

Lehr- und Versuchsanstalt des Landes Sachsen-Anhalt
(LVA)

Bernburger Agrarberichte

Heft 3/97: Maisanbau

Inhalt:

Seite:

Vorwort

Optimale Reihenweiten und Bestandesdichten im Maisanbau
BOESE, L.

4

Standraumverteilung im Maisanbau
PEYKER, W.

10

Untersuchungen zu optimalen Bestandesdichten und Reihenweiten
HAMAN, H.-J.

14

Ergebnisse der Landessortenversuche in Sachsen-Anhalt und
Hinweise zur Sortenwahl bei Silo- und Körnermais
NAETHER, J.

21

Ist Mulchsaat eine Alternative im Maisanbau?
HOFMANN, B.; STEINERT, K.

34

Düngung von Mais
v. WULFFEN, U.

45

Wie rentabel ist der Körner- und Silomaisanbau?
HEINRICH, J.

57

Pflanzenschutz im Mais - Erfahrungen und aktuelle Probleme
PAPENFUß, J.

68

4. Pflanzenschutztechnische Tagung der LVA - AHL - Ausbringung
SCHUBERT, R.

74

Redaktion: Dr. R. Richter
Frau S. Richter

techn. Bearbeitung: Frau I. Roß

Herausgeber: Lehr- und Versuchsanstalt des Landes Sachsen-Anhalt
Bereich Acker- und Pflanzenbau
Strenzfelder Allee 22
06406 Bernburg

Tel.: 03471 / 355302
Fax: 03471 / 35 39 77

Die Beiträge geben die Auffassung der Verfasser wieder.

Bernburg, 25.06.97

Vorwort

Der Mais ist in Deutschland die Nummer Eins in der Grundfutterproduktion. Ein hohes Ertragspotential, entsprechende Energiedichte und ein relativ günstiges Kosten-Leistungsverhältnis sprechen für den Silomais. Von ca. 100.000 ha Futterpflanzenanbau 1996 in Sachsen-Anhalt, war der Silomais mit 79.000 ha die dominierende Fruchtart. Auch der Körnermais hat in den vergangenen Jahren in den neuen Bundesländern erheblich an Anbaufläche gewonnen. In Sachsen-Anhalt stieg der Umfang von 3.800 ha 1991 auf 13.300 ha im Jahr '96.

Einen fachlichen Überblick rund um den Maisanbau gab die Vortragstagung an der Lehr- und Versuchsanstalt für Acker- und Pflanzenbau am 25.02.97. Die Kurzfassung der Referate sowie das Fazit der 4. Pflanzenschutztechnischen Tagung vom 11.02.97 in gleicher Einrichtung sind Inhalt des dritten Heftes der Bernburger Agrarberichte.

Die Redaktion

Optimale Reihenweiten und Bestandesdichten im Maisanbau

BOESE, L.

Lehr- und Versuchsanstalt für Acker- und Pflanzenbau Bernburg

Nachdem zunächst engere Reihenweiten üblich waren, hatte sich in der ersten Hälfte der 80er Jahre im deutschen Maisanbau die 75-cm-Reihe mit ihren technologischen Vorteilen im wesentlichen durchgesetzt. Die verlustmindernde Konstruktion reihengebundener Erntetechnik, der geringere maschinelle Aufwand (weniger Säeinheiten bei gleicher Arbeitsbreite), ein geringerer Raddruck auf die Reihen und bessere Möglichkeiten der mechanischen Unkrautbekämpfung waren Argumente dafür. Versuche hatten gezeigt, daß die damals im Anbau befindlichen ausschließlich großrahmigen Sorten die 75-cm-Reihenentfernung tolerierten. Eine neue Situation trat Ende der 80er Jahre auf, als Sorten eines anderen Wuchstyps mit geringerer Wuchshöhe und aufrechter Blattstellung (z.B. die Sorten Aviso und Boss) die Angebotspalette erweiterten. Es entstand die Hypothese, daß insbesondere diese „Kompaktsorten“ zur Ausschöpfung ihres Ertragspotentials engere Reihenweiten und möglicherweise auch höhere Bestandesdichten benötigten. In der Folge wurden zu dieser Frage in verschiedenen Bundesländern und im Ausland Versuche durchgeführt. Auch mit der „Doppelreihe“ (Wechsel zwischen engerem und weiterem Reihenabstand, z.B. 30 und 45 cm) und der Breitsaat wurde experimentiert.

Mittlerweile liegen Ergebnisse unter anderem aus Brandenburg, Thüringen, Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg, Belgien und Frankreich vor. In vielen Fällen konnte durch eine Verengung der Reihenweite bei Silomais der Trockenmasseertrag einschließlich dem Kolbenenertrag ebenso wie bei Körnermais der Kornertrag gesteigert werden. Jedoch sind die Ergebnisse nicht immer beständig, und nicht alle Sorten reagierten erwartungsgemäß. Von verschiedenen Versuchsanstaltern wird aus ökologischer Sicht auf weitere positive Effekte der engeren Reihe hingewiesen, nämlich

- den schnelleren Bestandesschluß und damit die Verringerung der Erosionsgefahr durch Starkregenfälle im Frühsommer und
- die schnellere und vollständigere Durchwurzelung der Reihenzwischenräume, verbunden mit einer besseren Ausnutzung des Dünger- und Bodenstickstoffs und damit einer Verminderung der $N_{\min}$ -Reste nach der Ernte.

Feldversuche in Bernburg

Auch in Sachsen-Anhalt wurden an der LVA Bernburg in den Jahren 1993-96 Feldversuche mit je zwei Silo- und Körnermaissorten unterschiedlichen Wuchstyps zur Frage der optimalen Reihenweiten und Bestandesdichten durchgeführt. Der Standort Bernburg (Löß-Schwarzerde) liegt im mitteldeutschen Trockenraum am südlichen Rand der Magdeburger Börde. Im langjährigen Mittel fallen jährlich nur 478 mm Niederschlag. Die für den Maisanbau entscheidende Temperatur der Monate Mai-September ist dagegen mit 15,9 °C relativ günstig. Die Struktur der Versuche ist in Tabelle 1 dargestellt. Alle Stufen der Prüffaktoren wurden orthogonal miteinander kombiniert und in jeweils vier Wiederholungspartzellen angelegt.

Tabelle 1

Struktur der Maisversuche 1993-96 an der LVA Bernburg

	Silomais	Körnermais
A: Beregnung (nur 1995)	ohne, mit	ohne, mit
B: Reihenweite (cm)	75, 50, 30	75, 50, 30
C: Bestandesdichte (Pfl./m ²)	8, 10, 12	7, 9, 11
D: Sorte (FAO-Zahl), Bestandeshöhe (cm)*	Legat (240), 263 cm Marshall (240), 244 cm	Graf** (210), 248 cm Aviso (210), 202 cm

* im Mittel aller Versuchsjahre und Stufen, ** 1993 Sorte Figaro (FAO 220)

Ergebnisse zur Reihenweite

Bei **Silomais** ergab die Verengung der Reihenweite von 75 auf 50 cm im Mittel aller Versuchsjahre und der beiden Sorten Legat und Marshall einen Zuwachs an Gesamttrockenmasse von 4 dt/ha (= 2,3 %), die Verengung auf 30 cm einen Zuwachs von 8 dt/ha (= 4,5 %). In den Einzeljahren waren die Mehrerträge unterschiedlich (Tab. 2). Im Jahr 1994 (warm und trocken) waren sie mit 8...30 dt/ha mit Abstand am größten, im feuchten Jahr 1996 gab es dagegen bei der Sorte Marshall Mindererträge von 3 bzw. 4 dt/ha. Mit Ausnahme von 1996 verhielten sich beide Sorten in den einzelnen Versuchsjahren ähnlich. Der Kolbenenertrag reagierte auf die Verringerung der Reihenentfernung ebenfalls positiv. Der Kolbenanteil als wichtiges Qualitätsmerkmal blieb mit +1,0 % im Mittel etwa konstant, der TS-Gehalt von Kolben und Restmais zur Ernte (hier nicht dargestellt) mit -0,1 % ebenfalls.

Tabelle 2

Ertrag und Qualität von zwei Silomaissorten in Abhängigkeit von der Reihenweite *

RW (cm)	Gesamtertrag (dt/ha TM)						Kolbenenertrag (dt/ha TM)						Kolbenanteil (% TM)					
	93	94	95	95	96	$\bar{x}$	93	94	95	95	96	$\bar{x}$	93	94	95	95	96	$\bar{x}$
Jahr:	ohne	ohne	ohne	mit	ohne		ohne	ohne	ohne	mit	ohne		ohne	ohne	ohne	mit	ohne	
Beregn.:	ohne	ohne	ohne	mit	ohne		ohne	ohne	ohne	mit	ohne		ohne	ohne	ohne	mit	ohne	
„Legat“																		
75	187	148	147	199	174	171	78	66	71	94	67	75	42	44	48	47	38	44
50	-6	+22	+3	-2	+3	+4	+11	+15	-5	-4	+5	+4	+3	+4	-4	-2	+3	+1
30	+18	+30	+5	+5	+4	+12	+12	+18	-1	-1	-1	+5	+2	+3	-2	-1	-1	+0
„Marshall“																		
75	191	164	150	194	163	172	94	83	74	97	78	85	49	50	49	50	48	49
50	+4	+8	+3	+6	-3	+4	+4	+4	+4	+5	-3	+3	+2	+0	+2	+1	-1	+1
30	+5	+13	+5	+4	-4	+5	+9	+10	+3	+1	-4	+4	+3	+3	+0	+0	-1	+1
GD**	24	16	6	8	11		8	12	6	6	6		3	4	3	3	3	

* jeweils Mittel über drei Bestandesdichten, ** Grenzdifferenz (Tukey-Test, 5 %)

In den **Körnermaisversuchen** reagierten die beiden gewählten Sorten unterschiedlich. (Tab. 3). Während die Normalsorte Graf in drei von vier Jahren negativ auf die Verengung der Reihenweite reagierte (im Mittel -4 bzw. -3 dt/ha), verhielt sich die Kompaktsorte Aviso im Durchschnitt indifferent. Im feuchten Jahr 1993 zeigten beide Sorten einen Ertragszuwachs von +2...10 dt/ha. Die Korn-TS-Gehalte 14 Tage vor und zur Schlußernte waren durch die Verringerung der Reihenweite in der Tendenz leicht vermindert, bei Aviso mit -0,4...-0,8 % im Mittel etwas stärker als bei Graf.

Tabelle 3

Kornertrag und Korn-TS-Gehalt von zwei Körnermaissorten in Abhängigkeit von der Reihenweite *

RW (cm)	Kornertrag (dt/ha)						TS-Gehalt Probeernte (%)						TS-Gehalt Schlußernte (%)							
	Jahr:	93	94	95	95	96	$\bar{x}$	93	94	95	95	96	$\bar{x}$	93	94	95	95	96	$\bar{x}$	
Beregn.:		ohne	ohne	ohne	mit	ohne		ohne	ohne	ohne	mit	ohne		ohne	ohne	ohne	mit	ohne		
	<u>„Graf“</u> **																			
75		89	97	93	119	88	97	70.7	66.2	63.3	60.8	65.2	73.2	76.7	78.3	63.4		72.9		
50		+7	-16	-5	-1	-4	-4	-0,6	+0,8	+0,2	-0,2	+0.1	-0,9	-0,3	-0,2	+0,9		-0,1		
30		+2	-2	-6	-1	-10	-3	+0,1	+0,2	+0,0	-0,6	-0,1	-0,1	-0,8	-0,2	+0,5		-0,2		
	<u>„Aviso“</u>																			
75		82	97	90	118	80	93	72.0	67.1	63.5	59.4	65.5	74.4	76.5	76.3	64.0		72.8		
50		+6	-3	+0	-2	-1	+0	-1,4	-0.2	-0.4	-0.4	-0.6	-1.1	-0.7	-0.2	+0.6		-0.4		
30		+10	+1	+0	-3	+1	+2	-1.0	-0.8	-0.8	-0.5	-0.8	-1.2	-1.4	-0.7	+0.7		-0.6		
GD***		8	13	6	5	5		0,9	1.0	0.6	0.7		0.9	0.9	0.4	0.9				

* jeweils Mittel über drei Bestandesdichten, ** 1993 Sorte „Figaro“

*** Grenzdifferenz (Tukey-Test, 5 %)

In Bezug auf die Reihenweite lassen diese Ergebnisse somit keine eindeutigen Schlußfolgerungen zu. Beide Silomaisorten reagierten auf die engeren Reihen im Ertrag und in der Qualität tendenziell positiv, im Mittel allerdings mit recht geringen Zuwächsen. Das Ergebnis der Körnermaisversuche ist dagegen - bei Unterschieden in den Einzeljahren - eher negativ. Bei offensichtlich vorhandenen Sortenunterschieden kann durch die hier dargestellten Ergebnisse die Hypothese, daß insbesondere Kompakttypen auf die Verengung der Reihenweite positiv reagieren, nicht bestätigt werden. Weitere Versuche müssen zeigen, ob es Sorten gibt, die diesbezüglich beständig reagieren und ob diese einem bestimmten Wuchstyp zuzuordnen sind.

Aus technisch-technologischer Sicht ist eine Verengung der Reihenweite durchaus möglich. Für die Silomaisernte kommen zunehmend moderne reihenunabhängige Schneidwerke in Gebrauch, die ähnlich verlustarm ernten und nur noch wenig teurer sind als reihengebundene. Sie können auch für die Ernte anderer hochstengliger Futterpflanzen (Gerstgras, Getreide-Ganzpflanzen) eingesetzt werden. Körnermais kann im Falle der Doppelreihe (30 + 45 cm im Wechsel) mit dem üblichen Maisgebiß geerntet werden. Auch der Drusch quer zur Drillrichtung ist bei stehendem Bestand unabhängig vom Reihenabstand prinzipiell möglich. Die Aussaat verlangt durch die größere Anzahl an Legeaggregaten bei gleicher Arbeitsbreite jedoch höhere

technische Aufwendungen. Nach Berechnungen der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft würden die Produktionskosten für Silomais bei einer Ersatzinvestition zur Umstellung auf engere Reihen um 12 DM/ha für Abschreibungen und um weitere 6 DM/ha für eine fünfprozentige Verzinsung steigen. Andere Kostenpositionen bleiben unberührt.

Ergebnisse zur Bestandesdichte

Der Prüffaktor Bestandesdichte wurde anhand der zur Ernte gezählten Pflanzen ausgewertet. Die Analyse ergab für die beiden **Silomais**sorten keine Anhaltspunkte für reihenweiten- oder sortenspezifische Reaktionen. Allerdings unterschieden sich beide Sorten in der Bestandeshöhe nur um 19 cm (Tab. 1) und damit im Wuchstyp nicht wesentlich. Die Ergebnisse sind in Abb. 1 als Mittelwerte über Sorten und Reihenweiten dargestellt. Der Silomais reagierte auf die Erhöhung der Bestandesdichte im Gesamtertrag (mit Ausnahme von 1993) bis zur höchsten geprüften Stufe von 12 Pflanzen/m² positiv. Der Kolbenenertrag stagnierte demgegenüber ab 10 Pflanzen/m², der Kolbenanteil ebenso bzw. reagierte in zwei Jahren bereits oberhalb von 8 Pflanzen/m² negativ.

