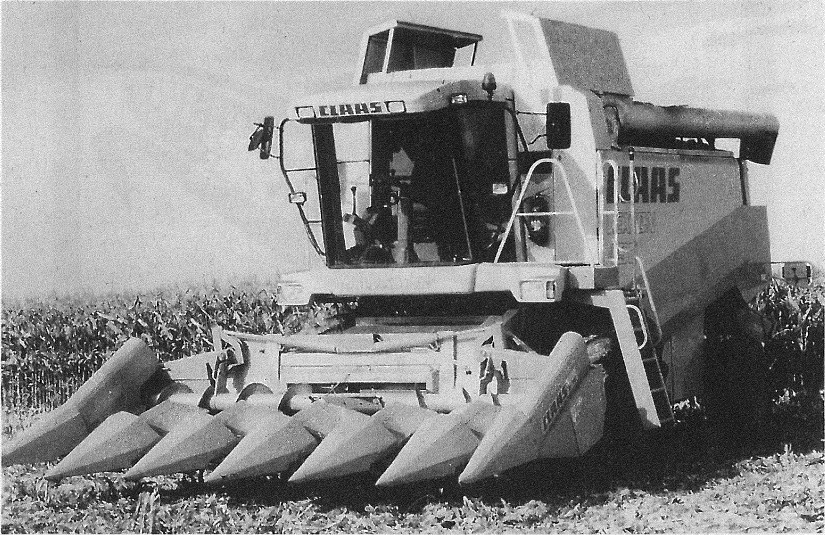


Abb. 3: CLAAS-Multimaster an LEXION-Mähdrescher

Die Reißwalzen sind entweder mit Kanten bestückt, die auf Lücke gegeneinander arbeiten und durch Quetschen und Knicken des Stengels Reib- und Formschluß bewirken (Abb. 4) oder mit gegenüberliegenden scharfen Kanten, die den Stengel zusätzlich anschneiden (Abb. 5).

Über die Reihenzahl werden die Pflücker wachsenden Maschinenkapazitäten angepaßt. Lange Zeit waren 4-reihige Pflücker Standard, mit denen die zulässige Straßentransportbreite von 3 m eingehalten werden konnte. Mit wachsenden Reifenbreiten, die im nassen Herbst die Manövrierfähigkeit sicherstellen, mußten die Reihenzahlen auf 5 erhöht werden, um genügend Abstand zu stehenden Maisreihen zu gewährleisten.

Bessere Anpassung an paarig arbeitende Legegeräte bieten 6-reihige Pflücker. Da diese Pflücker aber für den Straßenverkehr abgebaut werden müssen, ergab sich die Forderung, den Vorsatz durch Einklappen der äußeren Einheiten in die 3m-Grenze zu bringen. Abbildung 6 zeigt den LEXION-Mähdrescher mit angebautem klappbarem CLAAS-Multimaster im Straßenverkehr.

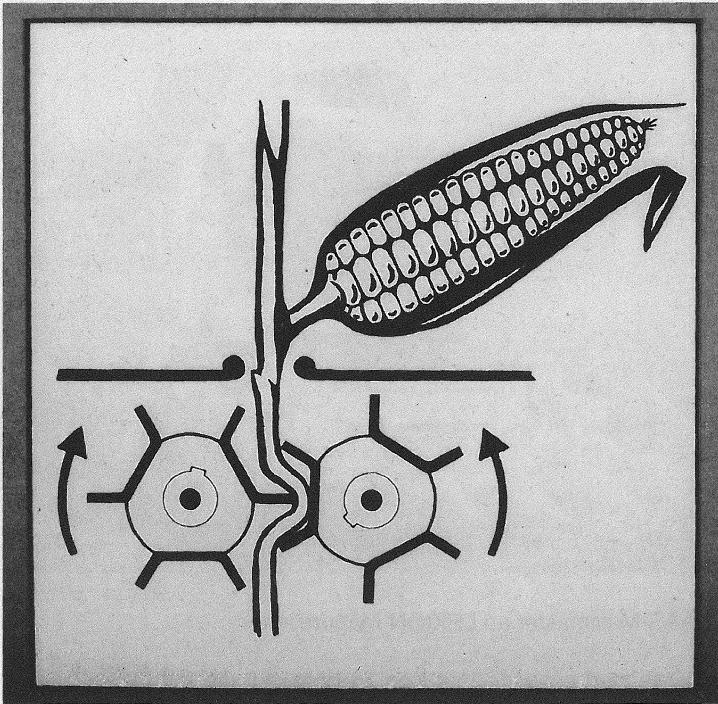


Abb. 4: Prinzip Reißwalzen-Pflücker

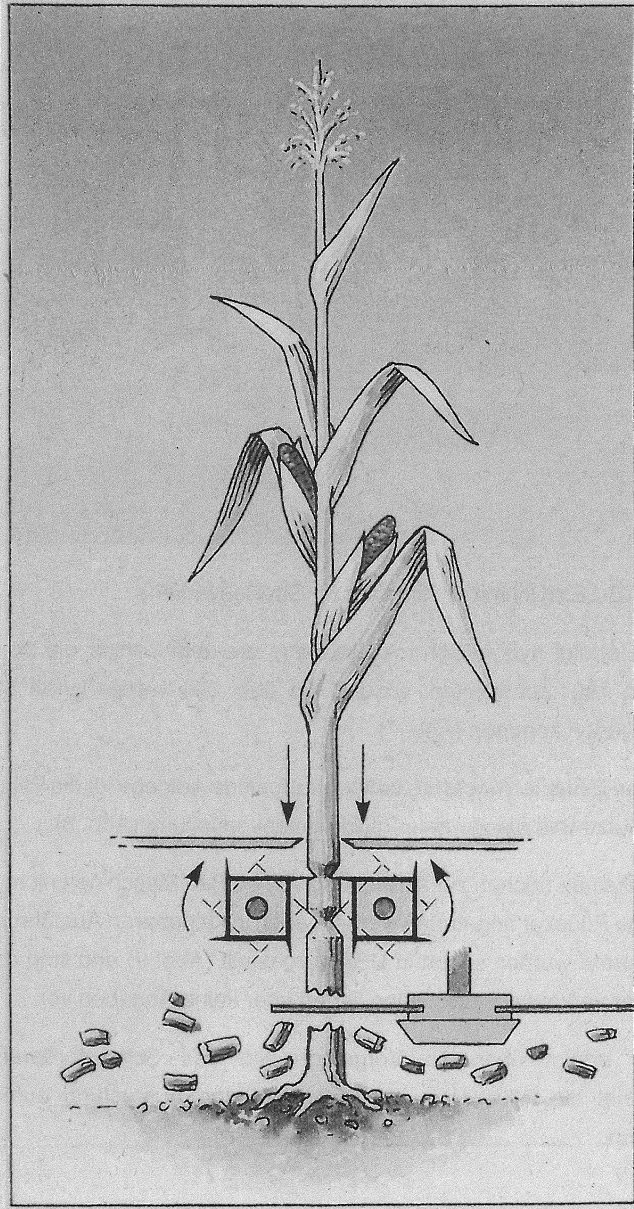


Abb. 5: Reißwalzen mit Schneidkanten

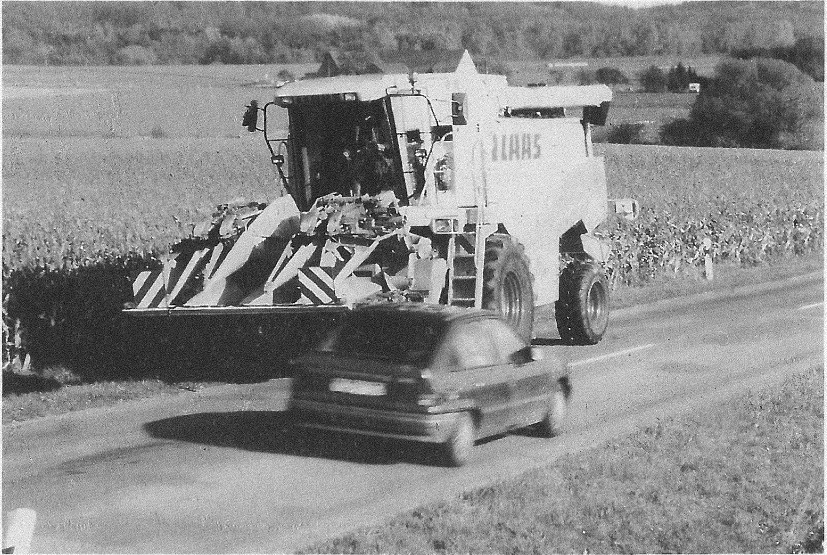


Abb. 6: CLAAS-LEXION mit Multimaster im Straßenverkehr

Das Klappen erfolgt hydraulisch mit Zylindern, die über Lenker die zu klappenden Einheiten um 180° schwenken, so daß sie über das feststehende Mittelteil des Pflückers zu liegen kommen (Abb. 7).

Die geklappten Einheiten haben selbsttätig kuppelnde Antriebe für die Pflückeinheiten, die Einzugswalze und die zentrale Pflückplattenverstellung (Abb. 8).

Aber auch 6 Reihen reichen zur Auslastung von großen Maschinen nicht aus, so daß dafür 8-reihige Pflücker angeboten werden, auch in klappbaren Ausführungen. Sogar 12-reihige Geräte wurden schon in USA vorgestellt (Abb. 9) und sind dort heute im Angebot. Über verkaufte Stückzahlen liegen aber keine Angaben vor.

Der Antrieb erfolgt über die Vorgelegewelle des Schrägförderers, der als Universal-Kanal die Pflücker in der serienmäßigen Ausrüstung aufnehmen und antreiben kann.

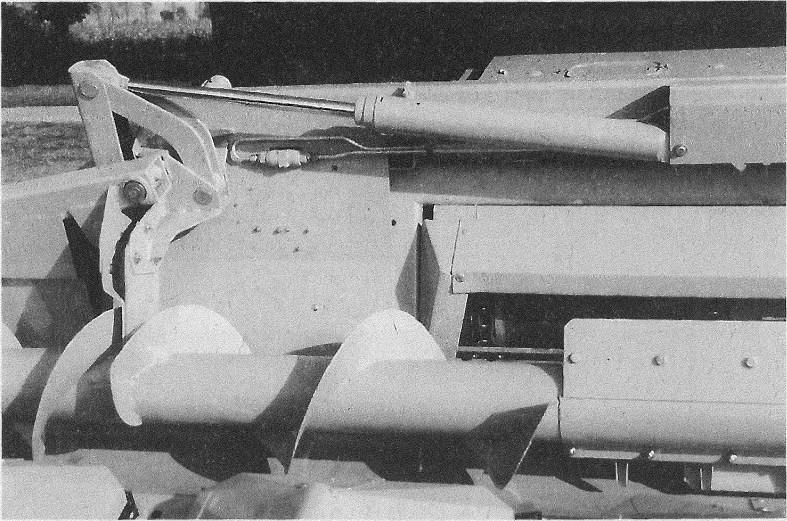


Abb. 7: Klappzylinder und Lenker am Multimaster

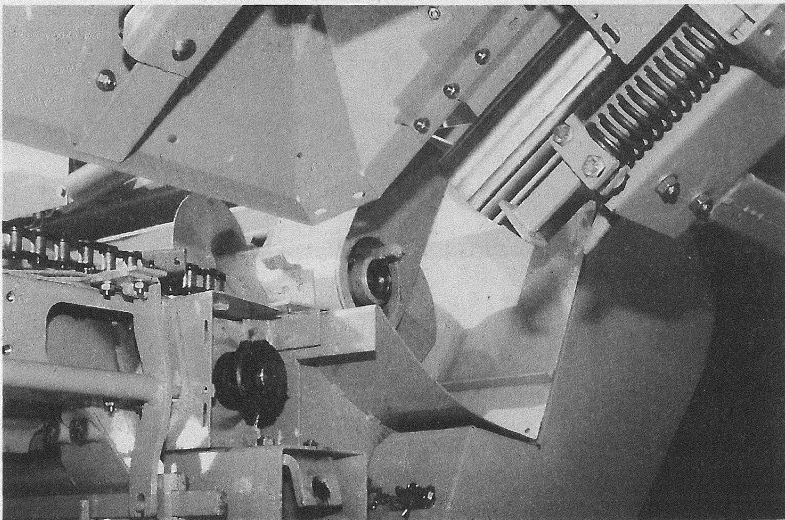


Abb. 8: Klappstelle mit offenen Kuppelstellen

Die neue LEXION-Reihe kann wahlweise mit Variator für Maispflückerantrieb ausgerüstet werden. Damit kann die Pflückgeschwindigkeit an die Fahrgeschwindigkeit nach unten bei schwierigen Verhältnissen wie brüchigen Stengeln oder Lagermais und vor allem nach oben angepaßt werden, um das Leistungspotential des Mähdreschers optimal zu nutzen.

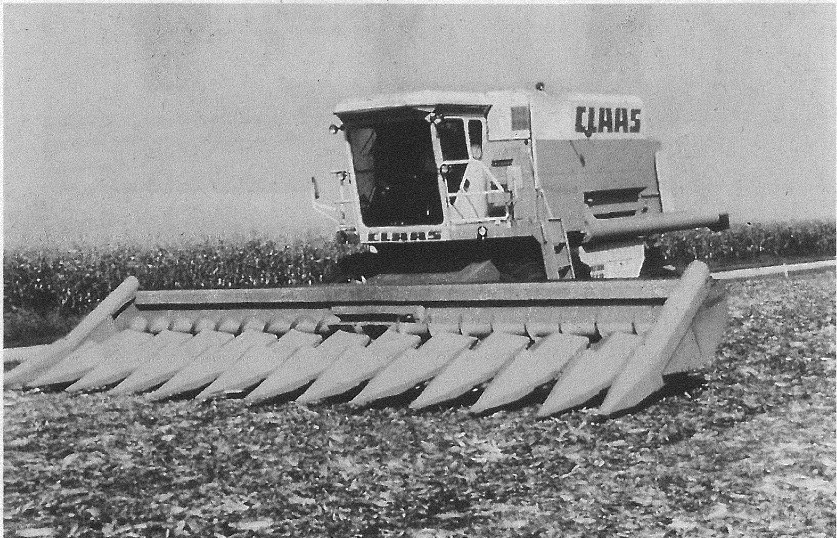


Abb. 9: Maispflücker 12-reihig

2. Stengelzerkleinerer

Für die nachfolgende Bestellung müssen die Stengel vom Boden getrennt und zerkleinert werden. Dazu werden Schneid- und Häckseinheiten mit dem Pflücker kombiniert, die nach unterschiedlichen Prinzipien arbeiten:

- a. Schlegelhäcksler mit horizontaler Welle, wie im CLAAS Hinter-Pflücker-Häcksler HPH-G (Abb. 10).



Abb. 10: Hinterpflücker-Häcksler CLAAS-HPH-G

Dieses Gerät hebt auch am Boden liegende Stengel an, die vom Pflücker nicht erfasst wurden. Durch die unabhängige Höhenführung kann die Stoppelhöhe den Wachstums- und Bodenverhältnissen bei wechselnden Pflückhöhen angepaßt werden.

- b. Zerkleinerungseinheiten mit vertikaler Welle können unter (Abb. 11a) oder hinter (Abb. 11b) den Pflückerheiten angeordnet sein. Wenn der Antrieb einzeln über die Einheit erfolgt, können die Zerkleinerer auch bei klappbaren Pflückern verwendet werden.
- c. Kombinierte Pflück- und Schneidwalzen, wie sie in Geringhoff PC- und CLAAS Multimaster-Pflückern verwirklicht sind, schneiden die Stengel beim Durchziehen mit Messern, die in Ringnuten der Reißwalzen eintauchen (Abb. 12).

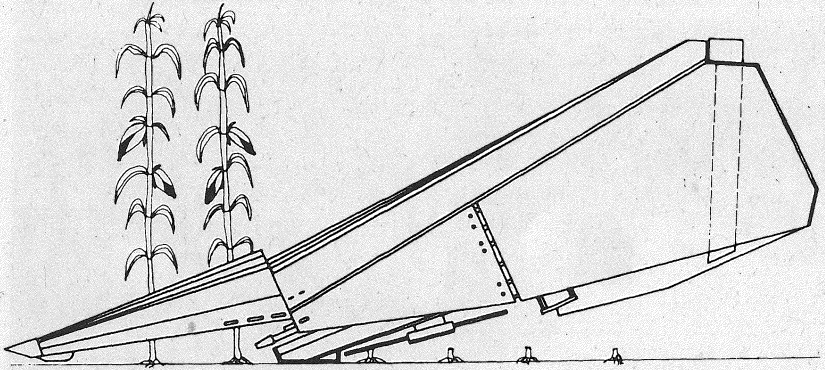


Abb. 11a: Stengelzerkleinerer unter Pflückerinheit

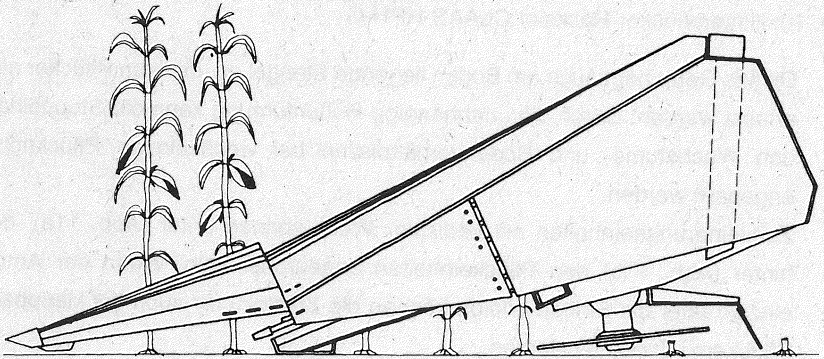


Abb. 11b: Stengelzerkleinerer hinter Pflückerinheit

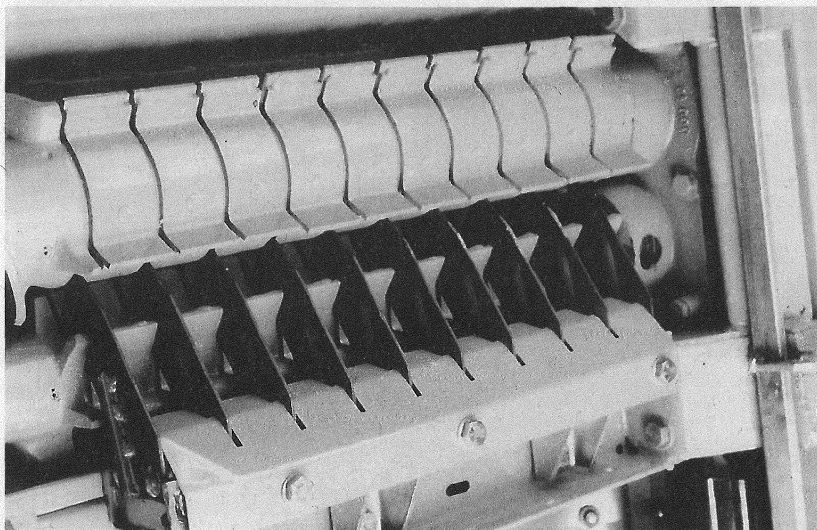


Abb. 12: CLAAS-Multimaster-Einheit von unten

Eine Weiterentwicklung dieses Systems bildet Geringhoff Rota Disc, wo die Messer als rotierende, angetriebene Schneidscheiben mit den beiden bekannten Walzen zusammenarbeiten (Abb. 13).

Da zusätzliche Antriebe fehlen, eignet sich dieses Prinzip besonders für klappbare Vorsätze, wofür es auch entwickelt wurde.

4. Dreschtrommel

Die Dreschtrommel wird mit Abdeckblechen geschlossen (Abb. 14). Dadurch wird verhindert, daß die Kolben unausgedroschen in der offenen Trommel gefördert werden.

Der Dreschkorb muß der Korngröße angepaßt werden. Bei CLAAS geschieht dies bei den klassischen Dreschwerken durch einfachen Austausch der Einsätze des Multicrop-Korbes. Beim APS-System der MEGA- und LEXION-Reihe, deren Hauptkörbe Universalochungen haben, werden sogar nur die Vorkorbeinsätze gewechselt (Abb. 15).

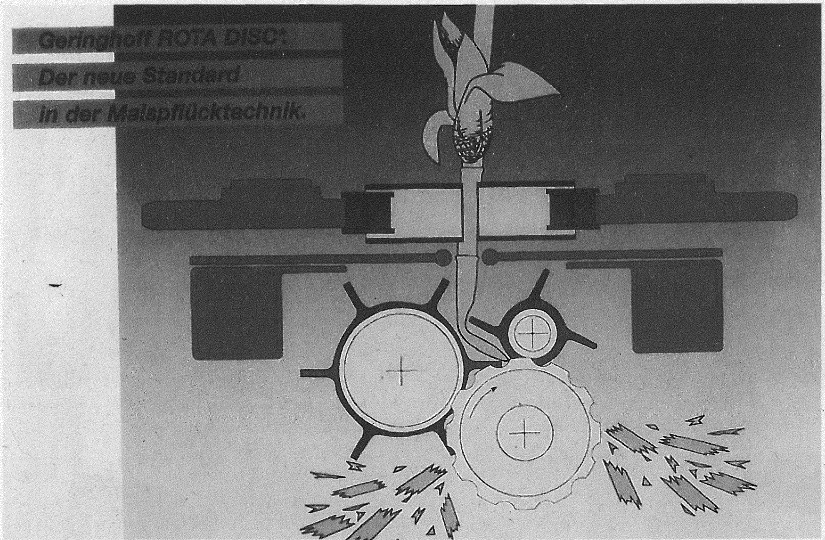


Abb. 13: Geringhoff Rota Disc

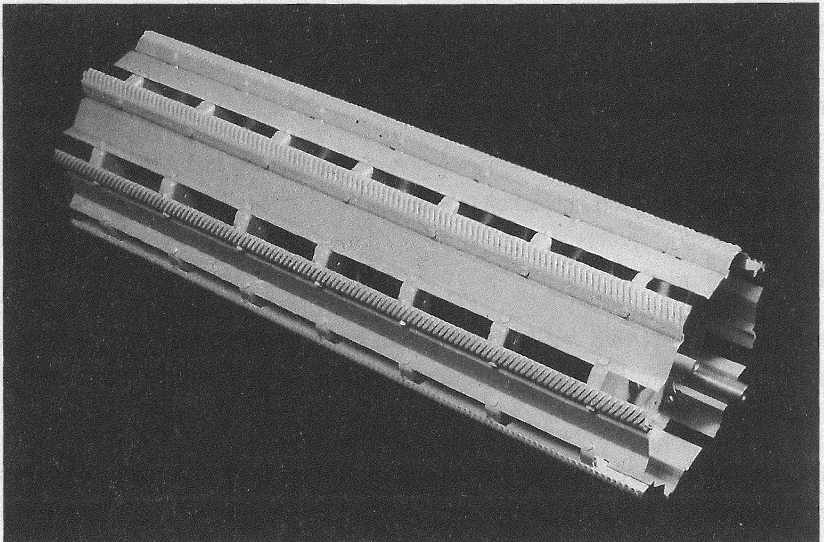


Abb. 14: Dreschtrommel mit Abdeckblechen



Abb. 15: Vorkorb-Wechsel

Durch das 2-Stufen-Planeten-Getriebe kann die Dreschtrommel-Umfangsgeschwindigkeit bis auf 7 bzw. 5 m/s bei der LEXION-Reihe geregelt werden.

Bei MEGA-Maschinen werden die Beschleunigertrommel und bei der LEXION-Reihe zusätzlich die Wendetrommel synchron geregelt.

5. Reinigung

Die Standard-Lamellensiebe werden auch für Körnermais beibehalten. Nur bei nassem, unreifem Mais, wie er in schlechten Jahren immer mal vorkommen kann, können Plansiebe wegen der leichteren Säuberung hilfreich sein.

6. CCM

Das für Körnermais gesagte gilt weitgehend auch für CCM. Je nach Reifezustand und gewünschtem Spindelanteil werden weitere CCM-Sonderausrüstungen erforderlich (Tab. 1).

Tab. 1: CCM (Corn-Cob-Mix)-Ausrüstungsübersicht LEXION

| Spindelanteil | bis ca. 30 % | größer ca. 30% |
|-----------------|--|--|
| Kornfeuchte | | |
| bis ca. 35% | Multicrop-Ausrüstung Mais und (Schüttler)- und Sieb- einrichtung CCM | Multicrop-Ausrüstung Mais und CCM-Zusatzausrüstung und Schüttler- und Sieb- einrichtung CCM |
| größer ca. 35 % | Multicrop-Ausrüstung Mais und CCM-Zusatzausrüstung und (Schüttler)- und Sieb- einrichtung CCM | Multicrop-Ausrüstung Mais und CCM-Zusatzausrüstung und Schüttler- und Sieb- einrichtung CCM |

Multicrop-Ausrüstung Mais:

- 3 Vorkorbsegmente für Mais
- Leitblech am Vorkorbeingang

CCM-Zusatzausrüstung:

- 4 Trommelleisten CCM
- 4 Trommelabdeckbleche Mais
- 1 Rundstabkorb als Hauptkorb

Schüttler- und Siebeinrichtung CCM:

- Nasensieb und Siebverlängerung
- Schüttlerkit mit Reitern

Die Schüttler- und Siebeinrichtung für CCM besteht aus Nasensieben und Verlängerung und Schüttlerreitern und Belägen (Abb. 16).

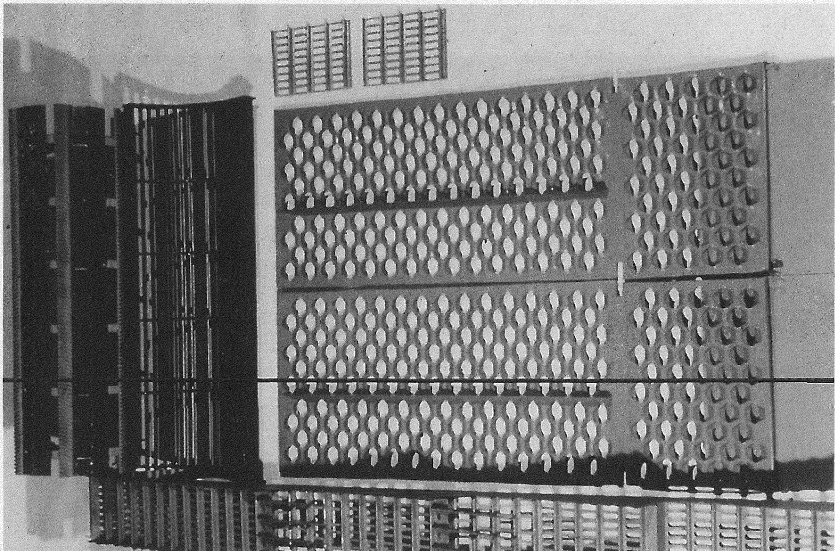
Die Nasensiebe werden zur Abscheidung der Spindelstücke in der Reinigung gebraucht, während bei einer Schüttlerstufe der Belag aufgeschnitten wird, um Spindelstücke durchzulassen, und zur Stengelförderung darüber Reiter montiert

werden. Die Beläge dienen zum nachträglichen Verschließen der vergrößerten Löcher für die Getreideernte.

Die CCM-Zusatzausrüstung enthält Trommelleisten, die zur Hälfte die normalen Maisabdeckbleche ersetzen und einen Rundstabkorb als Hauptdreschkorb (Abb. 17).

Die CCM-Leisten bieten weitere Arbeitskanten zwischen den Schlagleisten, wodurch eine bessere Abtrennung der Lieschblätter von der Spindel erfolgt. Zum gleichen Zweck dient der Rundstabkorb, der außerdem sich bei dieser Trennarbeit nicht mit Lieschen zusetzt (Abb. 18).

Zu diesen Empfehlungen sind natürlich je nach Reifegrad und dem Anteil CCM an der gesamten Maisernte Kompromisse in der Ausrüstung möglich.



A

bb. 16: Schüttler- und Siebeinrichtung CCM

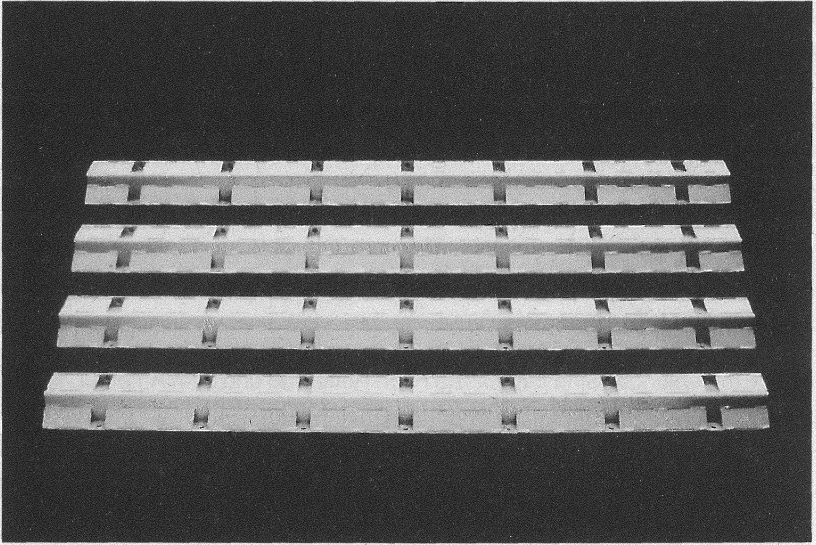


Abb. 17: CCM-Dreschtrummelleisten

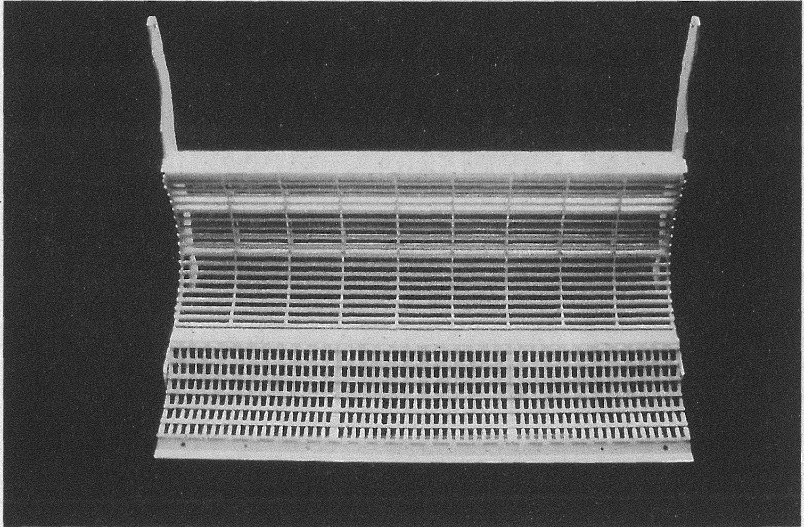


Abb. 18: Rundstabkorb für CLAAS-LEXION

7. Fahrwerk

Teilweise schwierige Bodenverhältnisse in der diesjährigen späten Ernte haben wieder gezeigt, daß große tragfähige Bereifungen erforderlich sind. Der Verwendung von Terra- oder Zwilling-Bereifungen stehen aber Einschränkungen bei der Straßenverkehrs-Zulassung entgegen.