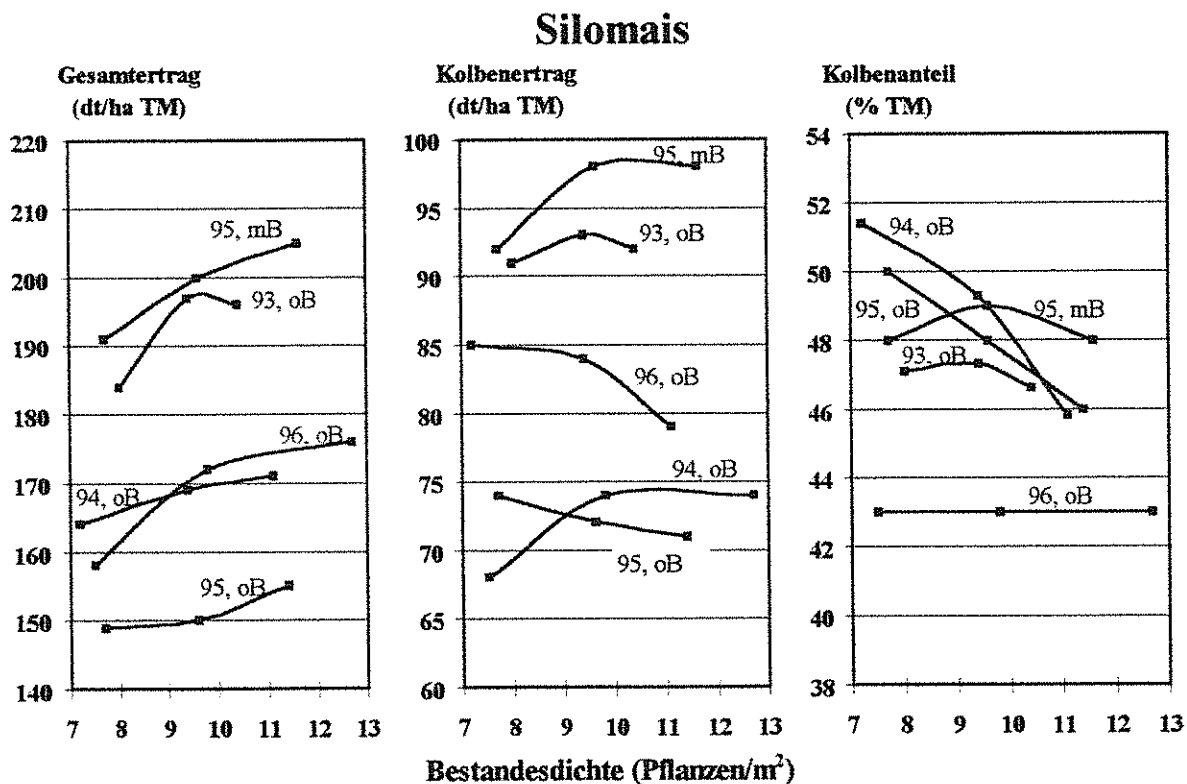


Abb. 1: Gesamtertrag, Kolbenenertrag und Kolbenanteil von Silomais in Abhängigkeit von der Bestandesdichte in vier Versuchsjahren am Standort Bernburg
(Mittel über zwei Sorten und drei Reihenweiten; oB = ohne, mB = mit Beregnung)

Die beiden **Körnermaissorten** Graf und Aviso, die sich im Wuchstyp deutlich unterschieden (Bestandeshöhendifferenz 46 cm), reagierten stark auf die Jahreswitterung (Abb. 2). In den trockeneren Jahren 1994 und 1995 und im Jahr 1993 stagnierte der Kornertrag ab etwa 9 Pflanzen/m². Im berechneten Teil des 95er Versuches und im feuchten Jahr 1996 gab es dagegen bis über 11 Pflanzen/m² hinaus, zumindest bei Aviso, Ertragszuwächse. Die Kompaktsorte Aviso zeigte eine stärkere Reaktion auf die Erhöhung der Bestandesdichte und erreichte das Ertragsoptimum in mehreren Jahren bei einer etwas höheren Pflanzenzahl als die großbrahmige Sorte Graf.

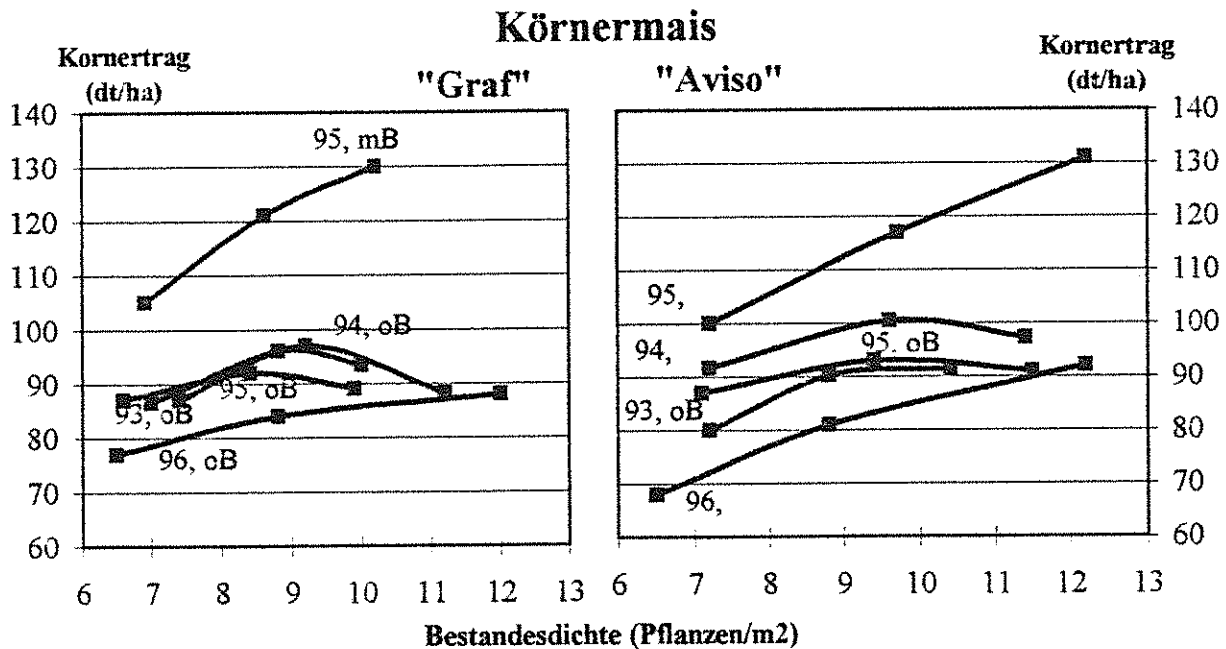


Abb. 2: Kornertrag der Sorten Graf und Aviso in Abhängigkeit von der Bestandesdichte in vier Versuchsjahren am Standort Bernburg
(jeweils Mittel über drei Reihenweiten; oB = ohne, mB = mit Beregnung)

Unter Berücksichtigung dieser und der Ergebnisse anderer Versuchsansteller können für den Maisanbau die in Tabelle 4 zusammengestellten allgemeinen **Bestandesdichtenempfehlungen** gegeben werden. Da die Energiekonzentration des Futters an Bedeutung gewonnen hat und diese mit wachsender Bestandesdichte tendenziell abnimmt, sollte für Silomais die gleiche Pflanzenzahl wie für CCM- und Körnermais angestrebt werden. Generell gilt, daß mit abnehmender Wasserversorgung des Standortes und beim Anbau großbrahmiger Sorten die Bestandesdichte zurückgenommen werden sollte. Umgekehrt können bei gesicherter Wasserversorgung (evtl. Beregnung) und Verwendung typischer Kompaktsorten bis zu 11 Pflanzen/m² und mehr angebaut werden. Die sortenspezifischen Empfehlungen des Züchters sollten berücksichtigt werden. Zur Aussaat sind in der Regel 1 Korn/m² mehr als die anzustrebende Bestandesdichte auszulegen.

Tabelle 4Bestandesdichtenempfehlung (Pflanzen/m²) für Silo-, CCM- und Körnermais

Sortentyp	Wasserversorgung am Standort		
	gut	mittel	schlecht
kleinwüchsig, kompakt	11	10	9
mittel	10	9	8
hochwüchsig, großbrahmig	9	8	7

Zusammenfassung

In vierjährigen Feldversuchen mit je zwei Silo- und Körnermaissorten am Standort Bernburg (Schwarzerde im Trockengebiet) konnte die Hypothese, daß insbesondere Kompakttypen auf eine engere **Reihenweite** positiv reagieren, nicht bestätigt werden. Die beiden als Silomais angebauten Sorten Legat und Marshall, die sich im Wuchstyp allerdings nicht sehr unterscheiden, verhielten sich gleichgerichtet und erzielten durch Verengung der Reihenweite von 75 auf 50 bzw. 30 cm im Mittel einen Zuwachs an Gesamttrockenmasse von 4 bzw. 8 dt/ha (= 2,3 bzw. 4,5 %). Kolbenenertrag (+4 %) und Kolbenanteil (+1 %) nahmen ebenfalls leicht zu bzw. blieben konstant. Die als Körnermais angebaute Normalsorte Graf reagierte auf die Verengung der Reihenweite negativ, die Kompaktsorte Aviso indifferent. Weitere Versuche müssen zeigen, ob und welche Sorten beständig reagieren.

Die Prüfung unterschiedlicher **Bestandesdichten** ergab für die hier gewählten Sorten keine reihenweiten- und beim Silomais auch keine sortenspezifischen Reaktionen. Der Gesamtertrag stieg bei Silomais bis zur höchsten geprüften Stufe an, Kolbenenertrag und Kolbenanteil stagnierten demgegenüber bzw. gingen zurück. Beim Körnermais gab es deutliche Unterschiede zwischen feuchten und trockenen Jahren. Die Kompaktsorte Aviso reagierte auf die Erhöhung der Bestandesdichte stärker als die Normalsorte Graf. Für die Festlegung der anzustrebenden Bestandesdichte sollten der Sortentyp und die Wasserversorgung des Standortes Berücksichtigung finden (Empfehlung in Tab. 4).

Standraumverteilung im Maisanbau

PEYKER, W.

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

Einleitung

Der Maisanbau erfolgt seit etwa Mitte der achtziger Jahre mehrheitlich mit Reihenabständen von 75 cm. Das Abreifeverhalten der damals zur Verfügung stehenden Sorten, insbesondere des Kolbens, sowie die zur Verfügung stehende Saat- und Erntetechnik bedingten die weiten Reihenabstände. Ein besonderer Nachteil dieser Reihenweite ist der erst späte Bestandes-schluß gegen Ende der Sproßstreckungsphase. Hierdurch bleibt die Bodenoberfläche lange ungeschützt der Witterung ausgesetzt. Damit besteht sowohl eine negative Strukturbeeinflussung als auch eine hohe Erosionsdisposition. Bei Starkregen, die in Thüringen häufig als Gewitter Ende Juni/Anfang Juli auftreten, sind erhebliche Bodenabträge und damit zugleich auch Nährstoffausträge möglich. Ein weiterer Nachteil solch großer Reihenabstände besteht darin, daß der Mais die Reihenzwischenräume erst spät durchwurzelt. Hierdurch ist die Nährstoffausnutzung im Gesamtbodenvolumen oft ungenügend und es verbleiben häufig nach der Maisernte noch größere pflanzenverfügbare Stickstoffmengen im Boden (N_{min} -Gehalt). Auf trockeneren Standorten und in kühleren Lagen können Untersaaten im Mais keine Abhilfe schaffen.

Die Wuchsform der Maissorten hat sich in den letzten Jahren stark verändert. Neben hochwüchsigen, großbrahmigen Sorten gibt es kleinwüchsige, kompakte sowie Übergangsformen zwischen beiden Extremen. Es ist davon auszugehen, daß die vom Habitus her sehr unterschiedlichen Sorten nicht in gleicherweise weite Reihenabstände bevorzugen. Mit der Entwicklung neuer, verlustarm arbeitender, reihenunabhängiger Schneidwerke besteht auch von der Landtechnik her kein Zwang zu weiten Reihenabständen.

Die Auswirkungen eines Silomaisanbaues mit engeren Reihenabständen werden im folgenden aufgezeigt.

Ergebnisse

Durch die Verengung der Reihenweite von 75 cm auf 30...40 cm schlossen die Bestände 11 Tage (1994) bis 22 Tage (1996) bei gleicher Bestandesdichte unter Thüringer Standortbedingungen früher (Tabelle 1).

Wie aus der Tabelle 2 ersichtlich, führte in den Untersuchungen eine Verringerung des Reihenabstandes bei gleicher Bestandesdichte überwiegend zu einer Reduktion des N_{min} -Gehaltes im Boden nach der Maisernte.

In der Tabelle 3 ist die Reaktion der Sorten auf eine Veränderung der Reihenweite in Parzellenversuchen dargestellt. Der Trockensubstanzgehalt in der Gesamtpflanze wurde von einer Variation des Standraumes nicht beeinflusst. Bei gleicher Bestandesdichte reagierten vor allem die relativ kleinwüchsigen Sorten (*Aviso*, *Atis*, *Boss*, *Oural*) mit Mehrerträgen auf eine Verringerung der Reihenweite, ebenso die großbrahmige Sorte *Magister*. Die hochwüchsigen Sorten zeigten keine Reaktion. Auch im Großversuch führte eine Reduktion der Reihenweite bei den kurzwüchsigen Sorten zu einer Steigerung des Kolbenertrages (Tab. 4). Ertragsdepressionen wurden in den Untersuchungen nicht festgestellt. Die Sortenreaktion auf die Variation des Standraumes war in den von der Witterung her sehr unterschiedlichen Jahren gleichlaufend. Ein Vergleich der Leistungen der Sorten untereinander ist nicht möglich, da die Untersuchungen in unterschiedlichen Prüfjahren und Versuchsstationen durchgeführt wurden.

Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Die Ergebnisse älterer Untersuchungen zum Einfluß der Reihenweite auf das Maiswachstum lassen sich auf moderne Sorten nur noch bedingt übertragen. Eine Verengung der Maisreihen führt zu einem früheren Bestandesschluß, teilweise höheren Erträgen sowie tendenziell zu verringerten $N_{\min}$ -Gehalten im Boden nach der Maisernte. Die genaue Reaktion der Sorten auf eine Verringerung des Reihenabstandes ist noch nicht ausreichend bekannt und muß weiter überprüft werden. Die gleichlaufende Reaktion in den von der Witterung her sehr unterschiedlichen Prüffahren läßt darauf schließen, daß diese genetisch bedingt sein könnte. Die angebotene Landtechnik erfordert nicht mehr große Reihenweiten. Bei der Saattechnik kann die Anzahl der Legeaggregate verdoppelt werden. Für eine reibungslose Funktion müssen die Antriebsräder der Aggregate vor dem Rahmen angebracht sein. In den Großversuchen hat sich die Einrichtung einer Fahrspur, in der auch die Spritztechnik fahren kann, als vorteilhaft erwiesen. Moderne reihenunabhängige Maisschneidwerke arbeiten verlustarm und sind nicht auf eine Reihenweite abgestimmt. Auftretende Mehrkosten für eine Umstellung erweisen sich bei notwendigen Ersatzinvestitionen produktbezogen als unwesentlich. Zur Klärung noch offener produktionstechnischer Fragen sind noch weitere Untersuchungen notwendig. Insgesamt könnte jedoch eine Umstellung auf Engreihenanbau einen wesentlichen Beitrag zur effizienten und umweltgerechten Maisproduktion leisten.