CLAAS hat die ersten Gummi-Halbraupen zum LEXION auf den Markt gebracht (Abb. 19). Bei einer Breite von 3,50 m bietet die große Aufstandsfläche niedrige, bodenschonende Bodendrücke und exakte Spurtreue, vor allem auch am Seitenhang.



Abb. 19: CLAAS-LEXION mit Gummi-Halbraupe

8. Zusammenfassung

Die Erntemaschine für Körnermais und CCM ist der Mähdrescher.

Die Maispflücker arbeiten nach dem System mit Reißwalzen und Pflückplatten. Sie lassen sich mit Schnellkuppelsystemen einfach an die Universal-Schrägförderer der Mähdrescher adaptieren.

Für den Straßenverkehr werden 6-reihige und auch schon 8-reihige Pflücker klappbar ausgeführt.

Zur Stengelzerkleinerung bestehen unterschiedliche Systeme nebeneinander. Die Anpassung des Dreschwerks erfordert geringen Aufwand für Körnermais, ist arbeitsaufwendiger für CCM durch den eventuellen Korbwechsel und das Öffnen der Schüttlerbeläge, wobei aber je nach Reifegrad und CCM-Anteil an der Gesamternte Kompromisse möglich sind.

Um die Leistungsfähigkeit der größten Mähdrescher auszunutzen, werden in den USA bereits 12-reihige Pflücker angeboten.

Die Gummi-Halbraupe weist einen Weg zu bodenschonender Arbeit in feuchten Verhältnissen und am Seitenhang bei geringeren Maschinenbreiten als mit Reifen.

Lokale Ertragsermittlung bei Silo- und Körnermais

Markus Demmel

1. Einleitung

Vielfältige technische Entwicklungen haben die Ernteverfahren für Silomais, Körnermais und CCM in den letzten Jahren verändert. Zumeist wurde dabei die Leistungsfähigkeit gesteigert und die Arbeitsqualität erhöht. Eine weitere Entwicklung, die ihren Ursprung im rasanten Fortschritt der Informationstechnologie hat und sehr wahrscheinlich den gesamten Ackerbau in Zukunft stark beeinflussen wird, soll im folgenden vorgestellt werden.

Es handelt sich dabei um die Strategien der Teilschlagbewirtschaftung, die im Englischen auch als Site Spezific Farming bzw. Spatial Variable Plant Production bezeichnet werden. Ein zentrales Element dieser Wirtschaftsweisen stellt die lokale Ertragsermittlung dar (AUERNHAMMER 1990) [1].

Im folgenden sollen die Grundlagen für die lokale Ertragsermittlung bei Silo- und Körnermais aufgezeigt, sowie die an der Landtechnik Weihenstephan seit 1990 bei entsprechenden Versuchen mit der erforderlichen Technik erreichten Ergebnisse vorgestellt werden.

2. Lokale Ertragsermittlung als Element der Teilschlagbewirtschaftung

Den Ideen der Teilschlagbewirtschaftung, des Site Specific Farming, der Spatial Variable Plant Production oder des Lokalen Ressourcen Managements, liegt die sicherlich sehr alte Erkenntnis zugrunde, daß die landwirtschaftlichen Produktionsflächen, die Äcker, in den seltensten Fällen in sich homogen sind.

Trotzdem werden Ackerschläge, seien sie nun 2 Hektar oder 200 Hektar groß, in der überwiegenden Zahl der Fälle einheitlich bewirtschaftet. Die oben aufgezählten Strategien haben nun das Ziel, bei der Bewirtschaftung die Inhomogenitäten zu berücksichtigen und Saatmengen, Nährstoffmengen, sowie Pflanzenschutzmaßnahmen und andere Maßnahmen zu variieren.

Eine Idee, die nicht erst im letzten Jahrzehnt geboren wurde, sondern bereits in einer Veröffentlichung von LINSLEY und BAUER [11] aus dem Jahre 1929 dokumentiert ist (Abb. 1).

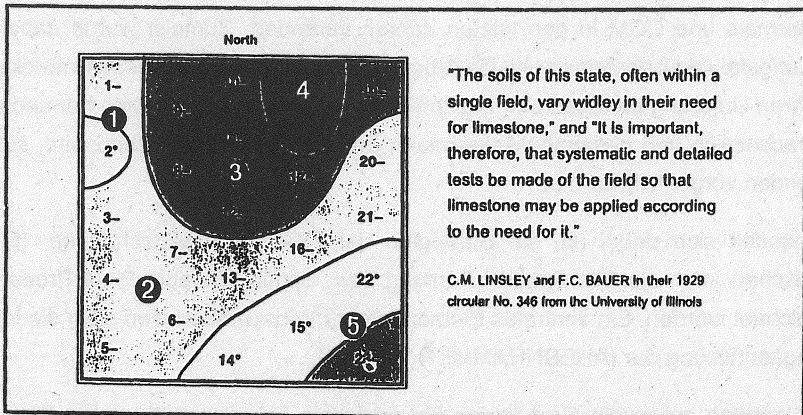


Abb. 1: Teilschlagidee von C. M. LINSLEY und F. C. BAUER (1929) nach [11]

Eine ähnliche Zielrichtung wird bereits in der Tierhaltung verfolgt, wo Milchkühe im Laufstall mit Hilfe der Tieridentifizierung und der Kraffutterabruffütterung entsprechend der individuellen Leistung gefüttert werden. Die Informationstechnologie und die Elektronik, die in den letzten zehn Jahren auch in die Landtechnik Einzug gehalten haben, konnten dies ermöglichen.

Auch Ackerbauern, sofern sie von der Ernte der Vorfrucht, über Aussaat und alle Pflegemaßnahmen, die Entwicklung der Kultur persönlich verfolgen können, reagieren und variieren schon immer und auch heute noch manuell.

Der überbetriebliche Maschineneinsatz, mit der Übernahme von Arbeiten durch Außenstehende und dem damit verbundenen Verlust von Informationen, sowie der Einsatz von Lohnarbeitskräften, lassen jedoch das oben angesprochene manuelle Reagieren nicht zu.

Zwar sind auch in der Außenwirtschaft, beim Düngerstreuer und bei der Pflanzenschutzspritze elektronische Regelungen weit verbreitet, aber erst ein in den letzten fünf Jahren verfügbar gewordenes, hochmodernes Ortungsverfahren hat die Landwirtschaft, so wie sie heute organisiert ist, wieder in die Lage versetzt, diese alte Idee der teilschlagvariierter Bewirtschaftung umzusetzen (AUERNHAMMER und MUHR 1991, AUERNHAMMER et al. 1994) [2, 8].

An dieser Stelle muß klar darauf hingewiesen werden, daß Teilschlagbewirtschaftung nur zu einem kleinen Teil aus Technik besteht (Abb. 2).

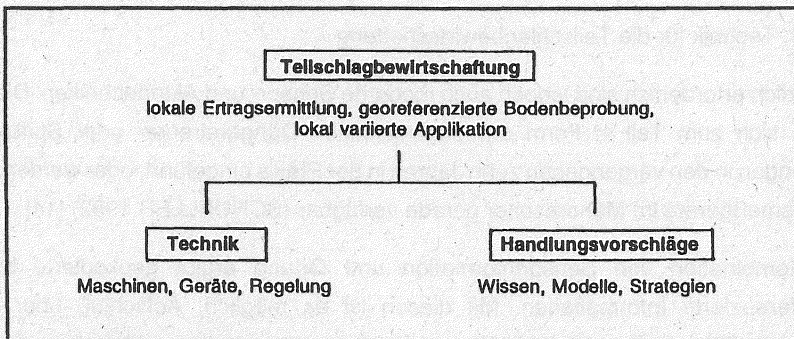


Abb. 2: Grundlagen der Teilschlagbewirtschaftung

Weitere unverzichtbare Elemente sind Modelle, Simulation und Expertenwissen aus den Bereichen der Bodenkunde, des Pflanzenbaues, der Pflanzenernährung und der Phytopathologie, die zu entsprechenden Handlungsvorschlägen für die Reaktion auf die festgestellten Variabilitäten führen.

Zwei Komponentengruppen stellen Anforderungen an die Landtechnik (Abb. 3).

Dies ist zum einen die Ortungstechnik, die analog zur Einzeltieridentifizierung den Bezug zur Produktionseinheit, im Fall des Ackerbaues zu einem Stück, einem Bereich des Bodens im Schlag ermöglicht und es erlaubt, diesen Bezug auch jederzeit wieder herzustellen.

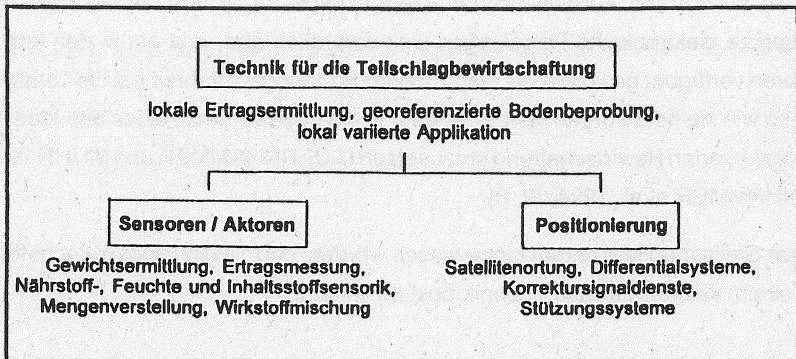


Abb. 3: Technik für die Teilschlagbewirtschaftung

Zusätzlich erforderlich sind jedoch auch moderne Sensor- und Aktortechniken. Diese haben sich zum Teil in Form der elektronischen Düngerstreuer- oder Spritzenregelungen in den vergangenen zehn Jahren in der Praxis eingeführt, oder werden als Ertragsmeßgeräte im Mähdrescher gerade verfügbar (SCHUELLER 1992) [14].

Die Kombination von Sensorinformation und Ortung ergibt geokodierte bzw. georeferenzierte Informationen. Mit diesen ist es möglich, Aufschluß über die Inhomogenitäten, die Variabilität im Schlag zu erhalten. Mehrere dieser Bestandsaufnahmen bilden dann den Ausgangspunkt für teilschlagvariirtes Handeln. In diesem Zusammenhang nimmt die Ertragsmessung mit Ortung, die lokale Ertragsermittlung, eine Schlüsselstellung ein. Sie ist die bisher einzige Informationsbeschaffung, die im Rahmen eines notwendigen Arbeitsganges, während der Ernte, ohne zusätzlichen Arbeitsaufwand, erfolgen kann. Dies mag auch die Ursache dafür sein, daß weltweit sehr intensiv an Entwicklungen für die Ertragsmeßtechnik gearbeitet wird.

Das Ergebnis dieser Aktivitäten sind mehrere, mittlerweile am Markt befindliche Ertragsmeßgeräte für Mähdrescher, die auch für die lokale Ertragsermittlung bei der Körnermaisernte einzusetzen sind. Bereits im Jahr 1990 hat die Landtechnik Weihenstephan begonnen, diese Meßsysteme zu untersuchen und in umfangreichen Versuchen ihre Meßgenauigkeit festzustellen.

Da jedoch nicht alle Ackerflächen mit Mähdruschfrüchten bestellt werden, gilt es, auch die verbleibenden Ernteverfahren um die Ertragsermittlung zu ergänzen. Traditionell waren Entwicklungen am Feldhäcksler an der Landtechnik Weißenstephan angesiedelt, weshalb 1993 begonnen wurde, ein Ertragsmeßsystem für selbstfahrende Feldhäcksler zu entwickeln und zu untersuchen.

Zuerst jedoch sind einige Erläuterungen zur Ortungstechnik, der erreichbaren Positionierungsgenauigkeit und den dabei auftretenden Problemen zu geben.

3. Ortung landwirtschaftlicher Fahrzeuge

Alle bis vor kurzem bekannten Ortungsverfahren, seien sie nun fahrzeugautonom, wie die Koppelortung, oder landgestützt, wie die Funkortung, haben sich als nicht tauglich für die Verwendung in landwirtschaftlichen Produktionsverfahren erwiesen (AUERNHAMMER und MUHR 1991, AUERNHAMMER et al. 1993) [2, 6]. Erst mit der Entwicklung der Satellitenortungsverfahren durch die Militärs in Amerika und Rußland standen geeignete Positionierungssysteme zur Verfügung. Da jedoch das russische System erst in diesem Jahr einen ausreichenden Ausbaustand erreicht hat, basieren alle bisherigen Entwicklungen und Untersuchungen auf dem amerikanischen NAVSTAR "Global Positioning System", abgekürzt GPS (Abb. 4).

Vierundzwanzig Satelliten auf sechs Erdumlaufbahnen in etwa 20 000 km Höhe - sie bilden das Raumsegment - senden kontinuierlich Informationen, bestehend aus der höchstgenauen Absende-Uhrzeit, der genauen Position und Systemdaten, zur Erde.

Die Empfänger, seien sie in Flugzeugen, auf Schiffen oder auf Landfahrzeugen (Nutzersegment) müssen für eine dreidimensionale Positionsbestimmung die Daten von mindestens vier Satelliten empfangen. Die Informationen eines Satelliten dienen zur Synchronisierung der Uhren. Aus den Signallaufzeiten werden die Entfernungen zu den anderen Satelliten berechnet. Aus den Entfernungen und den bekannten Positionen der Satelliten läßt sich die Position des Empfängers bestimmen.

Vom Verteidigungsministerium der USA betriebene Kontrollstationen überwachen das System und nehmen Korrekturen bzw. Veränderungen z. B. an den Satellitenpositionen vor.

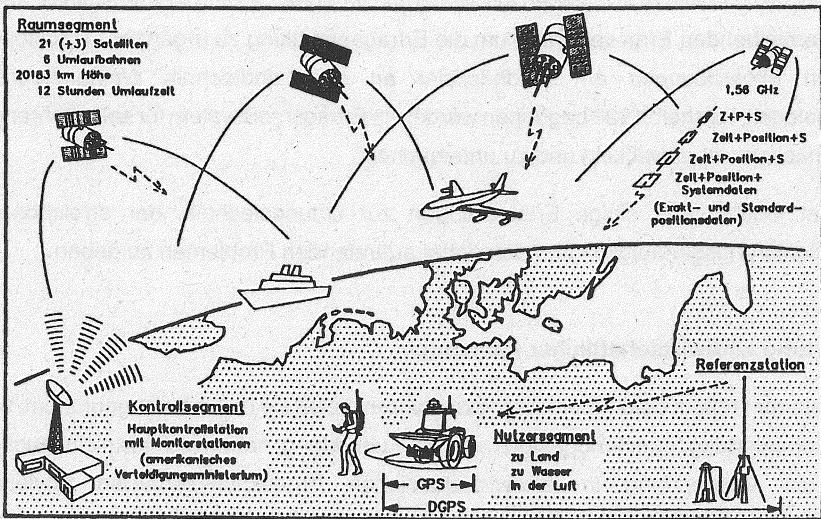


Abb. 4: Aufbau des NAVSTAR GPS

Das amerikanische GPS NAVSTAR ist zweistufig aufgebaut. Für das Militär steht eine kodiert sendende Variante mit einem Grundfehler von +/- 15-20 Metern zur Verfügung. Den zivilen Nutzern ist dagegen nur der Zugriff auf ein künstlich verfälschtes System (SA Degradation) mit einem Grundfehler von +/- 100 Meter möglich.

Diese Genauigkeit reicht jedoch für keinen einzigen landwirtschaftlichen Anwendungsfall aus, wie Abbildung 5 zeigt.

Selbst das Auffinden eines einfachen Zieles, z. B. eines Schlages oder einer bestimmten Rübenmiete erfordert bereits eine Genauigkeit, die auch das militärische GPS nicht liefern kann. Für die lokale Ertragsermittlung sollten die Ortungsfehler kleiner +/- 2-5 Meter sein. Dies lässt sich durch die Verwendung des differentiellen GPS (DGPS) erreichen (Abb. 6).

Beim DGPS berechnet ein, auf einem vermessenen Punkt aufgestellter Referenz- oder Feststationempfänger die eigene Position analog dem Mobilempfänger. Die Referenzstation vergleicht dann die berechnete mit der wahren (eingemessenen) Position und ermittelt entsprechende Abweichungen. Diese werden per Telemetrie

(z. B. Funk) den Mobilempfängern übermittelt, die damit ihre Positionsberechnungen korrigieren können (STAFFORD und AMBLER 1994) [18].

| erforderliche Genauigkeit | Aufgabe | Anwendungsbeispiele |
|---------------------------|---|--|
| $\pm 10 \text{ m}$ | Navigation | <ul style="list-style-type: none"> - Zielsuche von Schlägen (überbetr. Maschineneinsatz) - Zielsuche von Lagerplätzen (Forst) |
| $\pm 1 \text{ m}$ | Arbeitserledigung Information Dokumentation | <ul style="list-style-type: none"> - Arbeit im Feld mit <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ertragsermittlung ▪ Düngung ▪ Pflanzenschutz ▪ Bodenbeprobung ▪ Schutzgebiete - automatisierte Datenerfassung |
| $\pm 10 \text{ cm}$ | Fahrzeugführung (Fahrerentlastung) | <ul style="list-style-type: none"> - Anschlußfahren bei großen Arbeitsbreiten - Mähdrusch |
| $\pm 1 \text{ cm}$ | Geräteleitung | - mechanische Unkrautbekämpfung |

Abb. 5: Genauigkeitsanforderungen für die Positionsermittlung in der Landwirtschaft

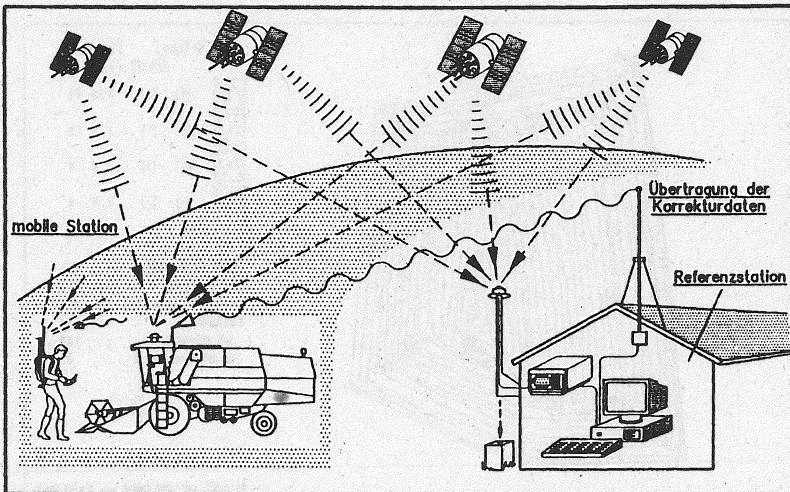


Abb. 6: Differenzielles Globales Positionierungssystem DGPS

Mit der einfachsten Form des DGPS, daß nur auf der sogenannten "Pseudo Range Correction" (Pseudo Abstands Korrektur) beruht, können die Positionsfehler im dynamischen Einsatz ($v = 2-5 \text{ m/s}$) auf $\pm 2-5 \text{ m}$ reduziert werden (Abb. 7).

Die Fahrspuren eines Feldhäckslers mit 4,5 m Schnittbreite zeigen keinerlei Überlappungen, so daß daraus geschlossen werden kann, das die Fehler $< \pm 2,25 \text{ m}$ sind. Deutlich sind auch die genauen Fahrwege beim Wenden zu erkennen. Die Ergebnisse wurden mit einem ca. 2 000 DM teuren Mobilempfänger und einem ca. 20 000 DM teuren Korrekturstationempfänger erreicht (AUERNHAMMER et al.1994) [7].

Besonders die Einrichtung einer Feststation belastet den Einsatz von DGPS in der Landwirtschaft mit hohen Investitionen, aber auch mit Unterhaltsaufwendungen und der nicht befriedigend lösbaren Problematik bezüglich eines geeigneten Telemetriesystems mit möglichst hoher Reichweite.

Deshalb existieren schon längere Zeit Bestrebungen, die Korrekturinformationen als

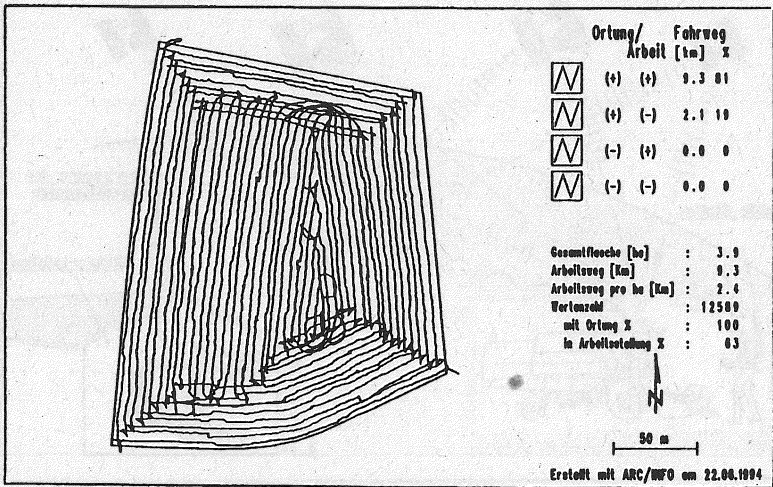


Abb. 7: Fahrweg Breitsameter Feld 4

Service weiträumig zur Verfügung zu stellen. Dies ist möglich, da sie über mehrere hundert Kilometer Distanz Gültigkeit besitzen.

In Deutschland wurden zwei Systeme aufgebaut. Die Landesvermessungsämter bauen föderal, koordiniert über den Bundesverband, das SAPOS EPS RASANT auf, bei dem DGPS-Korrekturinformationen über die ARD Rundfunkanstalten mit RDS im UKW Seitenband ausgetrahlt werden. Die TELEKOM sendet parallel dazu über Langwelle vom Sender Mainflingen Korrekturdaten aus. Ihr System wird Accurate Positioning by Low Frequency genannt. Für beide Systeme wird eine einmalige Nutzungsgebühr von etwa 800 DM beim Kauf der Empfänger erhoben.

Mit diesen Entwicklungen ist Deutschland nicht dem Trend der meisten anderen europäischen Länder gefolgt, die sich überwiegend für ein in den USA von DCI entwickeltes System entschieden haben, das in Lizenz von entsprechenden Landesbehörden (TELEKOM, Vermessung, Schifffahrt etc.) betrieben wird.

4. Ertragsermittlung im Mährescher

Ab Anfang der achtziger Jahre wurde an unterschiedlichen Stellen begonnen, Ertragsmeßsysteme für Mährescher zu entwickeln. Zu Anfang sollten sie nur die Erntemengen summarisch erfassen und so einen Ersatz für die Brückenwaagen darstellen. Diese Aufgabe wurde jedoch bald durch den Wunsch nach einer kontinuierlichen Anzeige des Flächenertrages während des Drusches ergänzt (REITZ und KUTZBACH 1992, STAFFORD et al. 1991, VANSICHEN und DE BAERDEMAEKER 1991) [12, 17, 20].

Das erste Meßgerät, das den Ertrag kontinuierlich anzeigt, war das, ab Mitte der achtziger Jahre am Markt erhältliche Yield-O-Meter des englischen Landwirtes und Maschinenbauers Claydon. Ihm folgte im Jahr 1988 das Flowcontrol von Dronningborg.

Heute werden weltweit sieben verschiedene, kontinuierlich arbeitende Ertragsmeßsysteme für Mährescher angeboten. Sie funktionieren nach unterschiedlichen Meßprinzipien (Abb 8).

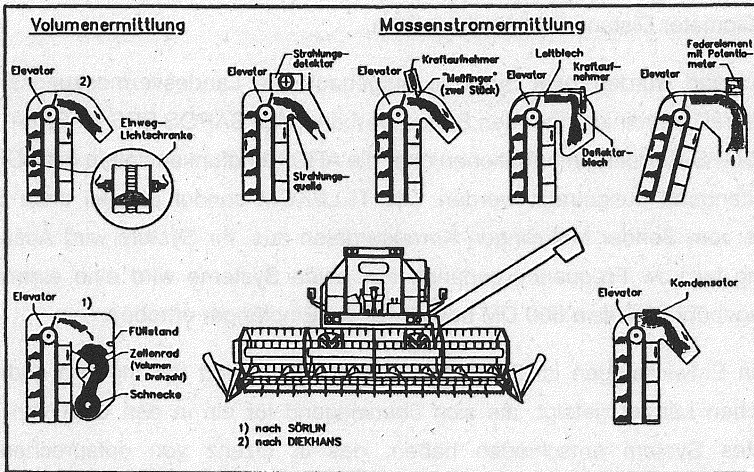


Abb. 8: Verfahren zur kontinuierlichen Durchsatz- und Ertragsmessung bei Mähdreschern

Es können zwei grundlegende Funktionsprinzipien unterschieden werden. Eine Gruppe erfaßt den Volumenstrom, die andere den Massenstrom.

Bei der Volumenermittlung wird der Volumenstrom des Druschgutes direkt (Zellenradmeßsystem) oder indirekt (Lichtschrankenmeßsystem) gemessen und über das Hektolitergewicht in den Massenstrom umgerechnet.

Demgegenüber wird der Massenstrom bei der Massenstromermittlung über die durch ihn bewirkte Dämpfung einer radioaktiven Strahlung, über seinen Einfluß auf eine elektrische Kapazität oder über seine Wirkung auf einen Kraftaufnehmer festgestellt. Ein Großteil dieser Ertragsmeßsysteme wurde seit 1991 im praktischen Einsatz erprobt und auf ihre Meßgenauigkeit hin untersucht. Zusätzlich liegen für einige Systeme die Ergebnisse detaillierter Messungen unter Standardbedingungen auf einem 1996 speziell dafür entwickelten Prüfstand vor. Im folgenden sollen die 1996 auf dem deutschen und europäischen Markt verfügbaren, sowie die wichtigsten amerikanischen Ertragsmeßsysteme kurz beschrieben werden.

Volumenstromermittlung:

Als erstes Ertragsmeßsystem gelangte das in den achtziger Jahren entwickelte CLAYDON Yield-O-Meter auf den Markt. Es wurde auch für die meisten grundlegenden Arbeiten zur Ertragskartierung z. B. von SCHUELLER et al. und SEARCY et al. [13, 16] verwendet. In den Kopf des Körnerelevators des Mähdreschers ist ein Zellenrad so eingebaut, daß darüber ein Pufferbereich entsteht. Der Status dieses Pufferbereichs wird mit Hilfe eines Füllstandssensors überwacht. Ist der Pufferbereich mit Druschgut gefüllt, so wird das Zellenrad eingekuppelt und beginnt den Pufferbereich zu leeren. Ist der Pufferbereich leer, wird das Zellenrad ausgekuppelt und der Pufferbereich kann sich wieder füllen. Der Durchsatz wird mit Hilfe der Zählung der Umdrehungen des Zellenrades über das Volumen der Zellen und das Hektolitergewicht der Druschfrucht errechnet. Das Hektolitergewicht muß hierzu manuell mit Meßzylinder und Federwaage bestimmt werden. Wie bei allen übrigen Meßsystemen auch, wird parallel zur Durchsatzmessung über die Fahrgeschwindigkeitsmessung und eine Arbeitsbreiteeingabe die aktuelle Flächenleistung ermittelt. Durch die Verrechnung des aktuellen Durchsatzes mit der aktuellen Flächenleistung wird dann der Flächenertrag bestimmt. Dieses System wurde von CLAAS als Option für einige Typen der Dominatorbaureihe angeboten.

Eine Lichtschranke, die quer durch den Körnerelevator strahlt, nutzen die Systeme zur indirekten Volumenermittlung. Mit der Lichtschranke wird, entsprechend dem Patent von DIEKHANS, die Schütthöhe des Erntegutes auf den Elevatorpaddeln ermittelt. Aus dieser Schütthöhe kann das Volumen des Erntegutes auf den Elevatorpaddeln berechnet und anschließend - ähnlich wie beim Yield-O-Meter - in Ertragswerte umgerechnet werden. Seit 1993 bietet RDS ein solches Meßsystem unter der Bezeichnung CERES II zur Nachrüstung für sehr viele Mähdreschertypen an. Auch die Neuentwicklung des Ertragsmeßsystems Quantimeter II von CLAAS basiert auf der Lichtschrankentechnik.

Massenstromermittlung:

Das radiometrische Massenstrommeßgerät war nach dem Yield-O-Meter das zweite in den Markt eingeführte Ertragsmeßsystem. Die Ertragserfassung erfolgt wiederum im Kopf des Körnerelevators. Ein Detektor erfaßt die durch den Massenstrom des

Druschgutes verursachte Dämpfung einer Strahlung, die durch eine schwach radioaktive Quelle verursacht wird. Die Durchsatzwerte werden wiederum mit der Flächenleistung zu Flächenerträgen verrechnet und zusammen mit den Ortungsdaten abgespeichert. Dieses Meßsystem wird von MASSEY FERGUSON seit Anfang der neunziger Jahre mit der Bezeichnung FLOWCONTROL angeboten.

Drei weitere Meßsysteme, die alle in den USA entwickelt wurden, ermitteln den Massefluß durch Kraft- bzw. Impulsmessung. Die drei Lösungen unterscheiden sich speziell durch die Art der Kraft- oder Impulsaufnahme und die Bauweise des Kraftsensoren. Zur Kraftaufnahme werden Zinken, gerade oder gebogene Prallplatten verwendet. Als Kraftsensoren kommen DMS-Kraftmeßelemente (Biegestäbe) und Federelemente mit elektrischen Wegeaufnehmern zum Einsatz.

Die Firma MICRO-TRAK benutzt zur Impulsaufnahme bei ihrem Ertragsmeßsystem GRAIN-TRAK zwei Stahlzinken (ca. 20 mm breit, 150 mm lang) an einer DMS-Kraftmeßzelle. Die Gutgeschwindigkeit wird von der Frequenz des Kraftimpulses (verursacht durch den diskontinuierlichen Abwurf des Getreides von den Elevatorpaddeln) abgeleitet. Das Meßsystem soll universell an nahezu alle Mähdrescher nachgerüstet werden können.

Demgegenüber werden beim YIELD-MONITOR 2000 von AGLEADER eine rechtwinklig zur Wurfrichtung des Getreides stehende Prallplatte (ca. 120 x 120 mm) in Verbindung mit einer DMS-Kraftmeßzelle verwendet. Die Geschwindigkeit des Gutes wird dabei von der Elevatorgeschwindigkeit abgeleitet, die per Drehzahlsensor ermittelt wird. Der amerikanische Landmaschinenhersteller CASE bietet dieses Meßsystem für lokale Ertragsermittlung unter der Bezeichnung "ADVANCED FARMING SYSTEM" an. In Europa wird es als YIELD-LOGGER LH 565 von der Firma LH-AGRO zur Nachrüstung an unterschiedlichen Mähdreschern vertrieben.