Tabelle 1: Bestandesschluß bei unterschiedlichen Reihenweiten im Maisanbau
(Mittelwerte aus Parzellen- und Großversuchen in Thüringen; Bestandesdichte ca. 100000 Pflanzen/ha zur Ernte)

Reihenweite (cm)	Bestandesschluß (Datum)		
	1994	1995	1996
75	08.07.	18.07.	02.08.
30	27.06.	04.07.	11.07.

Tabelle 2: $N_{\min}$ -Gehalt des Bodens nach der Maisernte in Abhängigkeit von der Reihen-
entfernung
(Bestandesdichte: 10 Pflanzen/m²; Mittelwerte 1995/96)

Reihenweite (cm)	$N_{\min}$ -Gehalt des Bodens (kg/ha)		
	0...30 cm	30...60 cm	0...60 cm
Versuchsstation Bollberg (Bodenart: lehmiger Sand)			
75	25	16	41
30	19	12	31
Versuchsstation Friemar (Bodenart: Lehm)			
75	52	40	92
30	42	37	79
Versuchsstation Straußfurt (Bodenart: Ton)			
75	79	36	115
30	42	24	66

Tabelle 3: Einfluß der Reihenweite auf Ertrag und Qualität von Silomais
(Ergebnisse der Parzellenversuche auf Thüringer Versuchstationen; Bestandes-
dichte ca. 10 Pflanzen/m²)

Sorte (Prüfjahre)	Reihen- weite (cm)	TS-Gehalt Gesamt pflanze	Trockenmasseertrag	
			Gesamt	Kolben
	cm	%	dt/ha	dt/ha
Aviso (1992-1994)	75	42,0	170,1	95,3
	30	41,8	187,3 *	102,7 *
Aviso (1993-1994)	75	37,8	160,8	90,8
	30	38,5	176,6 *	100,3 *
Atis (1995-1996)	75	33,4	151,9	84,3
	30	33,3	170,0 *	92,7 *
Bosco (1995-1996)	75	30,7	118,5	59,9
	30	32,5	121,4	64,4
Boss (1992-1994)	75	41,9	172,0	97,0
	30	41,2	188,8 *	108,1 *
Boss (1993-1994)	75	37,2	170,5	97,6
	30	37,6	189,6 *	106,6 *
Bravo (1995-1996)	75	26,9	140,3	64,2
	30	26,8	143,8	65,9
Helix (1995-1996)	75	25,4	156,0	61,5
	30	24,6	154,4	61,4
Magister (1995-1996)	75	24,3	145,6	62,3
	30	24,7	164,5 *	69,4 *
Oural (1995-1996)	75	30,1	125,3	72,2
	30	29,8	142,3 *	78,8
Rex (1995-1996)	75	35,0	163,7	82,8
	30	34,0	158,1	77,3

* - signifikant überlegen

Tabelle 4: Einfluß der Reihenweite auf Trockensubstanzgehalt und Trockenmasseertrag Kolben bei einer Bestandesdichte von ca. 10 Pflanzen/m² (Agrargenossenschaft Thonhausen e.G.; Mittelwerte 1995/1996)

Sorte	TS-Gehalt Kolben (%)			TM-Ertrag Kolben (dt/ha)		
	75 cm	37,5 cm	Differenz zu 75 cm	75 cm	37,5 cm	Differenz zu 75 cm
Bahia	46,4	43,6	-2,8	102,6	101,3	-1,3
Bosco	42,0	45,3	+3,3	92,5	100,8*	+8,3
Boss	47,5	48,4	+0,9	97,8	106,4*	+8,6
Magister	37,4	37,6	+0,2	85,2	86,2	+1,0
Oural	43,3	44,4	+1,1	83,4	98,0*	+14,6
GD _t für Standardraum je Sorte, 5 %						7,7

* signifikant höherer Ertrag

Untersuchungen zu optimalen Bestandesdichten und Reihenweiten im Maisanbau

HAMAN, H.-J.

Lehr- und Versuchsanstalt für Integrierten Pflanzenbau e.V. Güterfelde

Einleitung

Das mittlere Gebiet Ostdeutschlands, das Teile der Länder Sachsen-Anhalts, Sachsens, Thüringens und Brandenburgs umfaßt, ist aus der Sicht des mittleren langjährigen Lufttemperaturangebotes während der Maisvegetationszeit für den Körnermaisbau ausreichend geeignet. Für die Erreichung optimaler Kornträge ist aber die Deckung des Wasserbedarfs von Bedeutung. In Jahren mit geringen Niederschlägen und auf Böden mit geringem Wasserspeichungsvermögen wird somit das Wasser zum ertragsbegrenzenden Faktor. Hier ist es notwendig, den Maisanbau sehr wasserschonend durchzuführen. Die im folgenden dargestellten Versuche und Versuchsergebnisse sollen dazu beitragen, die optimalen sortenspezifischen Standraumzumessungen zur Erreichung wirtschaftlicher Körnermaiserträge zu ermitteln.

Material und Methoden

In der Versuchsstation Herzberg wurden von 1993 bis 1995 zwei zweifaktorielle Versuche mit je 10 Maissorten der frühen und der mittelfrühen Reifegruppe mit Bestandesdichten von 6, 8, 10 und 12 Pflanzen/m² durchgeführt. Die Reihenweite betrug 75 cm. Neben der Ermittlung des Korntrages erfolgten umfangreiche Messungen, Bonituren, Untersuchungen und Auszählungen. Die Ergebnisse des Versuches der mittelfrühen Reifegruppe werden nur mit 8 Sorten dargestellt, da nach dem ersten Versuchsjahr einige Sorten vom Züchter ausgewechselt wurden. 1994 erhielten die Versuche 4 x 25 mm Zusatzregen.

In einem weiteren mehrfaktoriellen Versuch wurde von 1992 bis 1995 die Wirkung einer veränderten Standraumzumessung durch Splitten der Einfachreihe in zwei Reihen (Doppelreihe) mit 30 cm Abstand und mit 8, 10 und 12 Pflanzen/m² auf den Korntrag geprüft (Abb. 1). Von Versuchsanstellern in Frankreich und Belgien wurde über beachtliche Ertragszuwächse, besonders bei Kompaktmaistypen, mit dem Anbau in Doppelreihe gegenüber der Einfachreihe berichtet. Dabei konnte besonders auch mit höheren Bestandesdichten ein zunehmender Korntrag realisiert werden.

Im hier durchgeführten Versuch wurden neben der Kompaktsorte 'Aviso' die Sorten 'Hiro' und 'Helix' angebaut.

Die Versuche standen auf einem anlehmigen Sandboden mit der Ackerzahl 30/33. Sie erhielten neben einer optimalen Grunddüngung 150 kg/ha N.

Ergebnisse

Der Einfluß der Bestandesdichte auf den Korntrag war in hohem Maße sowohl sorten- als auch reifegruppenabhängig. Der in den einzelnen Versuchsjahren sehr gleichgerichtete Verlauf der Ergebnisse weist auf geringe jahresspezifische Reaktionen hin.

Bei den Sorten der frühen Reifegruppe (Tab. 1) brachten 'Green' und 'Logik' bereits mit 6 Pflanzen/m² ihren optimalen Korntrag, der sich mit Zunahme der Bestandesdichte nicht veränderte. Die Sorten 'Helix' und 'Pirat' erreichten mit der Erhöhung der Pflanzenzahl/m² von 6 auf 8 einen signifikanten Ertragszuwachs und damit ihren höchsten Korntrag. Mit weiterer Zunahme der Bestandesdichte blieb 'Helix' ertragsgleich und bei 'Pirat' nahm der Ertrag signifikant ab. Die Sorten 'Aviso', 'Larix' und 'Artic' erreichten mit 10 Pflanzen/m² ihren höchsten Korntrag, der sich bei weiterer Zunahme der Bestandesdichte nicht veränderte. Die übrigen drei Kompaktmaissorten brachten ihren höchsten Korntrag erst mit

12 Pflanzen/m². Eine signifikante Ertragszunahme mit Erhöhung der Bestandesdichte über 6 Pflanzen/m² war aber bereits bei 'Naxos' mit 10, bei 'Apache' mit 8 und 10 und bei 'Bravo' mit 10 Pflanzen/m² zu verzeichnen.

In dem Sortiment der mittelfrühen Reifegruppe (Tab. 2) brachten die Sorten 'Marshall', 'Famison', 'Mona' und 'Soreat' mit Erhöhung der Bestandesdichte über 6 Pflanzen/m² keinen Ertragszuwachs. Während bei 'Mona' der Ertrag in den höheren Bestandesdichten gleich hoch war, lag bei den anderen Sorten nur bis 10 Pflanzen/m² Ertragsgleichheit vor und mit Erhöhung auf 12 Pflanzen/m² nahm der Ertrag signifikant ab. Die Sorte 'Magda' brachte mit der Erhöhung von 6 auf 8 Pflanzen/m² einen signifikanten Ertragsanstieg. Der bei 10 Pflanzen/m² vorliegende gleich hohe Ertrag nahm dann bei 12 Pflanzen/m² signifikant ab. Bei den Sorten 'Pepito', 'Prinval' und 'Boss' wurde mit der Erhöhung der Bestandesdichte von 6 auf 10 Pflanzen/m² ein signifikanter Ertragsanstieg erreicht. Der hier vorliegende Ertrag wurde mit der Erhöhung auf 12 Pflanzen/m² nicht verändert.

Die Ertragskomponenten Tausendkornmasse und Kornzahl je Kolben haben bei den Sorten beider Reifegruppen mit Erhöhung der Bestandesdichte kontinuierlich gleichgerichtet abgenommen (Tab. 3). Mit Zunahme der Bestandesdichte war auch der Trockensubstanzgehalt im Korn rückläufig.

Die Standraumzumessung in Form der Einfach- und Doppelreihe bei unterschiedlicher Bestandesdichte bei der Kompaktmaissorte 'Aviso' brachte in den Einzeljahren keine gleichgerichteten Ertragsergebnisse (Tab. 4).

Bei der Bestandesdichte von 8 Pflanzen/m² bewirkte die Stellung in Doppelreihe nur 1995 einen signifikanten Ertragszuwachs gegenüber der Einfachreihe. Mit der Bestandesdichte von 10 Pflanzen/m² wurden außer 1994 in den drei anderen Jahren mit dem Doppelreihenbau signifikante Mehrerträge von 7,9 bis 11,0 dt/ha gegenüber der Einfachreihe erreicht. Bei 12 Pflanzen/m² konnte nur 1993 mit der Doppelreihenstellung ein signifikanter Mehrertrag realisiert werden. Die in mehreren Jahren angedeuteten Ertragszunahmen sind jedoch statistisch nicht gesichert. Aus dem jährlichen Ertragsverlauf resultierend ergibt sich im Mittel der Jahre mit dem Anbau in Doppelreihe gegenüber der Einfachreihe in den höheren Bestandesdichten mit 10 und 12 Pflanzen/m² ein signifikanter Mehrertrag von 8,6 und 4,5 dt/ha.

Die in der zweijährigen Prüfung mit der veränderten Standraumzumessung bei mehreren Maissorten erreichten Ergebnisse zeigen, daß der Doppelreihenbau auch den Kornertrag von Normalmaistypen beeinflusst (Abb. 2). Sowohl bei der Bestandesdichte mit 8 als auch mit 10 Pflanzen/m² wurden mit der Stellung in Doppelreihe bei allen drei geprüften Sorten signifikante Mehrerträge von 6,3 bis 11,6 dt/ha erreicht. Bei 12 Pflanzen/m² brachte der Anbau in Doppelreihe bei den Sorten 'Aviso' und 'Hiro' keine Veränderung des Kornertrages gegenüber der Einfachreihe. Hier erreichte nur die Sorte 'Helix' einen signifikanten Ertragszuwachs von 10,2 dt/ha.

Resümee

Wie die mehrjährigen Versuchsergebnisse zeigen, kann eine optimale Bestandesdichte für den Mais nur sortenspezifisch benannt werden. Dabei tendieren die Sorten der frühen Reifegruppe, hier vorrangig die zum Kompakttyp zählenden, zu etwas höheren (8 bis 10 Pflanzen/m²) optimalen Bestandesdichten. Größtenteils werden die im Prüfbereich liegenden höheren Bestandesdichten ohne Mehrerträge toleriert.

Bei den Sorten der mittelfrühen Reifegruppe ist der optimale Bereich der Bestandesdichte ebenfalls relativ groß. Hier wird der Höchstertrag teils schon mit 6 Pflanzen/m², teils aber auch erst mit 10 Pflanzen/m² erreicht. Meist reagieren die Sorten, die ihren Höchstertrag bereits mit einer geringeren Bestandesdichte erreichen, bei überhöhter Pflanzenzahl mit einem Ertragsabfall.

Mit dem Anbau des Mais in Doppelreihe und der damit erreichten günstigeren Standraumzumessung konnte eine Erhöhung des Kornertrages nachgewiesen werden. Die Ertragswirksamkeit einer höheren Bestandesdichte ist nur begrenzt eingetreten. Wie die ersten Versuchsergebnisse nachweisen, wird der ertragssteigernde Effekt der Doppelreihe nicht nur bei den Kompaktmaistypen, sondern auch bei einer Maissorte des normalen Wuchstyps wirksam.

Bei einer betriebswirtschaftlichen Betrachtung des Maisanbaues in Form von Doppelreihen ist jedoch der höhere technische Aufwand (doppelte Anzahl Legeaggregate, höhere Belastung der Hydraulikanlage und höherer Zugkraftbedarf) mit dem Kornertrag aufzurechnen.