Über die komplette Breite des Körnerelevators nimmt die etwa 400 mm lange, kreisförmig gekrümmte Prallplatte des GREENSTAR Ertragsmeßsystems von JOHN DEERE die Kraft des Getreides auf. Die Kraftmessung erfolgt über ein Federelement, dessen Auslenkung mit einem Präzisionspotentiometer ermittelt wird. Das Meßsystem kann bisher nur in JOHN DEERE Mähdrescher aus amerikanischer Produktion eingebaut werden.

Vier Systeme, die auch zur Ernte 1996 auf dem Deutschen Markt angeboten wurden, sind von der Landtechnik Weihenstephan bereits seit mehreren Jahren in verschiedenen Mähdreschern eingesetzt und untersucht worden (AUERNHAMMER et al. 1993, AUERNHAMMER und DEMMEL 1993, AUERNHAMMER et al. 1993) [3, 4, 5].

Die Genauigkeiten der vier Meßsysteme wurden sowohl im praktischen Einsatz mit verschiedenen Mähdreschertypen, als auch auf einem eigens hierzu entwickelten Prüfstand untersucht (Abb. 9, 10 und 11).

Die Einflüsse einzelner Störgrößen lassen sich jedoch nur unter definierten Bedingungen am Prüfstand untersuchen (Abb. 10 und 11).

Alle bisher vorgestellten Untersuchungen wurden mit verschiedenen Getreidesorten, jedoch nicht mit Mais durchgeführt. Die Meßsysteme lassen sich jedoch auch bei der Körnermaisernte nutzen.

Bisher wurde eine Fehleruntersuchung beim Drusch von Körnermais nicht vorgenommen. Auf dem Prüfstand konnten auf Grund des schwierigen Ernteverlaufes im Herbst 1996 nur Kalibrierversuche durchgeführt werden.

Die vorgestellten Ertragsmeßsysteme können mehrere Aufgaben erfüllen, in deren Nutzung auch in Stufen eingestiegen werden kann. Es werden damit

- die summarische Mengenermittlung,
- die Beobachtung des aktuellen Flächenertrages und
- die Registrierung (Abspeichern) des aktuellen Flächenertrages und der Position vom Ortungssystem für eine spätere Auswertung möglich.

Letzteres ist das eigentliche Ziel der lokalen Ertragsermittlung. Vor der eigentlichen Ertragskartierung besteht die Möglichkeit, die Ertragsschwankungen entlang einer Fahrspur aufzutragen (Abb. 12).

Bei der Ertragskartierung werden die georeferenzierten, also mit Positionsangaben versehenen Ertragsmeßwerte statistisch bzw. geostatistisch zu Karten verrechnet. Diese können Rasterstrukturen oder Isoertragsflächenstrukturen aufweisen (Abb. 13).





| Meßprinzip | Meßgerät Hersteller | Funktionschema | Untersuchungs- umfang | Mähdrescher Getreidearten Wiegungen | rel. Kalibrier- fehler % | rel. Meßfehler (VB 95%) % |
|--------------|--|---|--------------------------|--|--------------------------------|---------------------------------|
| Volumenstrom | YIELD-O-METER CLAAS |  | 2 Jahre 90 ha | 1 MD-Typ 2 Getreidearten 79 Komtanks. | -1,04 | ±7,54 |
| | CERES 2 RDS |  | 3 Jahre 140 ha | 3 MD-Typen 4 Getreidearten 179 Komtanks. | -0,14 | ±8,86 |
| Massestrom | FLOWCONTROL MASSEY FERGUSON |  | 2 Jahre 140 ha | 2 MD-Typen 2 Getreidearten 132 Komtanks. | -1,01 | ±8,14 |
| | YIELD MONITOR AG-LEADER LH AGRO LH 565 |  | 3 Jahre 130 ha | 3 MD-Typen 4 Getreidearten 182 Komtanks. | -1,83 | ±8,13 |

Abb. 9: Fehler und Fehlereinflüsse im praktischen Einsatz

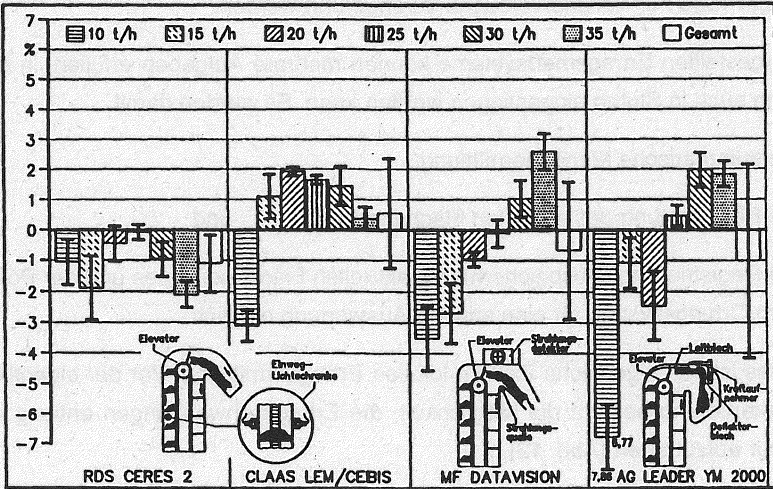


Abb. 10: Fehler bei unterschiedlichen Durchsätzen bei Prüfstanduntersuchungen

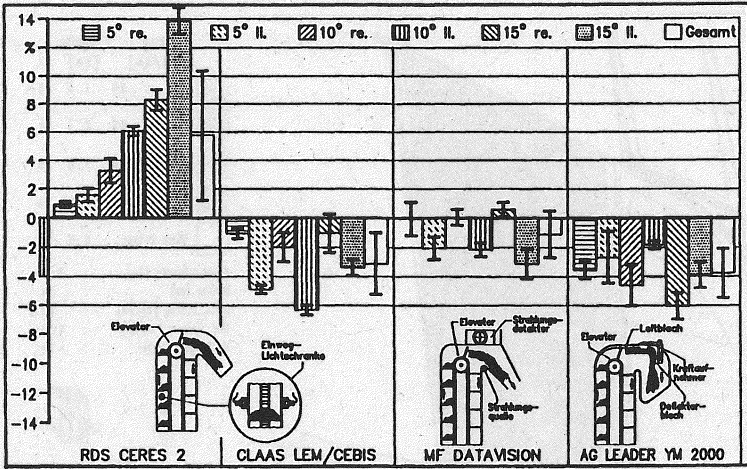


Abb. 11: Fehler bei unterschiedlichen Neigungen bei Prüfstanduntersuchungen

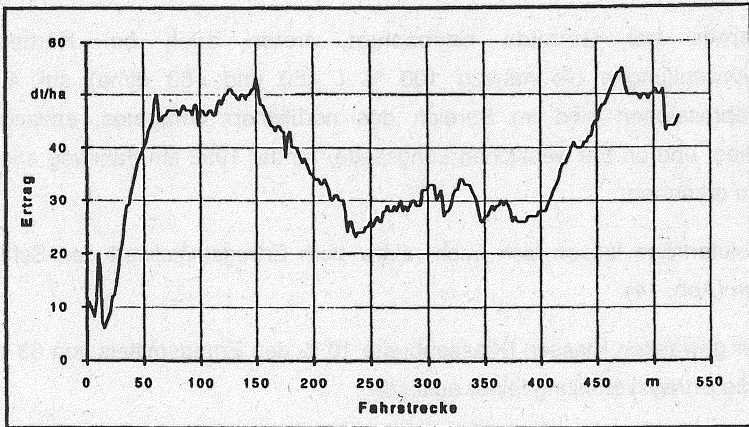


Abb. 12: Ertragsschwankungen entlang eine Schlaglänge, Scheyern Flachfeld, 1992, Sommergerste.

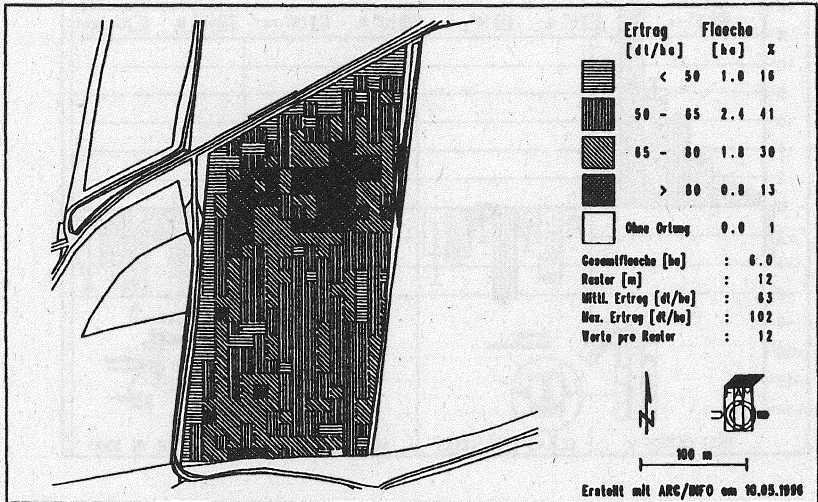


Abb. 13: Ertragskarte Scheyern Schlag 17, 1995, Körnermais, Rastergröße 24 x 24 m, Datavision Flowcontrol

Wie bereits bei Getreide beobachtet, treten auch bei Körnermais Ertragsschwankungen bis nahezu 100 % (<50 und >80 dt/ha) auf. Starke Ertragsdepressionen sind im Bereich des nördlichen Vorbeetes, entlang der Pappelallee, und an der westlichen Längsseite, an der 1992 ein Fahrweg angelegt wurde, zu erkennen.

Die Absoluterträge lassen sich auch relativ zum Ertragsmittelwert des Schlages klassieren (Abb. 14).

Die enger gewählten Klassen (Klassenbreite 10 % des Ertragsmittels von 63 dt/ha) können die Ertragsverteilung feiner auflösen.

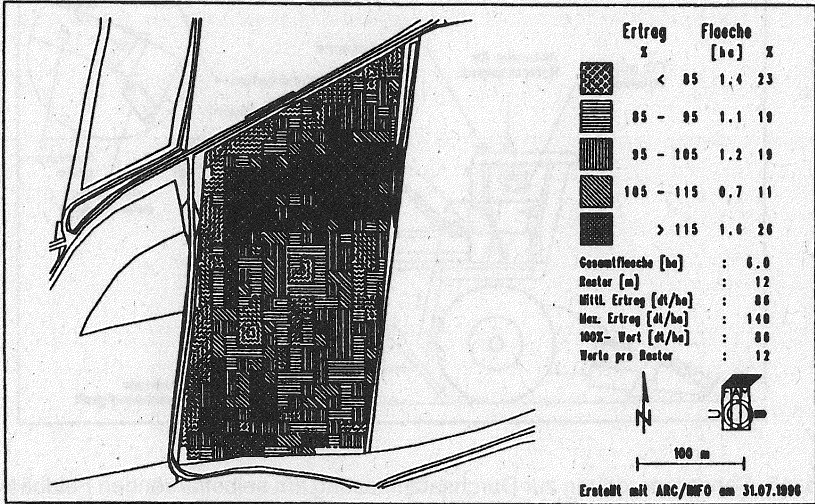


Abb. 14: Relativerträge Scheyern Schlag 17, 1995, Körnermais, Rastergröße 24 x 24 m, Datavision Flowcontrol

5. Ertragsermittlung im Feldhäcksler

Nachdem aber nicht die gesamte Ackerfläche mit Druschfrüchten bestellt wird, ergibt sich die Notwendigkeit, auch für die verbleibenden Ernteverfahren Meßsysteme zur lokalen Ertragsermittlung bereitzustellen (VANSICHEN und DE BAERDEMAEKER 1990) [19].

Da Forschungsarbeiten am Feldhäcksler an der Landtechnik Weihenstephan eine lange Tradition haben und der Silomais in Oberbayern eine wichtige Stellung einnimmt, wurde 1993 damit begonnen, ein Meßsystem für den Feldhäcksler zu entwickeln und zu untersuchen (AUERNHAMMER et al. 1994, AUERNHAMMER et al. 1995) [9, 10]. Dies erfolgte mit Unterstützung und in Zusammenarbeit mit den John Deere Werken in Zweibrücken (Abb. 15).

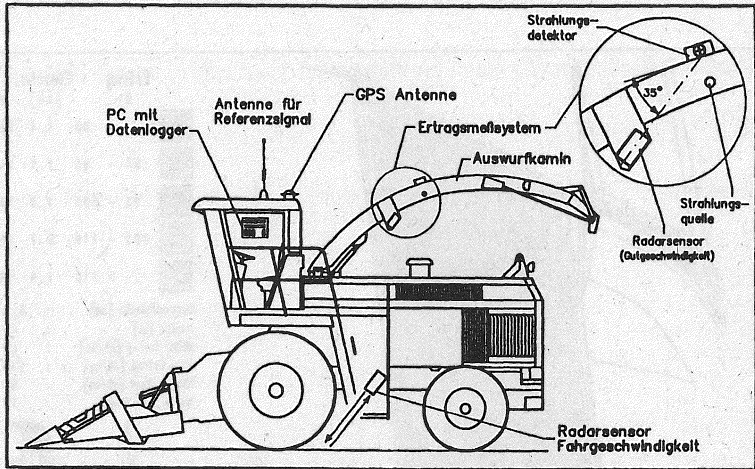


Abb. 15: Sensoranordnung zur Durchsatzmessung am selbstfahrenden Feldhäcksler

Zum Einsatz kam wiederum das radiometrische Meßsystem. Zur Ermittlung der Gutgeschwindigkeit am Meßort diente ein Radargeschwindigkeitssenor. Die mit diesem Meßsystem bei Silomais auftretenden Fehler sind ähnlich denen, bei der Ertragsermittlung im Mähdrescher (Abb. 16).

Bisher technisch nicht realisiert ist die Online-Feuchtebestimmung. Sowohl der Meßbereich als auch die Rahmenbedingungen stellen sehr viel höhere Anforderungen als bei Körnerfrüchten im Mähdrescher. Diese Anforderungen können bisher von keinem verfügbaren Meßverfahren erfüllt werden.

Ähnlich wie bei den Meßsystemen im Mähdrescher kann mit diesem Ertragsmeßsystem

- die summarische Mengenermittlung,
- die Beobachtung des aktuellen Flächenertrages und
- die Registrierung (Abspeichern) des aktuellen Flächenertrages und der Position vom Ortungssystem für eine spätere Auswertung erfolgen.

Die Analyse der Daten der lokalen Ertragsermittlung führt zu den bekannten Ertragskarten (Abb. 17).