Tab. 1: Einfluß der Bestandesdichte (Anzahl Pflanzen/m²) auf den Kornertrag (dt/ha bei 86 % TS) ausgewählter Maissorten der frühen Reifegruppe (Mittel aus 1993-1995), VS Herzberg

Sorte	Anzahl Pflanzen/m ²				GD _{5%}
	6	8	10	12	
Naxos	76,3	75,6	82,4 +	<u>86,7 +</u>	3,9
Apache	71,2	76,5 +	76,6	<u>83,5 +</u>	3,9
Aviso	71,3	74,9	<u>78,0 +</u>	78,2	3,9
Helix	79,5	85,6 +	<u>85,4 +</u>	88,1	3,9
Larix	76,8	75,5	<u>82,0 +</u>	83,2	3,9
Bravo	74,7	77,3	78,8 +	<u>83,2 +</u>	3,9
Green	<u>84,5</u>	85,4	83,7	81,2	3,9
Artic	71,7	74,3	<u>77,5 +</u>	78,0	3,9
Pirat	76,6	<u>83,7 +</u>	78,7 °	75,4	3,9
Logik	<u>77,7</u>	76,3	79,5	76,7	3,9
Mittel	76,0	78,5	<u>80,2 +</u>	81,4	2,6

+ signifikante Ertragszunahme
 ° signifikante Ertragabnahme
 — höchster Ertrag

Tab. 2: Einfluß der Bestandesdichte (Anzahl Pflanzen/m²) auf den Kornertrag
(dt/ha bei 86 % TS) ausgewählter Maissorten der mittelfrühen Reifegruppe
(Mittel aus 1993-1995), VS Herzberg

Sorte	Anzahl Pflanzen/m ²				GD ₅ %
	6	8	10	12	
Pepito	83,3	86,5	<u>87,1</u> +	<u>84,1</u>	3,7
Magda	84,2	<u>90,1</u> +	92,1	<u>87,0</u>	3,7
Prinval	84,8	85,7	89,6 +	89,3	3,7
Boss	81,5	83,6	88,7 +	87,2	3,7
Marshall	<u>93,9</u>	90,4	<u>92,0</u>	89,7°	3,7
Fanion	<u>81,8</u>	79,8	83,3	75,6	3,7
Mona	<u>79,8</u>	79,9	81,0	80,8	3,7
Sorent	<u>84,0</u>	83,3	84,4	76,7°	3,7
Mittel	84,2	84,9	<u>87,3</u> +	83,8°	2,3

+ signifikante Ertragszunahme

o signifikante Ertragabnahme

— höchster Ertrag

Tab. 3: Einfluß der Bestandesdichte (Anzahl Pflanzen/m²) auf die Ertragsstrukturkomponenten
und den Trockensubstanzgehalt zur Ernte bei Körnermais
Mittel aus 1993-1995, VS Herzberg

Prüfmerkmal	Anzahl Pflanzen/m ²				GD ₅ %
	6	8	10	12	
Frühe Reifegruppe					
TKM (g)	336	312 °	301 °	280 °	11
Kornzahl/Kolben	401	366 °	354 °	307 °	12
TS (%)	72,7	72,2 °	71,1 °	70,6 °	0,4
Mittelfrühe Reifegruppe					
TKM (g)	336	309 °	292 °	280 °	7
Kornzahl/Kolben	431	400 °	356 °	321 °	16
TS (%)	69,7	69,5	68,7 °	68,4 °	0,5

Tab. 4: Einfluß der Standraumzumessung auf den Kornertrag (dt/ha bei 86 % TS)
der Kompaktmaissorte 'Aviso', VS Herzberg

Anzahl Pflanzen/m ²	8		10		12		GD _{5%}
Reihenform	E	D	E	D	E	D	
1992	99,9	98,8	100,4	110,8	100,6	104,3	10,0
	n.s.		sig.		n.s.		
1993	73,4	77,6	74,9	85,9	73,8	82,4	4,3
	n.s.		sig.		sig.		
1994	105,5	110,3	113,5	118,6	105,5	110,3	9,8
	n.s.		n.s.		n.s.		
1995	102,5	110,3	111,9	119,8	113,6	114,4	5,2
	sig.		sig.		n.s.		
Mittel	95,3	98,2	100,2	108,8	98,4	102,9	4,4
	n.s.		sig.		sig.		

E = Einfachreihe

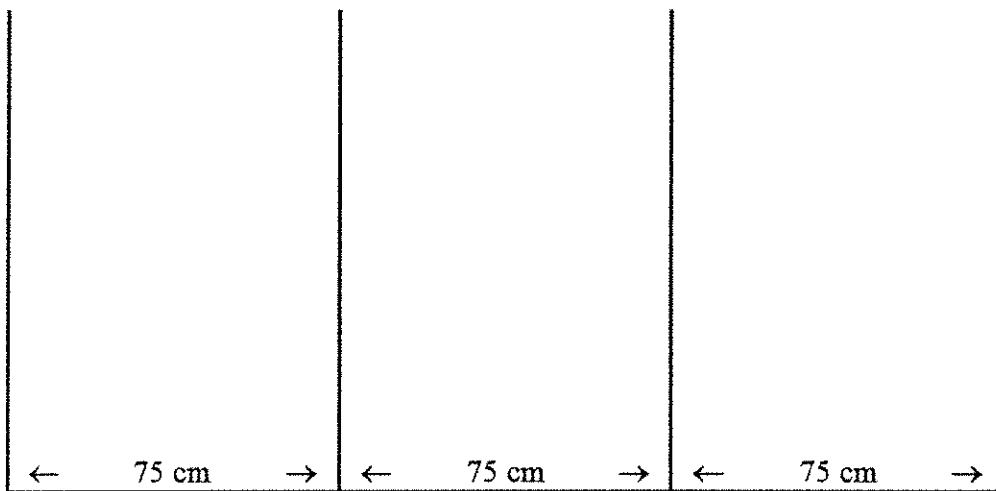
D = Doppelreihe

Anm.: 1992 - 2 x 30 mm Beregnung

1994 - 4 x 25 mm Beregnung

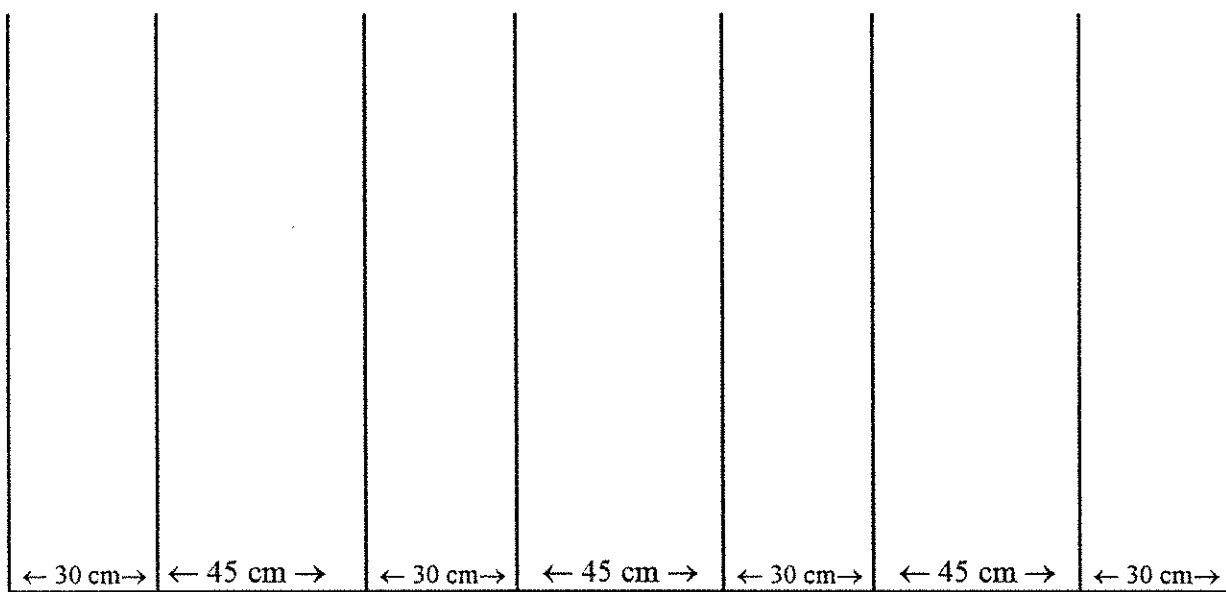
1995 - 3 x 25 mm Beregnung

Einfachreihe



13,3 cm x 75 cm je Pflanze

Doppelreihe



26,6 x 37,5 cm je Pflanze

Abb. 1: Darstellung der Reihenführung bei der Einfach- und Doppelreihe

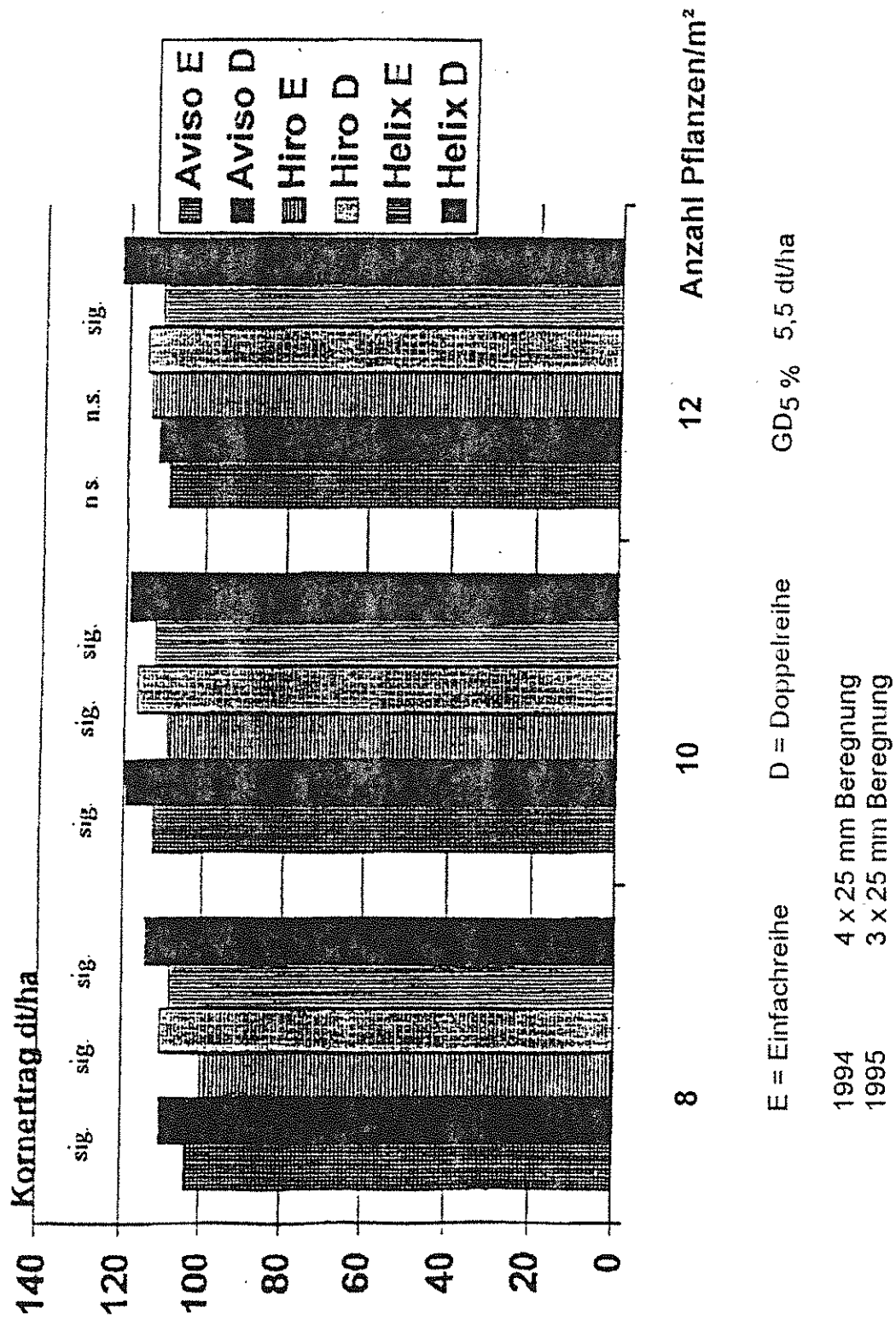


Abb. 2: Einfluß der Reihenform bei unterschiedlicher Bestandesdichte auf den Kornertrag (dt/ha bei 86 % TS) ausgewählter Maissorten (Mittel aus 1994/95, Versuchsstation Herzberg)

Ergebnisse der Landessortenversuche in Sachsen-Anhalt und Hinweise zur Sortenwahl bei Silo- und Körnermais

Dr. J. Naether

Regierungspräsidium Halle, Abt. 5, Dez. 51, Willy-Lohmann-Str. 6a, 06114 Halle

Der **Silomais** hat gegenüber den konkurrierenden Futterpflanzen einen überragenden Platz eingenommen, er liefert das preisgünstigste Grundfutter für die Wiederkäuer.

Durch die große Zahl mehrjährig im Landessortenversuch geprüfter Sorten lassen sich für alle Standorte, Reifezeiten und Produktionsschwerpunkte Sorten mit stabil überdurchschnittlichen Ergebnissen finden, die sowohl Trockenstress (Jahre 1994 und 1995) als auch feucht-kühles Wetter (1996) vertragen. Die großen Sortenunterschiede innerhalb der Reifegruppen sollten bewußt und gezielt genutzt werden. Die später reifenden Sorten bringen keine Garantie für Mehrleistungen, erhöhen aber oft die Risiken in Bezug auf die Qualitätskriterien (TS-Gehalt, Kolben- bzw. Stärkeertrag, Energiedichte).

Kolbenbetonter Silomais liefert die erforderliche hohe Energiekonzentration für die Bedarfsdeckung bei deutlich steigender Milch- und Mastleistung pro Rind. Energiedichte und Milchleistung müssen während der Laktationskurve stets in Übereinstimmung gehalten werden. Vor allem Sorten mit beschleunigter Kolbenabreife werden oft zu früh abgeerntet, noch mögliche Stärkeeinlagerung wird dabei verschenkt. Es sollte darauf geachtet werden, daß der TS-Gehalt der Gesamtpflanze wenigstens 28 % erreicht, um von vornherein Gärsaftverluste auszuschließen. Kolbenreiche Bestände sind erst ab 32 % Gesamt-TS-Gehalt zu silieren. Optimaler Siliertermine für die staygreen-Sorten ist das Erscheinen des schwarzen Abschlußgewebes (engl. black layer) am Kornansatz auf der Spindel. Die schwarze Schicht zeigt an, daß die Nährstoffeinlagerung ins Korn beendet ist. Intensive Zerkleinerung und schnelle Verdichtung im Silo sind unverzichtbar. Die Nachzerkleinerung über Reibböden und Quetschwalzen ist nötig, damit jedes Korn beschädigt wird und von den Rindern verdaut werden kann, ohne daß die Strukturwirksamkeit der Maissilage verloren geht.

Die voll ausgereifte Maisstärke wird zur Hälfte vom Wiederkäuer erst im Dünndarm verdaut. Dieser Stärkeabbau über den Glycolysezyklus ist energetisch günstiger als über die Pansenmikroben.

Durch die kühle und sonnenscheinarme Witterung fielen die Silomaiserträge 1996 niedrig aus. Wegen relativ geringer Kolbenerträge sowie niedriger TS-Gehalte muß insgesamt von einer schlechten Saison gesprochen werden. Davon ausgenommen sind nur die mehr nördlich gelegenen D-Standorte, weil die Feuchtigkeit kein begrenzender Faktor war. Die geforderte hohe Futterqualität konnte nur von frühen und kolbenbetonten Sorten erreicht werden.

Aktuelle Ergänzung der Sorten mit bestätigter Anbaueignung für Sachsen-Anhalt .