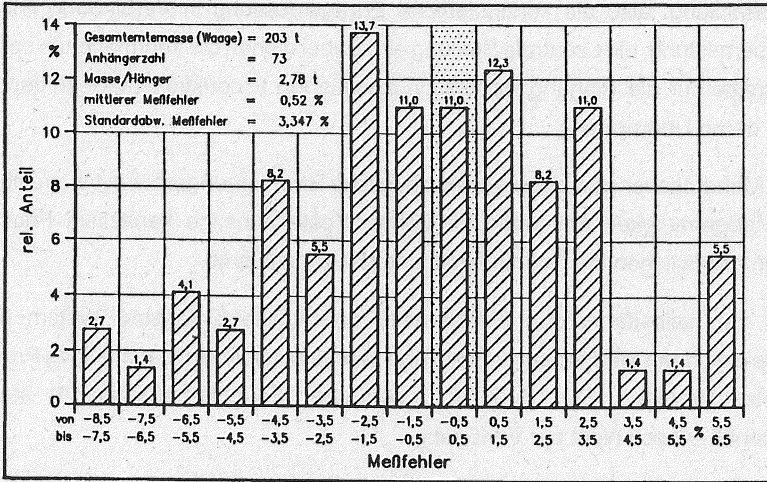


Abb. 16: Meßgenauigkeit Ertragsermittlung Feldhäcksler Streifenversuch KWS, 1995

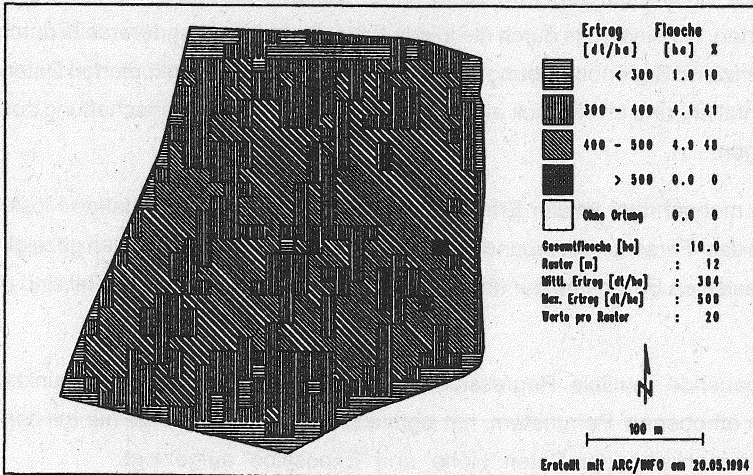


Abb. 17: Ertragskarte Holzapfel Schlag 3, Silomais, 1993

6. Zusammenfassung und Ausblick

Im Hinblick auf zukünftige Strategien der Teilschlagbewirtschaftung nimmt die lokale Ertragsermittlung, also die kontinuierliche Ertragsmessung in Verbindung mit der Positionsermittlung, eine zentrale Stellung ein. Dabei dienen die Informationen sowohl als Hilfsmittel für die Planung der teilschlagvariieren Produktionsmaßnahmen, als auch zu deren Überprüfung.

Für den Mährescher sind bereits praxistaugliche Ertragsmeßgeräte mit ausreichend hoher Meßgenauigkeit am Markt verfügbar. Kostengünstige kapazitive Feuchte-sensoren ermöglichen die Online-Ermittlung der Gutsfeuchte.

Das für den selbstfahrenden Feldhäcksler entwickelte Ertragsmeßsystem weist ebenfalls eine hohe Meßgenauigkeit auf und könnte sofort in ein marktfähiges Produkt umgesetzt werden. Für Grüngut geeignete Feuchtemeßsysteme stehen demgegenüber noch nicht zur Verfügung.

Es verbleiben damit noch die Ernteverfahren für die Hackfrüchte und das Feldfutter, für die es unterschiedlich weit fortgeschrittene Ansätze gibt, zu denen jedoch momentan noch keine praxistauglichen Realisierungen existieren.

Sehr große Anstrengungen wird es in naher Zukunft bedürfen, die Informationen auszuwerten, die einerseits durch die lokale Ertragsermittlung, andererseits durch die georeferenzierte Bodenbeprobung und weitere Verfahren der geokodierten Datenaufnahme anfallen, und im Hinblick auf eine teilflächenvarierte Bewirtschaftung zusammenzufügen.

Analysen mehrjähriger lokaler Ertragmessungen auf der Versuchsstation Klostergut Scheyern des "Forschungsverbundes Agrarökosysteme München" haben gezeigt, das die festgestellten Ertragsmuster über die Jahre hinweg zumeist sehr stabil sind (Abb. 18).

Eine abbauende multiple Regression mit nahezu 30, an den Rasterpunkten in Scheyern erhobenen Parametern, hat signifikante Zusammenhänge nur mit den, die Geologie beschreibenden Daten "Höhe" und "Exposition" aufgezeigt.

Diese ersten Analysen können nur Ansätze sein. Die festgestellte hohe Varianz der

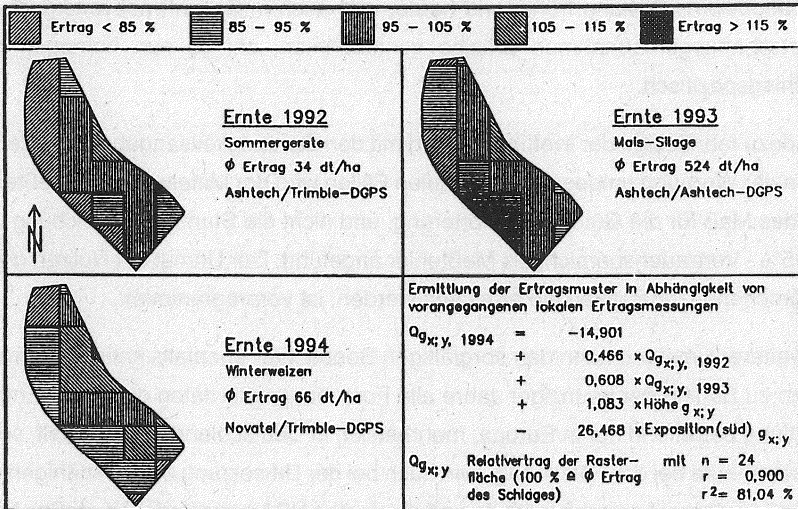


Abb. 18: Kartierung der Ertragsmuster Scheyern Eulenwiese

Erträge wie auch die Stabilität der Ertragsmuster wird jedoch auch von Untersuchungen in den USA bestätigt. Diese Zusammenhänge weiter zu ergründen wird eine vorrangige Aufgabe in den nächsten Jahren sein.

Trotz der vielleicht gewaltigen Möglichkeiten und Chancen, die eine teilschlagspezifische Pflanzenproduktion bietet, und der davon ausgehenden Faszination und Begeisterung, ist auch eine gewisse kritische Distanz notwendig. In diesem Zusammenhang seien folgende Punkte angemerkt:

Ungeachtet der vielen, noch offenen Fragen hat besonders das Marketing der Landmaschinenindustrie die Teilschlagbewirtschaftung als scheinbar großen Zukunftsmarkt entdeckt.

In diesem Zusammenhang wurde offensichtlich eine gefälligere und "griffigere" Bezeichnung gesucht. Die Landmaschinenindustrie benutzt heute weltweit nicht mehr die sicher holprigen Ausdrücke "Teilschlagbewirtschaftung" oder "Spatial Variable Plant Production", sondern bedient sich des Begriffes "Precision Farming". Kritisch betrachtet besteht zwischen Teilschlagbewirtschaftung und "Precision Farming" nur

ein kleiner Zusammenhang. Grundsätzlich sollte unterstellt werden können, daß es in der Landbewirtschaftung früher wie heute, und auch in Zukunft notwendig ist, alle Bewirtschaftungsmaßnahmen präzise vorzunehmen, sei es nun homogen oder teilschlagspezifisch.

Geradezu fahrlässig oder irreführend wird mit den Genauigkeitsangaben der Meßgeräte in der Werbung umgegangen. In vielen Fällen wird der Mittelwert aller Meßfehler, also das Maß für die Güte der Kalibrierung, und nicht die Standardabweichung oder der 95% - Vertrauensbereich, als Meßfehler angeführt. Der Unmut der Nutzer, die die versprochene Genauigkeit nie erreichen werden, ist vorprogrammiert.

Ein weiterer Umstand kann den sorgfältigen Beobachter ebenfalls kritisch stimmen: Waren zu Beginn der neunziger Jahre alle Forschungsaktivitäten die lokale Ertragsermittlung betreffend nur in Europa, mehrheitlich in Deutschland, angesiedelt, so dominieren heute bei der Forschung, wie auch bei der Umsetzung zu marktfähigen Produkten, nordamerikanische Institute und die, in den USA angesiedelten großen Landmaschinenkonzerne John Deere, Case IH, AGCO und New Holland (Abb. 19).

| <u>Ansätze der "Global Player" mit geschlossenen Systemen</u> <u>und nationale Anbieter</u> | | |
|--|---|------|
| <i>Global Player:</i> | | |
| JOHN DEERE | Green Star | 1995 |
| AGCO | Fieldstar | 1996 |
| CASE | AFS (Advanced Farming System) | 1996 |
| NEW HOLLAND | PLMS (Precision Land Management System) | 1996 |
| <i>Nationale Anbieter:</i> | | |
| CLAAS | AGRO COM | |
| MÜLLER- Elektronik | Agriplan | |
| RDS | Precision Farming | |

Abb. 19: Precision Farming Systeme der Global Player

Es sollte in diesem Zusammenhang nachdenklich stimmen, mit welcher Zögerlichkeit und teilweise auch Ignoranz dieser Vorsprung verspielt wurde.

Zuletzt soll allen, die die bisherigen Arbeiten unterstützt haben, ein großer Dank ausgesprochen werden.

Das sind zum einen die Landmaschinenhersteller, die Maschinen und Geräte bereitgestellt haben. Aber auch Meßtechnikfirmen haben ohne konkrete Aussicht auf irgendwelche Folgeaufträge Sensoren zur Positions- und Ertragsfeststellung zur Verfügung gestellt.

Als Geldgeber sind das BMBF, früher BMFT, das unsere Aktivitäten im "Forschungsverbund Agrarökosystem München", kurz FAM, finanziert hat, und das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten zu nennen. Und nicht zuletzt gebührt ein besonderer Dank den Landwirten, die uns bei den Versuchen auf ihren Flächen geduldet und ertragen haben und allen Kollegen, die an den Projekten mitgearbeitet haben.

7. Literatur

- [1] AUERNHAMMER, H., 1990: Landtechnische Entwicklungen für eine umwelt- und ertragsorientierte Düngung. Landtechnik 45, Heft. 7+8, S. 272 - 278
- [2] AUERNHAMMER, H. and T. MUHR, 1991: The Use of GPS in Agriculture for Yield Mapping and Implement Guidance. In: DGPS'91, First International Symposium Real Time Differential Applications of the Global Positioning System. Proceedings, volume II, TÜV Rheinland, Bonn 1991, pp 455-465.
- [3] AUERNHAMMER, H., M. DEMMEL, T. MUHR, J. ROTTMEIER und P. v. PERGER, 1993: Ortung und Ertragsermittlung in den Erntejahren 1991 und 1992. Zeitschrift für Agrarinformatik 1, Heft 1, S. 26 - 29.
- [4] AUERNHAMMER, H. und M. DEMMEL, 1993: Lokale Ertragsermittlung beim Mähdrusch. Landtechnik 48, Heft 6, S. 315 - 319.
- [5] AUERNHAMMER, H., M. DEMMEL, T. MUHR, J. ROTTMEIER and K. WILD, 1993: Yield Measurement on Combine Harvesters, St. Joseph, ASAE Paper No. 93 1506.

- [6] AUERNHAMMER, H., T. MUHR und M. DEMMEL, 1993: Ortungssysteme im Vergleich. In: Kurzfassung der Vorträge Landtechnik 1993. VDI-MEG, Düsseldorf, S. 146-149.
- [7] AUERNHAMMER, H., M. DEMMEL und T. MUHR, 1994: Vierjährige Einsatz-erfahrungen mit GPS und DGPS. In: Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. Sonderheft Nr XIV, S. 133-142.
- [8] AUERNHAMMER, H., M. DEMMEL and T. MUHR, 1994: GPS and DGPS as a challenge for enviroment friendly agriculture. In: EURNAV 94, 3rd Intemational Conference on Land Vehicle Navigation, 14-16 June 1994, Dresden. Proceedings The German Institut of Navigation, Düsseldorf 1994, pp 81-91.
- [9] AUERNHAMMER, H., M. DEMMEL, T. MUHR, J. ROTTMEIER, and K. WILD, 1994: Site Specific Yield Measurement in Combines and Forage Harvesting Machines. Proceedings Report Number 94-D-13 9.
- [10] AUERNHAMMER, H., M. DEMMEL and P. J. M. PIRRO, 1995: Yield measurement on self propelled forage harvesters. St. Joseph, ASAE-Paper No. 95 1757.
- [11] GOERING, C. E., 1993: Recycling a concept. In: Agricultural Engineering, No 11. St. Joseph. p. 25.
- [12] REITZ, P., H. D. KUTZBACH, 1992: Technische Komponenten für die Erstellung von Ertragskarten während der Getreideernte mit dem Mähdrescher. VDI-Gesellschaft Agrartechnik (VDI-AGR) Düsseldorf, Heft 14., S. 91-106.
- [13] SCHUELLER, J. K. et al., 1987: Determination of Spatially Variabilty Yield Maps. St. Joseph, ASAE-Paper Nr. 87-1533.
- [14] SCHUELLER, J. K., 1992.: A review and integration analysis of Spatially-Variable Control of crop production. Feriflizer Research, vol. 33, pp. 1-34.
- [15] SCHUELLER, J. K, MIN-WEN WANG, 1994: Spatially-variable fertilizer and pesticide application with GPS and DGPS. In: Computers and Electronics in Agriculture, Elsevier, Amsterdam 1994, volume 11 (1994), No. 1, pp 69-83.

- [16] SEARCY, S. W., J. K. SCHUELLER, Y. H. BAE, S. C. BORGELT and B. A. STOUT, 1989: Mapping of Spatially Variable Yield During Grain Combining. Transactions ASAE 1989. (3) pp. 826-289
- [17] STAFFORD, J. V., B. AMBLER and M. P. SMITH, 1991: Sensing and Mapping Grain Yield Variation. Automated Agriculture for the 21st Century, St. Joseph, ASAE-Publication 11-91, pp.356-366.
- [18] STAFFORD, J. V., B. AMBLER, 1994: In-field location using GPS for spatially field operations. In: Computers and Electronics in Agriculture, Elsevier, Amsterdam 1994, volume 11 (1994), No.1, pp 23-36.
- [19] VANSICHEN, R.. and J. DE BAERDEMAEKER, 1990: A Measurement Technique for Yield Mapping of Com Silage. In: Technical Papers and Posters Abstracts of AgEng'90, International Conference on Agricultural Engineering, 24.-26.October 1990, Berlin, pp 154-155.
- [20] VANSICHEN, R.. and J. DE BAERDEMAEKER, 1991: Continous Wheat Yield Measurement on a Combine. Automated Agriculture for the 21st Century, St. Joseph, ASAE-Publication 11-91, pp.346-355.
- [21] VDI, 1992: Ortung und Navigation landwirtschaftlicher Fahrzeuge. VDI-Gesellschaft Agrartechnik (VDI-AGR) Düsseldorf, Heft 14.

101. SEARCY, R. W., J. K. SCHUELLER, Y. H. BAE, R. C. BOROGLI and B. A. STOUT. 1984. Mating of density-tolerant Yellow Corn Grain Controlling. Transactions ASA 1984 (3) pp. 225-232.

102. STAFFORD, J. V., B. AMBLER and H. R. SMITH. 1961. Sensing and Mating Grain Yield Potential. Advances Agronomy for the 21st Century. St. Joseph, MO. ASA, Publication # 91, pp. 232-252.

103. STAFFORD, J. V., B. AMBLER. 1968. A field location using GPS for density tolerance in Corn and Sorghum in Agriculture. Advances Agronomy 1968 volume #1 pp. 1-22.

104. VAN DER MEER, R. and J. DE GROOTENBERGER. 1987. A measurement technique for yield density of Corn plants in 7 weeks. Plant and Animal Ecology of the Great Inland Valley of the Amazon. Advances Agronomy 1987 volume #1 pp. 1-10.

105. VAN DER MEER, R. and J. DE GROOTENBERGER. 1987. Density tolerance measurement in Corn and Sorghum. Advances Agronomy for the 21st Century. St. Joseph, MO. ASA, Publication # 91, pp. 253-262.