Silomais- Sorten mit Betonung im Gesamtertrag:

frühe RG:	HELIX	mittelfrühe RG:	MAGISTER
	GREEN		HARPUN
	RASANT (zweijährig)		TUNICA

Silomais - Sorten mit Betonung im Kolbenanteil und Kolbenertrag:

frühe RG:	REX	mittelfrühe RG:	BANGUY (zweijährig)
	ARAL (zweijährig)		TÜRKIS (zweijährig)
	ARSENAL (zweijährig)		FRIVOL (zweijährig)

Sorten mit sehr früher Siloreife für die klimatisch ungünstigen Lagen:

HUSAR

JANNA

ARAL, ARSENAL, RASANT, LINCOLN (alle zweijährig)

Tabellen:

- Empfohlene Silomaissorten (Stand 1996)
- LSV besere Böden: fr. + mfr. Sortiment
- LSV D-Standorte: fr. + mfr. Sortiment

Die feucht-kühle Saison 1996 hat die klimatischen und wirtschaftlichen Grenzen für den **Körnermaisanbau** deutlich gezeigt. Auf den klimatisch bevorteilten Standorten , dort wo es unter schwierigen äußeren Bedingungen auch 1996 gelang mit hohen Marktleistungen abzuschließen, wird die Bedeutung des Körnermaises weiter steigen und eine feste Säule im Anbauprofil werden. Besonders in den klimatisch benachteiligten Gebieten wird dagegen der gezielten Erzeugung kraftfutterähnlicher Silagen größere Aufmerksamkeit geschenkt. Silagen werden künftig eine feste Position auf dem Markt erhalten.

Durch die verzögerte Abreife konnte die Körnermaisernte erst ab Ende Oktober beginnen. Die wenig abgetrockneten Pflanzen lieferten ein noch sehr feuchtes Erntegut. In den Landessortenversuchen lagen die TS-Gehalte im Korn 6-8 % niedriger gegenüber dem Mittel der Jahre 1994 und 1995. Auf den Lößböden im Süden gab es einen verstärkten Befall mit Fusarium-Stengelbruch bei sehr starker Sortendifferenzierung. Insbesondere Sorten, die

schnell in der Restpflanze abreifen, wurden stark betroffen und es trat stärkeres Lager auf. Sorten mit grün bleibenden Stengel (stay green-Charakter) behielten deutlich länger Stabilität. Fusariumresistente Sorten sind unverzichtbar für die Marktproduktion von trockenem Körnermais. Über die Sorten beim Körnermaisanbau sollte stets in folgender Reihenfolge entschieden werden:

1. Frühreife

2. Standfestigkeit

3. Ertrag

Die Qualität der Aussaat entscheidet wesentlich über den Ertrag. NP-Unterfußdüngung sollte als Standardverfahren angewendet werden. Wenn in 5 cm Tiefe anhaltend 8° C überschritten werden, ist zügig mit der Saat zu beginnen. Auch 1996 profitierten die Anbauer, die gut vorbereitet die schnelle Bodenerwärmung ab Mitte April optimal nutzen konnten.

Um ausgehend von den Erträgen im Feldversuch die Sorten auch in betriebswirtschaftlicher Sicht besser zu charakterisieren, wurde die bereinigte Marktleistung errechnet. Sie berücksichtigt nach einheitlichem Berechnungsschema den Trocknungsschwund und die Trocknungskosten. Berechnungsgrundlage waren:

Umrechnungsfaktor Trockenschwund 1,30; Trocknungskosten 0,13 DM/Prozent Gesamtfeuchte; 26,50 DM/dt Vergütung für das Abrechnungsgewicht (15 % Endfeuchte); zuzüglich 9 % Mehrwertsteuer.

Zusammen mit der bereinigten Marktleistung haben für den Körnermais aus den aktuellen LSV die nachfolgenden Sorten ihre besondere Anbaueignung mehrjährig nachgewiesen:

sehr frühe Reife vorangestellt:	JANNA, OURAL
frühes Sortiment :	HELIX, GREEN
mittelfrühes Sortiment :	FANION, BANGUY, BAHIA, HARPUN

Tabellen:

- Empfohlene Körnermaissorten (Stand 1996)
- LSV bessere Böden: fr. + mfr. Reifegruppe
- LSV D-Standorte: fr + mfr. Reifegruppe

Für den Körnermais in Sachsen-Anhalt besonders geeignete Sorten, Stand 1996

Reifegruppe früh		Reifegruppe mittelfrüh	
aus aktuellen LSV	aus früheren LSV	aus aktuellen LSV	aus früheren LSV
Helix, W	Apache	Fanion, W	Boss
Green, W, sp	Aviso	Harpun	General, W
Janna, fr.	Bravo	Bahia	Mona
	Gamma, W	Bourbon, Löß	Prinval, sp.
	Husar, fr.	Oural, fr.	Sorent, sp.
		(Banguy, 2j.)	

(2j) = vorläufig aus zweijähriger Prüfung; fr/sp = frühe bzw. späte Reife beachten
Löß = besondere Vorteile auf besseren Böden W = gute Wasserversorgung erforderlich

Ergebnisse der Landessortenversuche Körnermais 1994 - 1996: Frühes Sortiment auf den besseren Böden (Löß)

Merkmal	Kornertrag (dt/ha) relativ zur Bezugsbasis				lagernde Pflanzen zur Reife %			Bereinigte Marktleistung DM/ha relativ		
	1994	1995	1996		1994	1995	1996	1994	1995	1996
	N=5	N=7	N=8		N=5	N=7	N=8	N=5	N=7	N=8
Anzahl Orte	104,6	91,2	69,7		8,4	15,1	25,2	2547	2301	1507
Mittel BB										
Sorte										
Bison	98	93			15,4	41,4				
Graf	103	104			14,4	26,0				
Jericho	99	100	99		6,8	19,6	29	98	96	101
Mephisto	98	103	90		6,8	11,4	21,5	94	96	95
Bravo	103	100			6,3	11,6				
Janna	91	92	95		6,2	15,7	31,8	95	92	100
Husar	99	101			4,7	5,4				
Gamma	107	106			2,0	3,2				
Helix	109	112	113		2,6	7,4	9,8	108	107	117
Atis	104	101	100		11,8	20,9	25,4	102	97	97
Caraipe	97	104	97		9,8	11,4	21,5	96	100	97
Green	111	114	107		13,7	13,4	29,0	108	110	106
Anjou 207		105	93			14,0	36,8		100	92
Aral		106	100			21,2	33,9		101	98
Arsenal		110	101			20,4	40,7		107	102
Narval		107	94			5,1	31,6		102	93
Forum			102				10,2			105
Loft			111				10,0			109
Loyal			100				33,4			103
Santiago			112				14,1			110
Achat			115				14,0			113
Toledo			110				21,1			107
Trumpf			98				34,1			101
Antares			105				19,3			104
Volvik			105				29,5			101

Ergebnisse der Landessortenversuche Körnermais 1994-1996: Mittelfrühes Sortiment auf den besseren Böden (L.öB)

Merkmal	Korntrag (dt/ha) relativ zur Bezugsbasis			lagernde Pflanzen zur Reife %			Bereinigte Marktleistung DM/ha relativ		
	1994 N=5	1995 N=6	1996 N=8	1994 N=5	1995 N=6	1996 N=8	1994 N=5	1995 N=6	1996 N=8
Jahr	1994	1995	1996	1994	1995	1996	1994	1995	1996
Anzahl Orte	N=5	N=6	N=8	N=5	N=6	N=8	N=5	N=6	N=8
Mittel BB	106,0	94,4	69,5	4,3	10,0	18,6	2531	2241	1476
Sorte									
General	96	100	109	1,5	3,5	7,1	96	99	111
Magda	97	98		9,3	28,7				
Marshall	107	105		12,0	33,1				
Boss	100	97		0,8	8,6				
Azur	98	93		4,4	(6,9)				
Bahia	97	108	104	0,8	3,0	13,5	98	107	105
Markus	99	97	96	8,8	11,9	10,4	99	98	101
Oural	103	100	100	0,4	9,1	24,9	104	102	102
Blitz	93	97		0,9	2,3				
Bourbon	98	104	99	2,1	5,6	10,8	98	102	97
Harpun	104	102	105	3,5	2,3	11,4	103	99	105
Nicola	100	96	97	14,8	7,5	19,1	99	95	92
Tunica	102	100	91	2,4	6,4	30,4	102	98	89
Fanion	108	111	114	0,9	0,0	10,4	(105)	(123)	(130)
Trend	(110)	(103)	(93)	(2,3)	(6,2)	(53,2)	(102)	(114)	(100)
Balsamo		100	100		6,3	22,7		100	101
Legat		95			16,9			110	115
Banguy		113	116		10,4	17,0			105
Electra		102	109		8,4	25,5		100	113
Illas			115			13,7			113
Lenz			113			11,4			101
Tomasso			102			39,4			115
Türkis			114			19,2			108
Unico			108			23,6			101
King			104			12,9			101
Marignan			105			23,6			(109)
Safrane			102			22,3			
Prestige			115			9,6			(111)

Ergebnisse der Landessortenversuche Körnermais 1995 und 1996:
Frühe Reifegruppe auf den D-Süd-Standorten

Jahr	Kornertrag (dt/ha) relativ zur Bezugsbasis		TS-Gehalt Korn relativ zur Bezugsbasis		lagernde Pflanzen zur Reife in %		Bereinigte Marktleistung DM/ha relativ	
	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996
Mittel BB	86,3	83,4	73,1	67,3	12,9	4,1	2091	1878
Sorte								
Janna	86	92	108	105	12,5	2,5	91	97
Helix	108	103	100	100	7,4	1,0	109	103
Atis	102	103	99	99	12,9	1,4	101	102
Caraibe	100	101	100	100	7,6	5,8	100	101
Green	105	111	99	100	7,2	2,4	104	110
Jericho	87	98	99	102	21,1	3,3	86	99
Mephisto	96	100	98	97	13,1	4,1	94	97
Anjou 207	102	95	99	99	16,3	8,3	101	94
Aral	110	96	100	100	13,4	11,3	110	96
Arsenal	105	101	99	101	21,8	10,4	104	101
Narval	101	99	99	98	8,7	2,6	100	97
Forum		99		100		1,0		99
Loft		107		100		0,9		107
Loyal		97		101		11,8		98
Santiago		107		97		3,2		103
Achat		107		100		0,4		107
Toledo		109		97		1,5		106
Trumpf		100		102		3,7		102
Antares		106		99		1,3		105
Volvik		105		98		4,5		103

Ergebnisse der Landessortenversuche Körnermais 1996:
Mittelfrühe Reifegruppe auf den D-Süd-Standorten

Merkmal	Kornertrag (dt/ha) relativ	TS-Gehalt Korn relativ	lagernde Pflanzen zur Reife in %	Bereinigte Marktleistung DM/ha relativ
Mittelwert	83,4	64,6	2,8	1800
Sorte				
Bahia	99	100	0,7	99
Balsamo	101	102	1,6	103
General	97	101	3,9	98
Ilias	100	100	0,5	100
Lenz	101	100	3,1	101
Markus	92	104	2,5	96
Oural	99	102	0,7	101
Tomasso	102	100	2,1	108
Bourbon	92	98	1,9	91
Türkis	103	102	2,2	106
Unico	101	101	2,1	102
Banguy	101	99	4,2	100
Electra	106	99	4,6	106
Harpun	103	100	1,3	102
King	100	101	4,1	101
Marignan	106	98	1,3	103
Nicola	98	97	2,6	95
Tunica	101	101	4,0	102
Fanion	104	99	2,6	103
Safrane	101	100	3,1	101
Trend	93	101	9,5	94
Prestige	100	95	2,8	95

Silomaisorten mit spezifischer Anbaueignung für Sachsen-Anhalt und das Gebiet der neuen Bundesländer, Stand 1996

Sortentyp	hoher Gesamt-TM- und Energieertrag		kolbenbetonter Wuchstyp		sehr frühe Abreife der Gesamtpflanze für < 15 °C Mai - Sept.
	mittlerer Kolbenanteil	unterdurchschnitt- licher Kolbenanteil	mittlerer TM-Ertrag	unterdurchschnittlicher TM-Ertrag	
frühe Siloreife	Diamant D Beketrio D, L Challenger w Kid w Trophee fr.	<u>Helix</u> Pirat D, L Graf L Mephisto D, sp. <u>Green</u> sp., w (Rasant 2 j.)	Facet fr. Larix <u>Rex</u> fr. <u>Husar</u> fr. D-Nord (Aral 2 j.) (Arsenal 2 j.)	Apache D Aviso Cargiker L Naxos D Bravo D	Aura Alarik Facet Trophee <u>Rex</u> <u>Janna</u> D <u>Husar</u> (Lincoln 2 j.)
mittelfrühe Siloreife	<u>Magister</u> (Ko), sp. Marshall Ko Prinval Nicola D, L, sp. (Electra 2 j.)	Helga L, sp. Helmi D, L Eviva <u>Harpun</u> sp. <u>Tunica</u>	Kalif L, fr. (Banguy 2 j.) (Türkis 2 j.)	Boss D Lixis L Oural fr.	Magda D, L Kalif Oural (Frivol 2 j.)

Sorte: spezifische Anbaueignung neu ausgesprochen; (2j.): vorläufige Einschätzung; D: gute Leistung auf D-Standorten; w: gute Wasserversorgung erforderlich; L: Mängel in der Standfestigkeit; fr: frühe Siloreife; sp: späte Abreife, deshalb besonders für die warmen Standorte; Ko: hoher Kolbenanteil

Ergebnisse relativ zum Mittel der Bezugsbasis (BB) der Landessortenversuche
 Silomais 1994-1996: Frühes Sortiment auf den besseren Böden

Merkmal	Energieertrag: KSTE/ha relativ			TM-Ertrag Kolben: dt/ha relativ		
	1994	1995	1996	1994	1995	1996
Jahr	1994	1995	1996	1994	1995	1996
Anzahl Orte	N=7	N=7	N=7	N=7	N=7	N=7
Mittel BB	10015	10427	9360	96,1	97,0	73,5
Sorte						
Facet	104	99		106	102	
Bison	98	99		97	100	
Graf	100	102		95	98	
Trophee	101	100		102	100	
Bravo	104	102		106	102	
Jericho	99	97	96	98	95	100
Larix	97	103		97	105	
Mephisto	101	101	100	99	96	95
Naxos	96	97		100	101	
Aura	89	90		87	89	
Apache	(96)	(96)		(100)	(101)	
Janna	97	98	101	96	98	100
Husar	97	100	101	97	101	104
Helix	105	104	100	101	99	96
Rex	105	109	102	106	109	105
Atis	98	100	101	98	100	99
Caraibe	99	101	98	94	97	97
Gamma	100	101		93	99	
Green	99	105	107	90	97	103
Lincoln		99	97		105	103
Aral		104	101		104	102
Arsenal		105	99		106	103
Rasant		102	102		102	105
Bodo			98			102
Forum			94			96
Loyal			95			100
Santiago			104			105
Achat			102			101
Toledo			102			101
Impact			100			91
Antares			101			102
Volvik			101			101

() nicht an allen Orten geprüft

Ergebnisse relativ zum Mittel der Bezugsbasis (BB) der Landessortenversuche Silomais
1994-1996: Mittelfrühes Sortiment auf den besseren Böden

Merkmal	Energieertrag: KSTE/ha relativ			TM-Ertrag Kolben: dt/ha relativ		
	1994	1995	1996	1994	1995	1996
Jahr						
Anzahl Orte	N=6	N=8	N=8	N=6	N=8	N=8
Mittel BB	10635	9875	9118	99,3	93,1	71,5
Sorte						
Eviva	95	99		91	99	
General	97	100	98	99	103	102
Magda	101	99		102	102	
Legat	98	98		96	92	
Kalif	104	105		106	106	
Nicola	105	100	101	105	98	100
Granat	96	101		95	103	
Markus	98	98	96	98	98	99
Oural	99	94		106	100	
Blitz	93	93		93	94	
Harpun	98	101	101	96	100	102
Magister	108	107	105	106	105	102
Tunica	99	99	99	97	95	94
Trend	(101)	(101)	(90)	(107)	(103)	(95)
Galice	104	104		95	95	
Balsamo		95	92		99	98
Kanzler		99	104		99	105
Dictus		104	107		100	99
Frivol		99	98		105	102
Türkis		99	105		103	110
Bosco		98	100		96	101
Electra		102	107		104	108
Banguy		(105)	(102)		(108)	(107)
Ilias			106			106
Latour			103			102
Lenz			103			105
Tomasso			96			107
List			108			104
Major			113			102
Unico			103			104
King			103			104
Safrane			(102)			(99)
Mozart			(106)			(100)

() nicht an allen Orten geprüft

Ergebnisse relativ zum Mittel der Bezugsbasis (BB) der Landessortenversuche Silomais
1995 und 1996: Frühe Reifegruppe auf den D-Süd-Standorten

Merkmal	Energieertrag KSTE/ha		TM-Ertrag Kolben		TS-Gehalt Gesamtpflanze		TS-Gehalt Kolben	
	relativ zum Mittel der Bezugsbasis							
Jahr	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996
Anzahl BB	9230	9843	83,0	86,6	39,9	32,4	57,9	51,1
Sorte								
Arsenal	105	100	107	103	95	100	97	99
Helix	106	99	102	93	93	96	97	100
Husar	97	99	97	99	103	102	103	104
Janna	98	98	97	98	99	99	107	103
Jericho	88	94	87	96	97	102	97	101
Lincoln	94	100	96	103	111	103	103	102
Mephisto	105	100	102	98	99	97	97	96
Rasant	106	107	107	103	98	99	97	97
Rex	102	103	104	107	104	101	102	98
Atis	(95)	(97)	(89)	(98)	(90)	(99)	(92)	(99)
Caraibe	(97)	(100)	(91)	(102)	(92)	(99)	(96)	(98)
Green	(98)	(104)	(79)	(102)	(88)	(92)	(87)	(97)
Facet	96	(96)	99	(102)	110	(106)	103	(100)
Graf	99	(99)	96	(99)	102	(104)	100	(102)
Larix	101	(99)	99	(105)	100	(102)	94	(99)
Trophee	95	(100)	94	(96)	103	(98)	99	(96)
Bravo	(99)	(94)	(105)	(96)	(104)	(104)	(100)	(99)
Naxos	(98)	(91)	(103)	(93)	(105)	(97)	(101)	(100)
Aral	105	100	107	101	96	99	97	98
Bodo		95		99		111		105
Forum		91		92		103		105
Loyal		96		101		104		102
Santiago		100		102		96		104
Achat		99		97		94		105
Toledo		101		101		97		102
Impact		98		92		95		98
Antares		97		100		103		101
Volvik		101		102		98		99

1995 = 4 Orte; 1996 = 8 Orte;
() nicht an allen Orten geprüft

Ergebnisse relativ zum Mittel der Bezugsbasis (BB) der Landessortenversuche Silomais
1995 und 1996: Mittelfrühe Reifegruppe auf den D-Süd-Standorten

Merkmal	Energieertrag KSTE/ha		TM-Ertrag Kolben		TS-Gehalt Gesamtpflanze		TS-Gehalt Kolben	
	relativ zum Mittel der Bezugsbasis							
Jahr	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996
Mittel BB	9779	9820	87,7	85,9	37,0	30,5	26,6	21,3
Sorte								
Balsamo	90	92	96	97	114	108	116	107
Banguy	107	101	112	103	103	100	100	98
Bosco	100	100	95	102	94	99	95	98
Dictus	100	101	93	92	89	94	90	98
Electra	99	107	98	106	100	97	101	97
Frivol	93	96	96	102	107	106	107	105
General	96	94	96	94	102	100	102	99
Harpun	100	98	99	95	95	99	94	101
Kanzler	96	98	94	99	107	111	113	116
Magister	112	107	107	101	91	93	92	96
Nicola	104	104	104	102	95	92	94	90
Trend	104	99	109	104	100	100	97	96
Tuerkis	98	103	100	104	102	100	101	99
Eviva	96	(100)	89	(97)	108	(101)	116	(103)
Kalif	113	(102)	117	(102)	105	(93)	105	(92)
Magda	99	(100)	97	(101)	106	(105)	109	(105)
Markus	91	(90)	95	(91)	105	(106)	104	(107)
Tunica	97	(102)	92	(98)	97	(102)	101	(109)
Ilias		100		98		97		96
Latour		101		98		100		102
Lenz		102		103		99		97
Tomasso		97		103		107		104
List		104		100		99		102
Major		106		98		95		102
Unico		102		102		100		100
King		102		101		97		96
Safrane		103		105		94		90
Mozart		104		102		95		100

1995 = 4 Orte; 1996 = 8 Orte;
() nicht an allen Orten geprüft

Ist Mulchsaat eine Alternative im Maisanbau?

HOFMANN, B.; STEINERT, K.

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Landwirtschaftliche Fakultät

Institut für Acker- und Pflanzenbau und Institut für Agrartechnik und Landeskultur

1. Einleitung

Im Entwurf des Bodenschutzgesetzes der BRD wird in besonderem Maße eine standortbezogene landwirtschaftliche Bodennutzung gefordert. Dabei sollen Wind- und Wassererosionen sowie schädliche Bodenverdichtungen langfristig vermieden bzw. vermindert und die biologische Aktivität sowie die Gefügeentwicklung der Böden nachhaltig gefördert werden. Mais gilt als besonders erosionsgefährdet, da zwischen der Ernte der Getreidevorfrucht sowie dem Schließen des Maisbestandes bis zu 11 Monate vergehen können, in denen der Boden ohne schützende Vegetationsdecke ist. Wind- und Wassererosionen sind deshalb bei Mais häufig zu beobachten. Auf erosionsgefährdeten Standorten kann dies bereits in kurzer Zeit zu irreversiblen Bodenschäden führen, welche die Höhe und Sicherheit der Erträge negativ beeinflussen und zu Umweltschäden beitragen (Gewässereutrophierung).

Der Anbau von schnellwüchsigen, über Winter abfrierenden Sommerzwischenfrüchten und die nachfolgende Mulchsaat haben sich im mitteldeutschen Raum auch zu Mais bewährt und stellen einen wesentlichen Bestandteil gefügeschonender und erosionsmindernder Anbauverfahren dar. Unter den Bedingungen des Mitteldeutschen Trockengebietes mit durchschnittlichen Jahresniederschlägen von 450 mm gewinnen Strohmulchverfahren an Bedeutung, da sie sehr kostengünstig sind und zur verbesserten Speicherung des Bodenwassers beitragen können. Die Direktsaat ist mit weiteren Arbeitszeit-, Energie- und Kosteneinsparungen verbunden, aber kann infolge vorhandener Probleme beim Pflanzenaufgang sowie einer verzögerten Bodenerwärmung und Bestandesentwicklung der landwirtschaftlichen Praxis noch nicht allgemein empfohlen werden. Es ist jedoch zu erwarten, daß mit fortschreitender Entwicklung von Direktsaatmaschinen diese Probleme gelöst werden können. Für die Direktsaat im Trockengebiet spricht auch ein ausgeprägter wasserkonservierender Effekt durch den Mulch aus pflanzlichen Reststoffen.

Mit den Verfahren der konservierenden Bodenbearbeitung sind folgende Ziele verbunden: wirksame Herabsetzung der Wind- und Wassererosionen,

- Reduzierung des Nährstoffaustrages während der Herbst- und Wintermonate infolge Konservierung des leichtlöslichen Nitratstickstoffs durch die Stoppelfrucht oder bei der Strohrotte,
- Förderung des Gareaufbaus durch Bodenbedeckung und intensive Durchwurzelung der Stoppelfrucht,
- Verhinderung von Gefügeschäden in Ackerkrume und Krumbasis,
- Einschränkung unproduktiver Verdunstung,
- Senken des Aufwandes an Arbeitszeit, Energie und Kosten.

Zu unterscheiden sind folgende Verfahren der Grundbodenbearbeitung zu Mais:

- konventionell, wendende Bearbeitung durch Herbst- oder Saarfurche,
- Mulchsaat mit und ohne Saabettbereitung (Sommerfurche zur Zwischenfrucht, konservierende Zwischenfruchtbestellung, Strohmulch),
- Direktsaat, keine Bearbeitung nach der Vorfruchternte.

Mulchsaaten ohne Saatbettbereitung stellen gemäß KTBL-Definition keine Direktsaat dar, sofern zum Etablieren des Zwischenfruchtbestandes eine Grundbodenbearbeitung durchgeführt wurde. Strohmulchverfahren sind bei wendender Bodenbearbeitung nicht möglich.

2. Wirkungen des Zwischenfruchtbaus

Der Zwischenfruchtbau (speziell ist der Sommerzwischenfruchtbau gemeint) beeinflusst die bodenphysikalischen Eigenschaften günstig, da durch die langandauernde Bedeckung und intensive Durchwurzelung des Bodens die biologische Verbauung des Bodens und gefügebildende Vorgänge gefördert werden. Eine Bedeckung des Bodens mit Pflanzenreststoffen (Stroh, Zwischenfruchtreste) bewirkt eine verminderte Verschlammung bzw. Verkrustung der Bodenoberfläche und führt zu einer Verbesserung der Niederschlagsaufnahme. Sowohl auf leichten Sandstandorten (lehmiger Sand) als auch auf den Schwarzerden (lehmiger Schluff) bilden sich in Krume und Krumenbasis optimale Gefügeeigenschaften.

Anbauverfahren	TRD g/cm ³	GPV Vol.-%	k _r -Wert m/d
1. Herbstfurche bei < 80% FK ¹	1,49	9,7	0,11
2. Phacelia-Mulchsaat mit SBB	1,43	13,0	0,26
3. Phacelia-Mulchsaat ohne SBB	1,38	13,8	0,28

¹ Feldkapazität

Tab.1: Einfluß verschiedener Maisanbauverfahren auf Lagerungsdichte (TRD), Grobporenvolumen (GPV) und gesättigte Wasserleitfähigkeit (k_r-Wert) in der Krumenbasis (28-34 cm) unter Silomais auf Löß-Schwarzerde

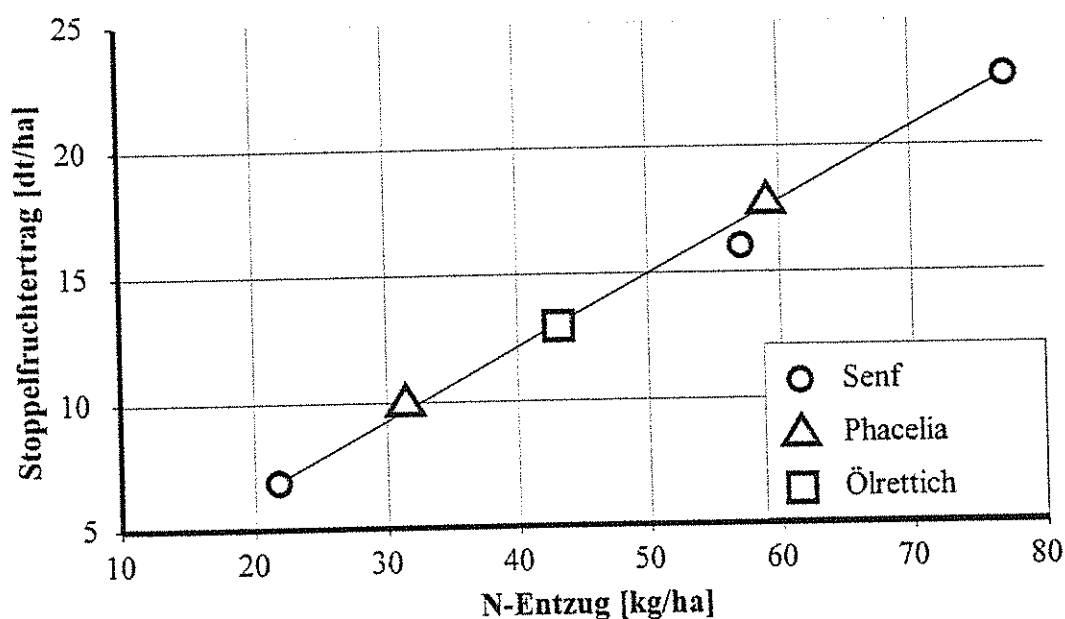


Abb.1: Einfluß des Stoppelfruchtertrages auf den N-Entzug (oberirdische Pflanzenteile) einer degradierten Löß-Schwarzerde (lehmiger Schluff)

Ein besonderer Vorteil des Zwischenfruchtbaus besteht darin, daß durch den Zwischenfruchtbestand leichtlöslicher Stickstoff aus dem Boden aufgenommen, organisch gebunden und so vor Verlagerung geschützt wird. Bei Erträgen von 20 dt/ha TM werden 80 ...130 kg N /ha (davon 60 ...80 kg N /ha in den oberirdischen Pflanzenteilen) durch die Stoppelfrüchte kon-

serviert (Abb. 1). Durch Remineralisation der leicht umsetzbaren Zwischenfruchtrückstände werden je nach Witterungsbedingungen durch den Mais 30 ... 50 % dieses Stickstoffs genutzt. Daher können Abschläge in der mineralischen N-Gabe vorgenommen werden. Besonders wirkungsvoll ist die N-Bindung durch Zwischenfrüchte bei organischer Düngung. In Verbindung mit dem Anbau von Zwischenfrüchten können in den Sommermonaten größere Mengen an Gülle sinnvoll eingesetzt und Auswaschungsverluste sowie Grundwasserbelastungen verringert werden.

Im Mitteldeutschen Trockengebiet, das durch mittlere Jahresniederschläge unter 500 mm gekennzeichnet ist, reichen die in den Wintermonaten fallenden Niederschläge oft nicht aus, um die Feldkapazität des Bodens bis in tiefere Schichten wieder aufzufüllen. Einen maßgeblichen Einfluß auf den Wasserentzug insgesamt und die tiefenabhängige Ausnutzung der Vorräte im Bodenprofil übt der Zwischenfruchtertrag aus (Abb. 2). Für einen Aufwuchs von 6,3 dt/ha TM Senf wurden 47 mm, für 16,9 und 22,2 dt/ha TM 69 bzw. 82 mm pflanzenverfügbares Wasser zusätzlich verbraucht, wobei mit steigendem Ertrag eine zunehmende Ausschöpfung bis in 90 cm Tiefe festgestellt werden konnte. Bei vergleichbaren TM-Erträgen traten zwischen den verschiedenen Stoppelfrüchten (Phacelia, Ölrettich, Gelbsenf) im Wasserentzug nur unbedeutende Differenzen auf. Untersuchungen zum Bodenwassergehalt im Frühjahr zeigten jedoch, daß zwischen Herbstfurche und der abgefrorenen Stoppelfruchtfläche zumeist keine gravierenden Unterschiede im Bodenwassergehalt bestanden. Das deutet darauf hin, daß durch die Bodenbedeckung die Evaporationsverluste (unproduktive Verdunstung) vermindert wurden, so daß der zusätzliche Wasserverbrauch durch die Zwischenfrucht teilweise kompensiert wird.