106. VAN DER MEER, R. and J. DE GROOTENBERGER. 1987. Density tolerance measurement in Corn and Sorghum. Advances Agronomy for the 21st Century. St. Joseph, MO. ASA, Publication # 91, pp. 263-272.

Ein Schnellverfahren zur Beurteilung der Schnittlängenqualität von Maishäckselgut

Manfred Schurig, Gerhard Rödel und Karl Wild

1. Einleitung

Der Gehalt langer Lieschen und Lieschenteile im Maishäckselgut hat einen großen Einfluß auf die Silagequalität und auf die Tierernährung. Für die Weiterentwicklung von Feldhäckslern ist deshalb die Kenntnis über die Größe dieser Überlängenfraktion von großer Wichtigkeit. Gegenwärtige Verfahren zur Bestimmung des Anteils der Überlängen weisen aber Schwächen auf. Deshalb wird an der Entwicklung eines neuen Verfahrens gearbeitet.

Zahlreiche Untersuchungen in den vergangenen Jahren haben gezeigt, daß viele technologische, biologisch-chemische und ernährungsphysiologische Eigenschaften von der Maishäckselängenverteilung bestimmt werden. Zu diesen Eigenschaften zählen z. B. Verdichtbarkeit, Gärverlauf, Nachgärverhalten, Verdaulichkeit und Futteraufnahme. Die Entwicklungen im Feldhäckslerbau sind deshalb auf eine optimale Schnittlänge des Gutes ausgerichtet. In vielen wissenschaftlichen Überprüfungen und Praxistests wurde untersucht, inwieweit Feldhäckslern die gestellten Anforderungen an die Längenverteilung erfüllen.

Bei einem der letzten großen Vergleichstests von 9 Feldhäckslern ergab sich, daß hinsichtlich des Feinanteils im Maishäckselgut alle Häckslern sehr gute Ergebnisse aufweisen (UPPENKAMP 1993) [1]. Mit den gegenwärtigen Nachzerkleinerungseinrichtungen stellt auch die richtige Zerkleinerung der Körner kein Problem mehr dar. Dagegen überschreitet der Anteil von Überlängen - Lieschenblätter und -teile mit mehr als 20 mm - vor allem bei höheren TM-Gehalten häufig den gewünschten Maximalwert von 1 % am Gesamthäckselgut. Unübersehbar sind die negativen Auswirkungen der Lieschenblätter: Sie sammeln sich bei der Einlagerung zu Nestern im Silostock an, lassen sich nicht ausreichend verdichten und führen zur Schimmelbildung in der Silage. Von den Tieren werden sie nicht aufgenommen und verbleiben im Futtertrog. Sie sind deshalb für den Landwirt ein deutlich sichtbares Zeichen für die Qualität des

Häckselgutes und somit ein Hinweis auf die Schnittqualität des Feldhäckslers. Der Anteil der Überlängen in der Silage hat sich deshalb in den letzten Jahren zu einem wichtigen Verkaufsargument für Feldhäcksler herauskristallisiert. Bei den eigenen Untersuchungen wurde deshalb der Schwerpunkt auf die Überlängenfraktion im Maishäckselgut gesetzt und deren Abhängigkeit von den technischen Parametern der Feldhäcksler überprüft.

Eine Weiterentwicklung der Häckslertechnik zur Verminderung der langen Lieschenteile setzt eine genaue Ermittlung dieser Fraktion im Häckselgut voraus. Die Überlängenbestimmung gliedert sich in die Gewinnung einer repräsentativen Stichprobe und in die Fraktionierung der gezogenen Probe.

2. Gewinnung einer repräsentativen Stichprobe

Gehäckselter Mais ist ein inhomogenes Gut, das Material mit unterschiedlichen Größen, Dichten, Reibungsbeiwerten und spezifischen Oberflächen aufweist. Eine Stichprobe muß diese Zusammensetzung wiedergeben. Bei den Häckslern früherer Generationen, z. B. bei einreihigen Anbauhäckslern, konnte eine repräsentative Probe ohne allzu große Anstrengungen mit einem Sack oder ähnlichem aus dem Gutstrom direkt hinter dem Auswurfkrümer aufgefangen werden. Moderne Feldhäcksler, überwiegend mehrreihige Selbstfahrer, erzielen Durchsätze von 30 kg/s und mehr. Bei diesen hohen Durchsatzmengen ist die "Schmetterlingsfänger" - Methode doch mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden. Das Probenziehen aus dem Schüttkegel vom Anhänger oder aus dem abgekippten Häckselgut am Einlagerungsort ist keine Alternative, denn Entmischungen beim Ablagern des Gutes auf dem Anhänger verhindern die Gewinnung der repräsentativen Stichprobe. Eigene Untersuchungen ergaben, daß trotz der Intention, eine möglichst repräsentative Stichprobe von einer Anhängerladung zu ziehen, die Schwankungen im Überlängenanteil in den Wiederholungsproben weit mehr als 50 % betragen können.

Wird dagegen die Probe - trotz der erschwerten Umstände bei leistungsstarken Feldhäckslern - aus dem Gutstrom gezogen, so muß anschließend die gewonnene Menge deutlich reduziert werden, da die gegenwärtig üblichen Längenklassierungsverfahren nur mit kleinen Proben effizient eingesetzt werden können. Üblicherweise wird dazu das Untersuchungsgut auf einem Tisch ausgebreitet und in kleine Portionen

separiert. Fehler sind aber bei diesem Verfahren nicht ganz auszuschließen. Die Frage nach einer Methode zur einfachen Gewinnung einer repräsentativen Stichprobe ist nach wie vor ungeklärt.

3. Längenklassierungsverfahren

Gegenwärtig erfolgt die Längenklassierung entweder von Hand oder mit Siebmaschinen. Die manuelle Analyse kann zu genauen und absoluten Werten führen, ist aber aufgrund des hohen Aufwandes bei größeren Untersuchungsreihen hinderlich. Eine Reduzierung der Probenmenge zur schnelleren manuellen Klassierung vergrößert die Gefahr, daß eine nicht repräsentative Probe analysiert wird.

Prüfsiebmaschinen kommen mit genormten Siebsätzen zum Einsatz. Bei diesen Geräten können Schwingungszahl und Absiebdauer eingestellt werden, so daß mit konstanten Randbedingungen eine standardisierte Untersuchung möglich ist. Klassifiziert wird in der Regel eine Probe von einigen hundert Gramm. Aufgrund der heutigen Häckslertechnik liegen die Überlängenanteile überwiegend unter 3 %, die absolute Menge der Überlängen in der zu klassifizierenden Proben ist deshalb gering. Fallen bei der Analyse nur ein oder zwei überlange Lieschenteile ungewünschterweise durch das Sieb zur Fraktion der nächstkleineren Größenklasse, so kann dies gravierende Einflüsse auf das Ergebnis haben. Dies bestätigen die Werte der durchgeführten Prüfungen mit einer gängigen Plansiebmaschine. Das Analysegerät war mit einem Drahtsiebboden, Maschenweite 20 mm, bestückt. Die Probe wurde im Frischzustand fünfmal hintereinander analysiert. Nach jedem Siebvorgang wurden die Fraktionen sorgfältig und schonend zur neuerlichen Siebung vermischt. Abbildung 1 zeigt die Werte der festgestellten Überlängenanteile. In dem gewählten Beispiel sind erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Wiederholungen zu sehen. Der Maximalwert ist fast doppelt so groß wie der kleinste gemessene Überlängenanteil. Ähnliche Ergebnisse ergaben sich auch bei anderen Siebverfahren.

4. Eine neue schnelle Methode

Aufgrund der oben genannten Schwachstellen wird an der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik an einem neuen Verfahren zur Bestimmung der Überlängenanteile

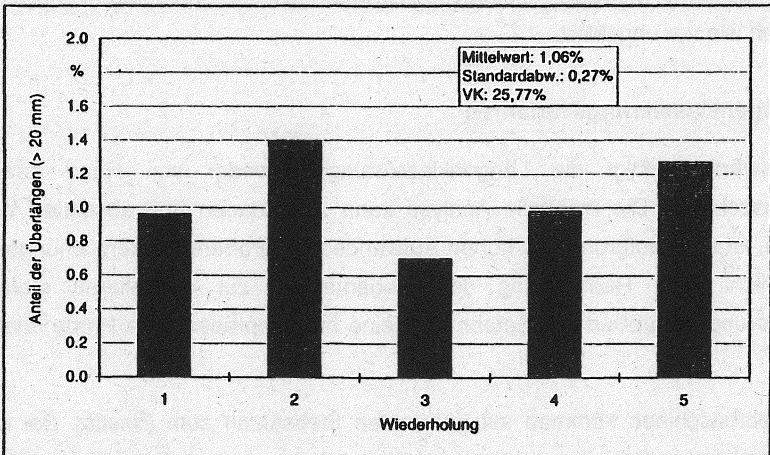


Abb. 1: Mit Plansiebmaschine ermittelte Überlängenanteile einer Probe (Fünffache Messung)

gearbeitet. Zusätzlich soll die neue Methode relativ schnell zu den Werten für die Überlängenanteile führen. Dabei wird eine repräsentative Stichprobe auf eine sehr einfache Art und Weise gewonnen: Der gesamte Gutstrom aus dem Feldhäcksler wird für einige Sekunden von einem separaten Anhänger aufgefangen. Die daraus resultierenden Probenmengen liegen in einer Größenordnung von ca. 150 kg.

Die Längenklassierung dieser relativ großen Probe erfolgt mit einer modifizierten Trogschnecke, die den Anforderungen entsprechend umgebaut wurde. Der geschlossene Blechtrog, in dem die Schnecke läuft, wurde durch Sieblochbleche mit quadratischer Lochung ersetzt (Abb. 2). Vier Siebbleche mit unterschiedlicher Lochung und einer Gesamtlänge von 4 m sind einzeln wechselbar. Die verbleibenden 500 mm unterhalb der Schnecke sind offen und dienen als Auswurf für die Überlängen. Die Schneckendrehzahl ist mit 150 1/min so bemessen, daß ein zu starkes Hochwerfen und Beschädigen des Gutes vermieden wird. Die am Schneckenaußenrand angebrachten Bürsten bewirken einen sogenannten Kehrereffekt. Das Gut wird seitlich versetzt und gleichzeitig werden die Sieblochbleche gereinigt.

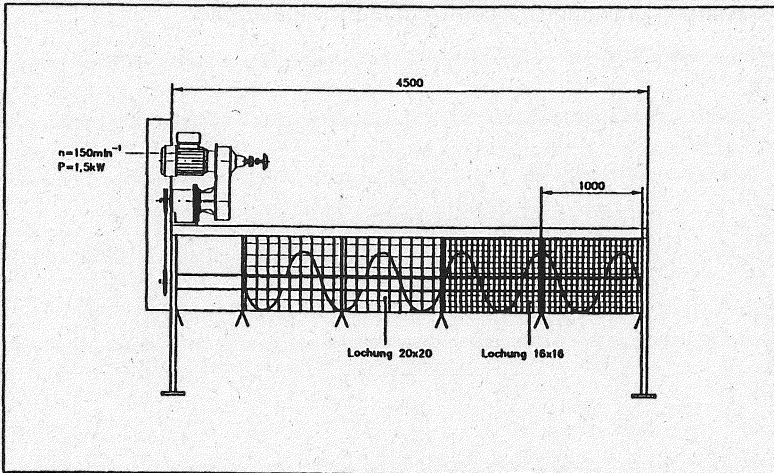


Abb. 2: Technischer Aufbau der Trogsschnecke

Dieses Gerät erlaubt eine Separierung von Grobproben in nur wenigen Minuten. Visuell kann eine sofortige Beurteilung der Häckselqualität erfolgen, und nach der Wägung sind genauere Aussagen über die prozentuale Aufteilung der Häckselfraktionen möglich. Damit liegen die Ergebnisse über die Fraktionsanteile schon während des Feldeinsatzes vor. Zeitverzögerungen, die Laboranalysen mit sich bringen, fallen weg.

Erste Untersuchungen zur Genauigkeit bei der Überlängenermittlung durch die Trogsschnecke weisen auf eine gute Eignung der neuen Methode hin. Welche Bedeutung einzelne Einflußgrößen (z. B. TM-Gehalt) haben, oder wie exakt Absolutwerte mit der Trogsschnecke ermittelt werden können, ist noch zu klären. Dies soll in der nächsten Ernteperiode geschehen.

5. Literatur

- [1] UPPENKAMP, N. (1993): 9 Feldhäcksler im DLG-Vergleich. top agrar, Heft 4, S. 110-116.



Fig. 2. Sectional view of the building.

The building is a two-story structure with a total height of 10.0 m. The ground floor is 5.0 m high and the second floor is 5.0 m high. The building is divided into several rooms and corridors. The main entrance is located on the ground floor. The building is situated on a plot of land with a total area of 1000 m². The building is surrounded by a fence and a paved area. The building is located in the center of the plot. The building is a rectangular structure with a total length of 20.0 m and a total width of 5.0 m. The building is divided into several rooms and corridors. The main entrance is located on the ground floor. The building is situated on a plot of land with a total area of 1000 m². The building is surrounded by a fence and a paved area. The building is located in the center of the plot.

1. The building is a two-story structure with a total height of 10.0 m. The ground floor is 5.0 m high and the second floor is 5.0 m high. The building is divided into several rooms and corridors. The main entrance is located on the ground floor. The building is situated on a plot of land with a total area of 1000 m². The building is surrounded by a fence and a paved area. The building is located in the center of the plot.

Kosten der Futterbereitstellung aus Körnermais und CCM für Mastschweine

Jens-Peter Ratschow und Joachim Matthias

1. Einleitung

Körnermais und Corn-Cob-Mix (CCM) haben in der Schweinemast für viele landwirtschaftliche Betriebe eine hervorragende Bedeutung. Wenn auch die Wettbewerbsfähigkeit im Vergleich zu Getreide zur Zeit eingeschränkt ist, so wird der Anbau von Mais als Futtergrundlage für Mastschweine weiterhin bundesweit große Bedeutung behalten.

2. Futterbereitstellung aus Körnermais

Zur Bewertung der Vorzüglichkeit der Futterkonserven aus Körnermais und CCM sind nicht die Kosten der Konservierung allein ausschlaggebend, sondern es sind auch die Höhe der Lagerverluste, die Kosten für das Schroten sowie die Futtervorlage bis zur Verfütterung, ausgewiesen in DM/t oder DM/GJ, zu berücksichtigen. Aufgrund von Fütterungsversuchen kann unterstellt werden, daß die Verwertung von CCM und Körnermais bei entsprechenden Aufbereitungsgraden identisch ist. Deshalb kann auf eine monetäre Bewertung in diesem Bereich verzichtet werden.

3. Körnermaiskonservierung

Für die Konservierung von Körnermais bieten sich die Verfahren der Lohntrocknung, der Eigentrocknung und der Propionsäurekonservierung an. Geht man im Mittel von Feuchtegehalten während der Ernte zwischen 35 und 40 % aus, so müssen in dem hier vorgestellten Beispiel (von 38 % auf 15 % gerechnet) 23 Feuchtepunkte entzogen werden. Der Verlustfaktor während der Trocknung für Wasser, Verdampfungsverluste und Staub beträgt 1,35. Unter diesen Voraussetzungen kostet die Lohntrocknung 60,60 DM/t und die Trocknung in eigenen Trocknungsanlagen 49,00 DM/t. Bei der Lohntrocknung müssen zusätzlich die Transportkosten von der Trocknung ins Lager bewertet werden. Diese sind mit knapp 5,00 DM/t entsprechend den Ansätzen in

Tabelle 1 bewertet worden.