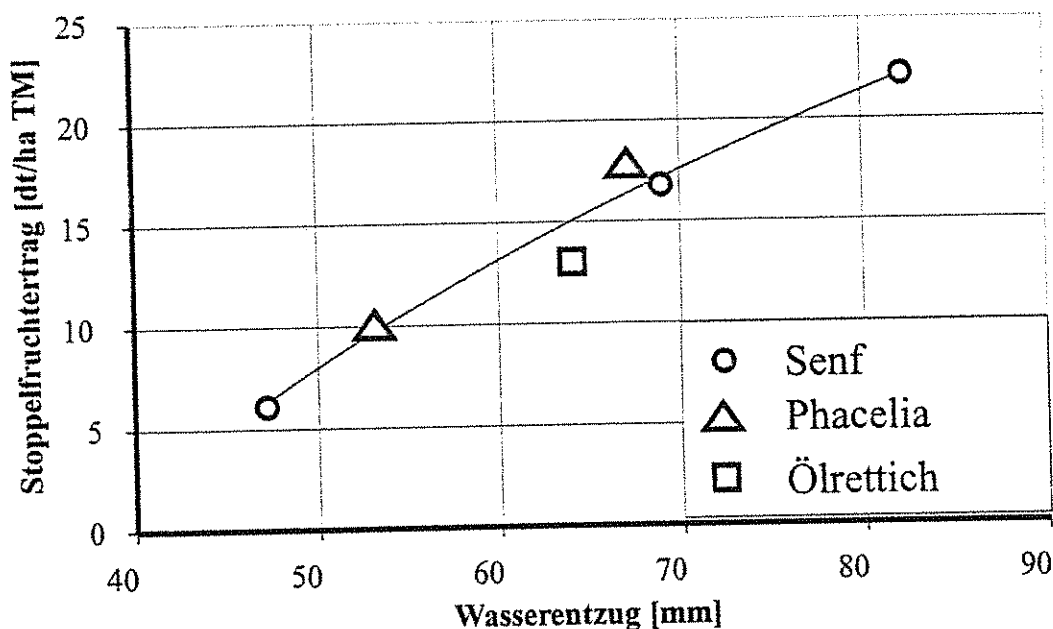


Abb. 2: Einfluß des Stoppelfruchtertrages auf den Wasserentzug bei einer degradierten Löß-Schwarzerde (lehmiger Schluff)

Auf den tiefgründigen Schwarzerdeböden im Trockengebiet kann ein intensiver Zwischenfruchtbaufolge des hohen Wasserentzuges problematisch sein. Hier sollte besser das Stroh der Vorfrucht in Oberflächennähe belassen werden (Strohmulch), um die Wasserverluste einzuschränken. Ein Zwischenfruchtanbau ist dann besonders zu empfehlen, wenn kein Wasserdefizit vorliegt, N-Überhänge nach der Vorfruchternte bestehen und wenn es gilt, leichtlösliche Nährstoffe aus Gülle festzulegen. Durch staatliche Förderprogramme wäre ein zusätzli-

cher Anreiz für den risikobehafteten Sommerzwischenfruchtbau gegeben. Beim Stoppel-fruchtbau ist darauf zu achten, daß keine zu üppigen Bestände entstehen, die einen hohen Wasserverbrauch verursachen. Das ist durch eine Saat in der zweiten Augushälfte und verminderte Stickstoffdüngung zu erreichen. Vorteilhaft kann sich auch eine pfluglose Bestellung der Sommerzwischenfrucht auswirken, bei der das Stroh oberflächennah eingemulcht wird.

Auch auf den leichten und flachgründigen Böden, die nur eine geringe Feldkapazität aufweisen und deren Wasserdefizit in den Wintermonaten in der Regel aufgefüllt werden kann, bietet der Sommerzwischenfruchtbau Vorteile. Bei einer rechtzeitigen Saat und ausreichender Nährstoffversorgung (Gülle) sind optimale Trockenmasseerträge erreichbar. Die damit verbundenen erwünschten Effekte des Zwischenfruchtbaus (Stickstofffestlegung, Zuführung an leicht umsetzbarer organischer Substanz, Gareförderung, Gefügestabilisierung) wirken sich positiv auf die Ertragsentwicklung der Folgefrucht aus. Zudem wird durch die Bedeckung des Bodens mit abgefrorenen Zwischenfruchtrückständen die Evaporation herabgesetzt und somit die Ertragssicherheit verbessert.

3. Zwischenfruchtbestellung

Als Sommerzwischenfrüchte kommen neben Phacelia und Buchweizen vor allem kruzifere Arten (Senf, Ölrettich) in Frage. Hinsichtlich der ökonomischen Bewertung sind besonders geringe Saatgutkosten bedeutsam, so daß die teuren großkörnigen Leguminosen oder Kleearten ausscheiden. Andererseits darf die Zwischenfrucht bei der Bestellung des Maises keine Probleme bereiten. Sonnenblumen und Gräser sind deshalb weniger geeignet. Stehen Zuckerrüben in der Fruchtfolge, sind unbedingt nematodenresistente Senf- und Ölrettichsorten zu verwenden. Am häufigsten wird für die Mulchsaat Senf angebaut, der sich durch Spätsaatverträglichkeit, gute Unkrautunterdrückung, relativ geringe Saatbettansprüche, sicheres Abfrieren im Winter und gute Eignung des Mulches für die Saat auszeichnet. Ölrettich friert demgegenüber bei später Bestellung in milden Wintern nicht immer mit Sicherheit ab, so daß zusätzliche Aufwendungen erforderlich sind, während Phacelia ein feineres Saatbett benötigt und höhere Saatgutkosten verursacht.

Ziel der Zwischenfruchtbestellung muß ein geschlossener Bestand sein. Lückige Bestände, welche die Bodenoberfläche nur teilweise bedecken, verunkrauten schnell. Außerdem wird das Ausfallgetreide nicht unterdrückt. Damit ergeben sich im Folgejahr erhöhte Aufwendungen zur Beseitigung der Altverunkrautung und des Ausfallgetreides. Andererseits vermögen lückige Bestände nur in geringem Maße die Vorteilswirkungen einer Zwischenfrucht zu realisieren. Außerdem entstehen inhomogene Saatbettbedingungen. Bei der Bestellung der Zwischenfrüchte ist zu beachten, daß das kleinkörnige Saatgut hohe Ansprüche an das Saatbett stellt. Ein besonderes Problem verursachen größere und ungleichmäßig verteilte Strohmen gen. Meist ist eine flache Bearbeitung unmittelbar nach der Getreideernte erforderlich, um das Stroh in den Boden einzuarbeiten und das Ausfallgetreide zur Keimung anzuregen.

Für die Bestellung eines Zwischenfruchtbestandes bestehen folgende Möglichkeiten:

1. Bei der Saatsfurche zur Zwischenfrucht werden das Ausfallgetreide und Stroh untergepflügt. Außerdem fördert das Heraufpflügen von feuchtem Boden die schnelle Keimung des Saatgutes. Mit wendender Grundbodenbearbeitung lassen sich relativ sicher geschlossene Bestände erreichen. Nachteilig ist der erhöhte Arbeitszeit-, Kosten- und Energieaufwand.

2. Bei der konservierenden Bestellung wird auf eine wendende Grundbodenbearbeitung verzichtet. Besonders vorteilhaft sind angetriebene, aber auch gezogene Bestellkombinationen, die durch hohe Flächenleistungen eine zügige Bestellung ermöglichen. Zur Zwischenfruchtbestellung sind bei hohem Rückstandsbesatz z.B. Drillmaschinen mit Scheibenscharen einzusetzen.
3. Die Sommerzwischenfrucht kann auch mit Direktsaatmaschinen bestellt werden. So ist der weitgehende Erhalt der Strohdecke als Schutz gegen die unproduktive Verdunstung sowie Wind- und Wassererosionen möglich. Der Zwischenfruchtbestand führt dann zu einer weiteren Erhöhung der Mulchauflage. Damit ist in Abhängigkeit vom Stroh- und Zwischenfruchtertrag meist eine vollständige Bedeckung des Bodens bis zum Bestandesschluß des Maises gewährleistet. Starke Mulchauflagen stellen jedoch sehr hohe Ansprüche an die Sätechnik des Maises.

4. Strohmulch

Um den Wasserverbrauch durch Zwischenfrüchte einzuschränken und die Verfahrenskosten zu senken, wird im Mitteldeutschen Trockengebiet bei der konservierenden Bodenbearbeitung meist auf eine Sommerzwischenfruchtbestellung verzichtet und das Stroh der Vorfrucht als Strohmulch oberflächennah eingearbeitet. Durch die Bodenbedeckung mit Stroh wird außerdem die unproduktive Verdunstung des Bodenwassers (Evaporation) deutlich herabgesetzt. So können die Herbst- und Winterniederschläge besser für die Auffüllung des Bodenwasservorrates genutzt werden. Aus den vorliegenden Erfahrungen leiten sich folgende Empfehlungen ab:

1. Ziel der Strohmulchverfahren ist, durch das Stroh einen wirksamen Erosions- und Verdunstungsschutz zu erreichen. Alle Maßnahmen müssen deshalb darauf gerichtet sein, das Stroh bis zur Maisaussaat an der Bodenoberfläche zu erhalten.
2. Um die Saatgutablagequalität bei der Maisbestellung nicht zu beeinträchtigen, sind eine gleichmäßige Strohverteilung und kurze Häcksellänge erforderlich. Lagerndes Getreide wirkt sich ebenfalls nachteilig auf die Verteilung der Strohrückstände aus. Bei ungleichmäßiger Strohverteilung sollte ein Striegeln des Ackers schräg zur Bearbeitungsrichtung erfolgen.
3. In der Regel ist eine ein- bis zweimalige Stoppelbearbeitung (bis 15 cm Arbeitstiefe) notwendig. Ein zu tiefes Einmischen des Strohs sollte vermieden werden, um das Stroh als Verdunstungs- und Erosionsschutz an der Oberfläche zu belassen. Bodenunebenheiten sind durch exakte Geräteeinstellung, den Einsatz von einebnenden Werkzeugen und Fahren schräg zur Hauptbearbeitungsrichtung zu beseitigen bzw. zu verhindern.
4. Wenn das Stroh nicht kurz genug gehäckselt ist, können beim Grubbereinsatz Strohanhäufungen und Verstopfungen entstehen. Demgegenüber gewährleisten abrollende Werkzeuge (Scheibenegge, Spatenrolle, Dynadrive) ein flaches Einmulchen des Strohs ohne Funktionsstörungen.
5. Eine in ihrer Tiefe über den A_p -Horizont hinausgehende Lockerung (Krumenbasisbearbeitung) darf nur auf schadverdichteten Flächen erfolgen. Vor der Lockerung sind deshalb der Ausprägungsgrad, die Tiefenlage und die flächenmäßige Ausdehnung von Schadverdichtungen zu diagnostizieren.

6. Das Ausbringen von Gülle, Stalldung und Grunddüngern sollte vor dem letzten Bearbeitungsgang erfolgen, damit die Fahrspuren bei der folgenden Bearbeitung beseitigt werden können.
7. Bei Vorhandensein von Quecken muß nach deren Wiederaustrieb eine Bekämpfung mit Herbiziden erfolgen, wodurch gleichzeitig das Ausfallgetreide erfaßt werden kann.

Strohmulch stellt insgesamt ein sehr kostengünstiges Verfahren der konservierenden Bodenbearbeitung mit geringem Arbeitszeit- und Energieaufwand dar. Die Anwendung des Strohmulchverfahrens zu Mais kann die Basis für die Einführung der konservierenden Bodenbearbeitung in der gesamten Fruchtfolge sein. Bisherige Erfahrungen zeigen, daß auf mittleren und schweren Böden langfristig ohne Ertragseinbußen auf das Pflügen verzichtet werden kann. Bei ständiger konservierender Bearbeitung verändert sich durch Quellungs- und Schrumpfungsvorgänge, Wurzelwirkung und Tätigkeit der Regenwürmer das Bodengefüge. Es entstehen tragfähige Strukturen mit einem stabilen und leistungsfähigen Vertikalporensystem, das die Krume mit dem Unterboden durchgängig verbindet. Abrupte Gefügeübergänge werden somit vermieden. Infolge der oberflächennahen Einarbeitung der organischen Bodensubstanz wird der Anteil wasserstabiler Bodenaggregate erhöht. Das führt neben einer Verminderung von Verschlämmungs- und Verkrustungserscheinungen auch zu einer Herabsetzung des Oberflächenabflusses und des Bodenabtrages durch Wassererosion.

5. Saatbettbereitung

Obwohl der Boden bei abgefrorenen Stoppelfrüchten ebenso wie bei Strohmulch eine größere Tragfähigkeit als nach Herbstfurche aufweist, lassen sich bei feuchtem Bodenzustand (plastische Konsistenz) ertragsbeeinflussende Radspurverdichtungen nicht ausschließen. Besonders bei Mulchsaaten mit mächtiger Mulchauflage ist das Abtrocknen des Bodens im Frühjahr stark verzögert. Deshalb ist auch bei Mulchsaat der Senkung von Raddruckverdichtungen größte Beachtung zu widmen (Radverbreiterung, großvolumige Bereifung, Reifeninnendruckabsenkung entsprechend der Tragfähigkeitsgrenze, Abtrocknen abwarten, Regelspuren mit größeren Reihenweiten als auf der übrigen Fläche). Notwendige Arbeitsgänge sind mit einem Minimum an Überfahrten durchzuführen.

Der beste Erosionsschutz wird bei Mulchsaat ohne Saatbettbereitung erreicht. Eine Saatbettbereitung vermindert außerdem die verdunstungshemmende Wirkung der Mulchschicht. Entsprechend dem Zustand der Mulchsaatfläche und den Standorteigenschaften muß daher entschieden werden, ob eine Saatbettbereitung erforderlich ist. Die Saatbettbereitung fördert nach bisherigen Erfahrungen die vegetative Entwicklung des Maises, während der Kolbenanteil besonders in Trockenjahren vermindert ist.

Gründe für die Notwendigkeit der Saatbettbereitung können sein:

- Verunkrautung, Ausfallgetreidebesatz,
- Oberflächenverdichtung, Verschlämmung, Verkrustung,
- langsame Bodenerwärmung (tonreiche und staunasse Standorte),
- Fahrspuren (z. B. bei Gülleausbringung),
- im Betrieb kein geeignetes Mulchsaatgerät vorhanden.