Tab. 1: Kosten der Futterbereitstellung aus Körnermais für Mastschweine bei Trocknung

| Trocknung | | | | | | |
|---------------------------------|---|---------------|---------------|---|---------------|---------------|
| Konservierung | Lohntrocknung | | | Eigentrocknung | | |
| | 38% --> 15 %; 1,10 DM/% und t feuchter Ware. Verlustfaktor 1,35. Transportkosten von der Trocknung in das Lager: 50 DM/Sh; 25 DM/AKh; Zeitbedarf 1 h; Transportkapazität 16 t | 60,60 DM/t | | Trocknungskosten 49,-- DM/t nach KTBL, Variable Kosten 29,-- DM/t trockene Ware | | |
| Lagerung incl. Fördertechnik | Flachlager: 50 DM/m ³ ; Dichte: 0,72 t/m ³ ; 25 Jahre; 7 % Zins; 2% Reparaturen; Annuität 9,5 % Rundsilos: 100 DM/m ³ ; Dichte: 0,72 t/m ³ ; 25 Jahre; 7 % Zins; 2,0 % Reparaturen; Annuität 9,5 % | 6,60 DM/t | 13,20 DM/t | Flach- lager | 6,60 DM/t | 13,20 DM/t |
| Lagerverluste | 0,1 % pro Monat; 6 Monate Lagerzeit; 350 DM/t | 2,10 DM/t | | | 2,10 DM/t | |
| Schroten | Hammermühle, Rohre, Silo (10.000,-- DM). 10 Jahre; 7 % Zins; 2 % Reparaturen; Annuität 15,5 %; 575 t/a; 12 kWh/t und 0,15 DM/kWh (NT) | 2,70 DM/t | | | 2,70 DM/t | |
| | | 1,80 DM/t | | | 1,80 DM/t | |
| Gesamtkosten | Kosten pro Tonne | 78,58 DM/t | 85,18 DM/t | | 62,20 DM/t | 68,80 DM/t |
| | Kosten je GJ bei 13,61 GJ/t bei 85 % TS nach DLG- Einzelfutter | 5,77 DM/GJ | 6,25 DM/GJ | | 4,57 DM/GJ | 5,05 DM/GJ |

Der trockene Körnermais kann dann entweder im Flachlager oder in Rundsilos gelagert werden, wofür sich entsprechend unterschiedliche Kosten, nämlich in der Größenordnung von 6,60 DM/t oder 13,20 DM/t ergeben. Das Flachlager wird hierbei mit 50,00 DM/m³ bewertet, das Rundsilos mit 100,00 DM/m³. Diese Ansätze beinhalten eine anteilige, dem Verfahren entsprechende Fördertechnik. Die anderen Voraussetzungen sind identisch.

Bei Körnermais entstehen Lagerverluste in der Größenordnung von 0,10 % pro Monat, was 2,10 DM/t ausmacht, wenn 6 Monate Lagerdauer bei einem Körnermaispreis von 350,00 DM/t unterstellt werden.

Die Aufbereitung des Futters über eine Hammermühle ist ebenfalls für lohn- und eigengetrockneten Mais gleich groß, nämlich 2,70 DM/t (Fixkosten) und 1,80 DM/t (variable Kosten), wobei hier eine Gesamtmenge an Körnermais für einen 1.000 er Maststall berechnet wurde, nämlich 575 t zu konservierendes Material.

Die Differenz der Gesamtkosten ist doch recht beachtlich. Auf 85 % TS nach DLG-Einzelfuttertabelle ausgewertet ergeben sich bezogen auf den Energiegehalt des Futtermittels Differenzen von 1,20 DM/GJ zwischen Lohn- und Eigentrocknung, so daß sich ein eindeutiger Vorteil für die Eigentrocknung und Einlagerung im Flachlager herausstellt.

Die betriebseigene Körnermaistrocknung ist hinsichtlich ihrer Kapazität häufig stark begrenzt und wird deshalb auch oft nicht in Anspruch genommen. Vor dem Hintergrund der Schlagkraft konkurrieren die Trocknungsverfahren mit der Propionsäurekonservierung.

4. Propionsäurekonservierung

Unterstellt man wieder die gleichen Voraussetzungen hinsichtlich der Menge (575 t), einen Propionsäurepreis von 2,30 DM/Liter und einem Aufwand von 16,50 Liter/t, so ergeben sich Kosten für den Säureeinsatz von 37,95 DM/t. Hinzu kommen das Dosiergerät und die Mischschnecke mit 2,70 DM/t (Tab. 2). Die Kosten für das Flachlager, mit 50,00 DM/m³ bewertet, betragen dann knapp 7,00 DM/t. Das Umlagern aus dem Flachlager in die Vorratsbehälter über einer speziellen CCM-Mühle, sowie das Schroten machen insgesamt Kosten von 11,76 DM/t aus. Bei 9,9 GJ/t

(bezogen auf 62 % TS) ergeben sich Gesamtkosten von 5,99 DM/GJ. Damit ist das Verfahren Körnermaiskonservierung mit Propionsäure um rund 1,00 DM/GJ teurer als die Eigentrocknung von Körnermais und Lagerung in Rundsilos oder 1,40 DM/GJ teurer als die Variante im Flachlager. Allerdings ist die Schlagkraft der Propionsäurekonservierung außerordentlich groß und die Qualität des Futters über den Säurezusatz besonders günstig. Deshalb wird maximal eine Differenz von 1,00 DM/GJ zur Bewertung in der Schweinemast richtig angesetzt sein. Trotz dieser relativen Vorzüglichkeit innerhalb der Körnermaiskonservierung als Schweinefutter ist das Verfahren der CCM-Ernte und CCM-Konservierung arbeitswirtschaftlich und ökonomisch vorteilhafter (Tab. 2).

Tab. 2: Kosten der Futterbereitstellung aus CCM für Mastschweine bei der Propionsäurekonservierung

| <i>Propionsäurekonservierung</i> | | |
|-------------------------------------|--|------------------------------------|
| <i>Konservierung</i> | <u>Propionsäuredosiergerät und Mischschnecke</u> (dient gleichzeitig zum Einlagern in Flachlager) Investition 10.000,-- DM; 10 Jahre; 7 % Zins; 2 % Reparaturen; Annuität 15,5 %; Beim 1.000-er Maststall werden von dieser Anlage insgesamt 575 t gefördert. Säurekosten (Lagerdauer 6 bis 12 Monate) 2,30 DM/t; 16,5 l/t | 2,70 DM/t 37,95 DM/t |
| <i>Lagerung incl. Fördertechnik</i> | <u>Flachlager:</u> 50 DM/m ² ; Dichte 0,68t/m ³ ; 25 Jahre; 7 % Zins; 1,5 % Reparaturen; Annuität 9,5 % | 6,98 DM/t |
| <i>Lagerverluste</i> | --- | --- |
| <i>Schroten</i> | Umlagern von Flachlager in Vorratsbehälter über Mühle; 10 t/h; 1 Akh = 25,-- DM; 1 Sh = 25,-- DM; CCM-Mühle: 10.000,-- DM 10 Jahre; 7 % Zins; 2 % Reparaturen; Annuität 15,5 %; Jährlicher Körnermaisanteil 30 ha; 10,4 t/ha bei U = 38 % Strom zum Schroten: 12 kWh/t und 0,15 DM/kWh (NT) | 5,- DM/t 4,96 DM/t 1,80 DM/t |
| <i>Gesamtkosten</i> | Kosten pro Tonne Kosten je GJ bei 9,9GJ/t bei 62 % TS nach DLG Einzelfutter | 59,39 DM/t 5,99 DM/GJ |

5. CCM-Konservierung

Die Körnermaiskonservierung konkurriert mit dem Verfahren der gasdichten Lagerung im Hochsilo und der Lagerung von geschrotetem CCM im Flachsilo.

Wird hier wiederum von 30 ha Anbaufläche mit 575 t (die Futtermenge für einen 1.000er Maststall/Jahr) ausgegangen, so ergeben sich für die Konservierung und Lagerung inklusive der Lagerverluste und das Schroten für das gasdichte Hochsilo Kosten von 5,05 DM/GJ bei einem Energieinhalt des Futters von 8,98 GJ/t und 58 % Trockensubstanz, wenn das Schroten im Lohn bei der Einlagerung durchgeführt wird (Tab. 3). Bei eigener Naßvermahlung sinken die Kosten auf 4,78 DM/GJ. Allerdings gilt für die eigene Vermahlung, daß der Strom für das Schroten (16 kWh/t) mit

Tab. 3: Kosten der Futterbereitstellung aus CCM für Mastschweine bei Lagerung im gasdichtem Hochsilo

| <i>Gasdichtes Hochsilo</i> | | | |
|-----------------------------------|---|----------------------------------|---|
| <i>Konservierung und Lagerung</i> | <i>30 ha; 12,8 t/ha; Siloraumbedarf 400 m³; 140 DM/m³ Siloraum; Fundament 8.500,-- DM; Investition 64.500,-- DM; 25 Jahre; 7 % Zins; 1,5% Reparaturen; Annuität 9 %; 5.805 DM/a; 384 t/a</i> | <i>15,11 DM/t</i> | |
| | <i>Befüll- und Entnahmetechnik 30.000,-- DM; 10 Jahre, 7 % Zins; 2 % Reparaturen; Annuität 15,5 %; 4.650 DM/a; 384 t/a</i> | <i>12,10 DM/t</i> | |
| <i>Lagerverluste</i> | <i>3 %; 190 DM/t</i> | <i>5,70 DM/t</i> | |
| <i>Schroten</i> | <i><u>Lohnunternehmer</u>: 160 DM/ha; 12,8 t/ha; <u>Eigene Naßmahlung</u>: 19.000,-- DM; 10 Jahre; 7 % Zins; 2 % Reparaturen; Annuität 15,5 %; 2.945 DM/a; 384 t/a Strom zum Schroten bei 16 kWh/t und 0,15 DM/kWh (NT)</i> | <i>12,50 DM/t</i> | <i>--- 7,67 DM/t 2,40 DM/t</i> |
| <i>Gesamtkosten</i> | <i>Kosten pro Tonne Kosten je GJ bei 8,98 GJ/t bei 58 % TS nach DLG Einzelfutter</i> | <i>45,41 DM/t 5,05 DM/GJ</i> | <i>42,98 DM/t 4,78 DM/GJ</i> |

0,15 DM/kWh im Niedrigtarif angesetzt wurde. Im Vergleich hierzu ist die Flachsilo-Lagerung mit einem Siloraumbedarf von ebenfalls 400 m³ und einer spezifischen Investition von 75 DM/m³ zusammengestellt worden. Bei den Unterstellungen (Tab. 4) Frontladerentnahme, Annahmestation vor der Fütterung, 4 % Lagerverluste sowie der Einlagerung des CCM's mit dem Lohnunternehmer wird das gesamte Verfahren mit 4,89 DM/GJ belastet.

Tab. 4: Kosten der Futterbereitstellung aus CCM für Mastschweine bei Lagerung im Flachsilo

| <i>Flachsilo</i> | | |
|-----------------------------------|---|----------------------------------|
| <i>Konservierung und Lagerung</i> | <i>30 ha; 12,8 t/ha; Siloraumbedarf 400 m³; 75,00 DM/m³; Investition 30.000,-- DM; 25 Jahre; 7 % Zins; 2 % Reparaturen; Annuität 9,5 %; 2.850 DM/a; 384 t/a</i> | <i>15,11 DM/t</i> |
| | <i>Einbringen und Verdichten 1 Sh 0 50,-- DM; 1 AKh = 25,-- DM; 1 Sh/ha; 1 AKh/ha</i> | <i>5,85 DM/t</i> |
| | <i>Silofolie</i> | <i>1,00 DM/t</i> |
| | <i>Entnahme mit Frontlader 15 min/d; 200 d/a; 25 DM/Sh; 25 DM/AKh</i> | <i>6,51 DM/t</i> |
| | <i>Annahmestation 10.000,-- DM; 15 Jahre, 7 % Zins; 2 % Reparaturen; Annuität 12 %; 1200 DM/a; 384 t/a</i> | <i>3,12 DM/t</i> |
| <i>Lagerverluste</i> | <i>4 %; 190 DM/t</i> | <i>7,60 DM/t</i> |
| <i>Schroten</i> | <i><u>Lohnunternehmer</u>: 160 DM/ha; 12,8 t/ha;</i> | <i>12,50 DM/t</i> |
| <i>Gesamtkosten</i> | <i>Kosten pro Tonne Kosten je GJ bei 8,98 GJ/t bei 58 % TS nach DLG Einzelfutter</i> | <i>44,00 DM/t 4,89 DM/GJ</i> |

Ein Gesamtvergleich (Tab. 5) macht deutlich, daß CCM als Schweinefutter preiswerter zu konservieren und aufzubereiten ist als Körnermais. Darüber hinaus wird deutlich, daß innerhalb der Körnermaisvarianten die Propionsäurekonservierung nicht so schlecht abschneidet wie allgemein häufig gesagt wird. Die Kosten liegen im Bereich der Lohntrocknung, welche relativ häufig angewendet wird.

Die Lohntrocknung ist hinsichtlich der Leistungsfähigkeit und Arbeitsbelastung für die Einzelbetriebe außerordentlich interessant, da der Lohndrescher die Parzellen komplett abernten kann. Dies ist ein großer Vorteil gegenüber der Eigentrocknung, da die Druschleistung der Trocknungsleistung angepaßt werden muß. Die Parzellen können häufig nur nach und nach abgeerntet werden.

Tab. 5: Kosten der Futterbereitstellung aus Körnermais und CCM für Mastschweine (Gesamtvergleich)

| | | DM/t | DM/GJ |
|------------|---|---------------|-------------|
| Körnermais | Lohntrocknung | 78,58 - 85,18 | 5,77 - 6,25 |
| | Eigentrocknung | 62,20 - 68,80 | 4,57 - 5,05 |
| | Propionsäure | 59,39 | 5,99 |
| CCM | Hochsilo nach Schrotten durch Lohnunternehmer | 45,41 | 5,05 |
| | Hochsilo mit einer Mühle | 42,98 | 4,78 |
| | Flachsilo | 44,00 | 4,89 |

Innerhalb der CCM-Konservierung und Futterbereitstellung liegen die Flachsilo-lagerung und die Hochsilolagerung mit ihren Verfahrenskosten sehr dicht beieinander. Da insbesondere die Austragung aus Hochsiloanlagen bei Untenentnahme mit einem Wasserspülsystem völlig problemlos möglich ist, kann dieses Verfahren, insbesondere bei gebrauchten Silos, wieder verstärkt empfohlen werden. Einschränkungen erfährt diese Aussage lediglich dadurch, daß die Wettbewerbsfähigkeit von Mais gegenüber Getreideprodukten aufgrund der Preisentwicklung nicht mehr so interessant ist und damit die Dauerhaftigkeit dieser Aussage nicht exakt abzuschätzen ist. Deshalb wird die Flachsilolagerung mit der erhöhten Arbeitsbelastung nicht aufgrund der verbesserten Wettbewerbsfähigkeit sondern der besseren dauerhaften Weiternutzung dieser Anlagen in den Vordergrund gestellt.

Insgesamt läßt sich festhalten, daß sich aufgrund der aktuellen Preisentwicklung der Baukörper und der technischen Einrichtungen die Bereitstellung von Futter für Mastschweine aus Mais in der CCM-Variante deutlich besser darstellt als die Produktion von Körnermais. Innerhalb der Verfahrenstechnik der Konservierung und Futterbereitstellung für CCM sind zur Zeit die Flachsilo- und Hochsilovariante gleichrangig zu sehen.

| CCM | CCM | CCM | CCM |
|-----|-----|-----|-----|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