Nachteilig wirkt sich der Verzicht auf die Saatbettbereitung vor allem bei kalten, tonreichen Böden mit geringer Mulchauflage aus. Auf den leicht erwärmbaren Schwarzerdeböden sollte im Interesse der Vermeidung von Raddruckverdichtungen, die auch hier zu erheblichen Ertragseinbußen führen können, auf eine Saatbettbereitung verzichtet werden. Durch die Saatbettbereitung werden Unkrautsamen zur Keimung angeregt (vor allem Hirsearten). Bei Mulchsaat ohne Saatbettbereitung ist in der Regel der Einsatz eines Totalherbizides nicht erforderlich. Wird ein nichtselektives Herbizid im Voraufbau ausgebracht, kann infolge des geringen Unkrautaufganges oft auf eine weitere Behandlung verzichtet werden.

5. Aussaat

Für die Aussaat des Maises sind spezielle Mulchsaatgeräte mit Schneid- oder Räumscheiben notwendig, die inzwischen von fast allen Herstellern angeboten werden. Wenn eine Saatbettbereitung erfolgt, kann die Aussaat auch durch herkömmliche Maislegemaschinen mit Säbelscharen erfolgen. Im Vergleich zur konventionellen Bearbeitung wirkt sich eine flachere Saattiefe (3...4 cm) positiv auf Feldaufgang und Jugendentwicklung aus. Da sich der Boden bei der Mulchsaat langsamer als bei konventioneller Bearbeitung erwärmt, kommt es häufig zu einem Entwicklungsrückstand, der mit einer verminderten Bestandeshöhe verbunden ist. Dieser kann besonders in trockenen Jahren durch die ungehinderte Ausnutzung von Wasser- und Nährstoffreserven des Unterbodens bei Mulchsaat ausgeglichen werden. Zur Förderung der Jugendentwicklung sollte bei der Mulchsaat die Unterfußdüngung durchgeführt werden. Desweiteren sind Sorten mit zügiger Jugendentwicklung bevorzugt anzubauen.

Die gegenwärtig angebotenen Mulchsaatgeräte ermöglichen bei Zwischenfruchtmulch und Strohmulch mit SBB eine gute Arbeitsqualität, so daß mit der konventionellen Saat vergleichbare Feldaufgänge erreicht werden. Da die Mulchsaatgeräte auch problemlos bei konventioneller Saat eingesetzt werden können, sollte bei Ersatzinvestitionen der Mulchsaatausführung der Vorzug gegeben werden. Die von vielen Herstellern angebotenen Doppelscheibenschare mit seitlichen Druckrollen führen zu einer präzisen Tiefenablage, wodurch ein hoher und zügiger Feldaufgang gefördert wird. Stiefelschare dringen gut in den Boden ein, weisen jedoch eine höhere Verstopfungsgefahr auf.

Problematisch sind aber Mulch- und Direktsaaten bei starken Mulchauflagen (Stroh mit >50 dt/ha TM). Da derartige Mulchauflagen mit einem hohen wasserkonservierenden Effekt und einem sehr guten Erosionsschutz verbunden sind, sollte die Saattechnik besser an diese Bedingungen angepaßt werden, anstatt einen Abbau dieser Schicht durch Bearbeitung anzustreben. Zu geringe Pflanzenaufgänge werden vor allem durch folgende Probleme bewirkt:

- hohe Bodenfestigkeit verursacht zu geringe bzw. ungleichmäßige Saattiefe,
- Einpressen von Stroh in die Saatrille,
- Verstopfungen durch ungleichmäßig verteiltes Stroh,
- mangelnder Boden - Saatgut - Kontakt bei in den Boden gepreßter Saatrille,
- fehlende Saatgutbedeckung,
- unzureichende Druckrollenwirkung.

Eine hohe Belastung der Säschar mit über 100 kg/Säeinheit führt bei großer Bodenfestigkeit dazu, daß eine stabile Rille in den Boden gepreßt wird. Da in unmittelbarer Nähe des Saatkornes Schadverdichtungen und mit zunehmender Bodenfeuchtigkeit Verschmierungen zu beobachten sind, müssen die Keimwurzeln einen hohen Eindringwiderstand überwinden. Die Folge ist eine stark beeinträchtigte Jugendentwicklung mit entsprechenden Mindererträgen. Besser einzuschätzen sind Vorarbeitswerkzeuge, die in den Reihen das Stroh schneiden bzw. bei-

seite räumen und gleichzeitig eine intensive Krümelwirkung aufweisen. Ist feinkrümeliger Boden vorhanden, stellt die qualitätsgerechte Bedeckung des Saatgutes kein Problem dar. Zu vermeiden ist das übermäßige Bedecken der Saatrille mit Stroh, da hiermit die Bodenerwärmung verzögert wird.

Zu den Vorarbeitswerkzeugen zählen vor allem das gewellte Scheibensech und Räumscheiben. Durch ein voranlaufendes Doppelscheibenschar für die Unterfußdüngung wird ebenfalls ein guter Bearbeitungseffekt erreicht. Eine neuere Entwicklung ist das Trashwheel, das aus zwei ineinandergreifenden Stern- bzw. Zinkenrädern besteht. Diese räumen beim Abrollen über den Boden das Stroh zur Seite und bewirken gleichzeitig eine intensive Bodenkrümelung. Mit diesem System läßt sich auch eine Direktsaat mit hohen Strohauflagen sicher bewerkstelligen.

Vom Institut für Agrartechnik und Landeskultur der Martin-Luther-Universität wurden 1996 in der LVA Bernburg verschiedene Werkzeuge für die Mulchsaat von Mais eingesetzt. Untersucht wurden neben der Standardausführung (pneumatischen Einzelkornsämaschine mit seitlich abgestütztem Doppelscheibenschar und V-Druckrolle) als Zusatzausrüstungen das Trashwheel und eine Kombination aus Trashwheel und Stiefelschar. Bearbeitungsvarianten waren Saatsfurche, Strohmulch mit und ohne SBB sowie Phaceliamulch (konservierend bestellt). Bei den Mulchsaatvarianten ohne SBB war eine Mulchauflage von ca. 40 dt/ha TM vorhanden. Als Maissorte wurde Helix (KWS) verwendet. Es erfolgte ein N- Ausgleich im Herbst in Höhe von 50 kg/ha und im Mai eine einmalige N-Gabe von 80 kg/ha als Kalkammonsalpeter. Während die Strohmulchvariante zur Bestellung stark mit Vogelmiere verunkrautet war, setzte bei Phaceliamulch ohne SBB erst später eine intensive Verunkrautung mit Ehrenpreisarten ein.

Die Auswertung dieses Versuches zeigt, daß bei allen Varianten ein hoher Aufgang erreicht werden konnte. Bei Mulchsaat mit SBB war der Pflanzenaufgang sogar höher als bei konventioneller Bestellung, während nach Mulchsaat ohne SBB geringfügig verminderte Aufgangszahlen auftraten. Da keine extremen Saatbettbedingungen bestanden (Bodenverfestigung, Strohauflage), blieb der Einfluß der Zusatzwerkzeuge gering.

Sowohl bei der Pflanzenanzahl, dem Kolben- und Gesamt-TM-Ertrag bestanden zwischen den geprüften Varianten keine gesicherten Unterschiede. In der Tendenz wurde der höchste Ertrag von 171,5 dt/ha TM in diesen einjährigen Untersuchungen bei Saatsfurche ermittelt. Das ist im wesentlichen auf die besonderen klimatischen Bedingungen des Jahres 1996 zurückzuführen, die auf dem Standort Bernburg durch unterdurchschnittliche Temperaturen und gleichmäßig verteilte Niederschläge während der Vegetationsperiode gekennzeichnet waren. Dadurch befand sich die durch raschere Erwärmbarkeit gekennzeichnete Saatsfurche im Vorteil. Die Mulchsaatvarianten erreichten demgegenüber mit Ausnahme der Phacelia-Mulchsaat ohne SBB (starke Verunkrautung) ein Ertragsniveau von über 90% der konventionellen Variante, wobei Strohmulch und SBB mit durchschnittlich 97,5% nur einen geringen Ertragsunterschied aufwies. Betrachtet man jedoch die Kolbenerträge, so zeigt sich ein anderes Bild. Hier erreichte Strohmulch ohne SBB trotz eines geringeren Restpflanzenertrages höhere Kolbenerträge als die konventionelle Bearbeitung. Auch bei Phaceliamulch ohne SBB wurde in einer Variante trotz des geringen Restpflanzenertrages ein höherer Kolbenertrag als bei konventioneller Bearbeitung erzielt. Daraus ergibt sich ein erhöhter Kolbenanteil, der von 47,5% (konventionell) auf Werte über 53% bei Mulchsaat ohne SBB ansteigt.

Saatver- fahren	Maschinen- ausrüstung	Pflanzen TPfl./ha	Kolben TM dt/ha	Gesamtertrag				Kolben an TM %
				FM dt/ha	TS %	TM dt/ha	rel. %	
Saatfurche	Standard	88,4	81,5	615,2	27,9	171,5	100,0	47,5
Phaceliamulch mit SBB	Standard	89,2	78,7	578,4	27,8	161,0	93,9	48,9
	Trashwheel	90,4	80,8	576,4	28,0	161,5	94,2	50,0
	Stiefelschar	88,4	79,4	568,0	28,1	159,6	93,1	49,8
	Mittelwert	89,3	79,6	574,3	28,0	160,7	93,7	49,6
Strohmulch mit SBB	Standard	90,0	77,6	555,6	29,8	165,8	96,7	46,8
	Trashwheel	90,0	75,8	542,4	30,8	167,0	97,4	45,4
	Stiefelschar	93,6	76,9	560,8	30,1	168,9	98,5	45,5
	Mittelwert	91,2	76,7	552,9	30,2	167,2	97,5	45,9
Phaceliamulch ohne SBB	Standard	82,4	70,8	464,0	28,6	132,8	77,4	53,3
	Trashwheel	88,4	84,5	534,8	29,3	156,6	91,3	54,0
	Stiefelschar	83,2	78,3	511,2	29,1	148,9	86,8	52,6
	Mittelwert	84,7	77,9	503,3	29,0	146,1	85,2	53,3
Strohmulch ohne SBB	Standard	85,6	82,6	501,2	31,4	157,6	91,9	52,4
	Trashwheel	81,6	81,8	488,4	31,6	154,6	90,1	52,9
	Stiefelschar	85,6	87,3	536,4	29,8	159,9	93,2	54,6
	Mittelwert	84,3	83,9	508,7	31,0	157,4	91,8	53,3
GD Tukey	$\alpha = 5\%$	11,6	10,9		2,1	25,4		

Tab.2: Ergebnisse des Maisversuches Bodenbearbeitung und Sätechnik,
LVA Bernburg 1996, Ernte am 30.09. - 02.10.1996

6. Erträge bei Mulchsaat

Eine breite Anwendung von Verfahren der konservierenden Bodenbearbeitung in der Praxis setzt ein den konventionellen Verfahren entsprechendes Ertragsniveau voraus. Besonders wichtig ist beim Mais die Ertragsstabilität, um den Grobfutterbedarf abzusichern. Praxisversuche zeigten, daß bei Mulchsaaten in der Regel gleiche bzw. höhere Kolbenenerträge, jedoch meist geringere Restpflanzenerträge als bei konventioneller Saat erreicht werden (Abb. 3). Dadurch läßt sich eine energiereichere Silage erzeugen.

In der Lehr- und Versuchsstation Seehausen wird seit 1985 der Dauerversuch F 1-97 zur konservierenden Bodenbearbeitung durchgeführt. Der Standort Seehausen befindet sich in der Leipziger Tieflandsbucht und weist ein Jahresmittel der Lufttemperatur von 8,6 °C und eine langjährige Jahressumme der Niederschläge von 556 mm auf. Die Bodenform ist ein Sandlöß-tieflehm-Staugley (Ackerzahl 61, Standorttyp D5c). In Abb. 4 sind die Varianten Pflugbearbeitung (Herbstfurche 25 cm) mit Grubbereinsatz (15 cm zur Ölrettich-Zwischenfrucht, Mulchsaat mit Saatbettbereitung) in ihrer Auswirkung auf den Maisertrag dargestellt. Es erwies sich, daß auch ein langjähriger Pflugverzicht zu keiner Verminderung des Ertragsniveaus führte.

Im langjährigen Mittel konnte bei Grubberbearbeitung sogar ein Mehrertrag von 3,6 dt/ha TM an Kolben und 5,8 dt/ha TM bei der Gesamtpflanze gegenüber der konventionellen Bearbeitung realisiert werden. Wie aus der Abb. 4 hervorgeht, wird dabei die Ertragshöhe im wesentlichen durch die in der Vegetationsperiode fallenden Niederschläge beeinflusst. Die konservierende Bodenbearbeitung wirkt sich besonders unter Trockenbedingungen vorteilhaft auf die Ertragsentwicklung aus.

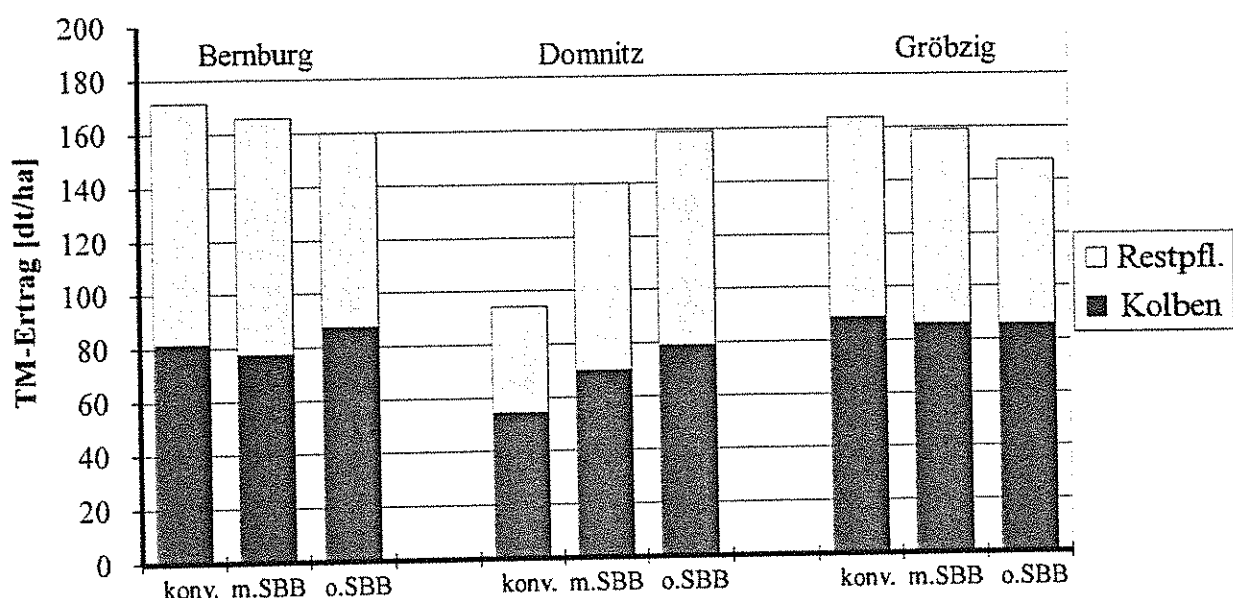


Abb.3: Silomaiserträge 1996 bei Strohmulch mit SBB und ohne SBB auf drei Lößstandorten in Sachsen-Anhalt (Domnitz: starke Hirseverunkrautung der konv. Variante)

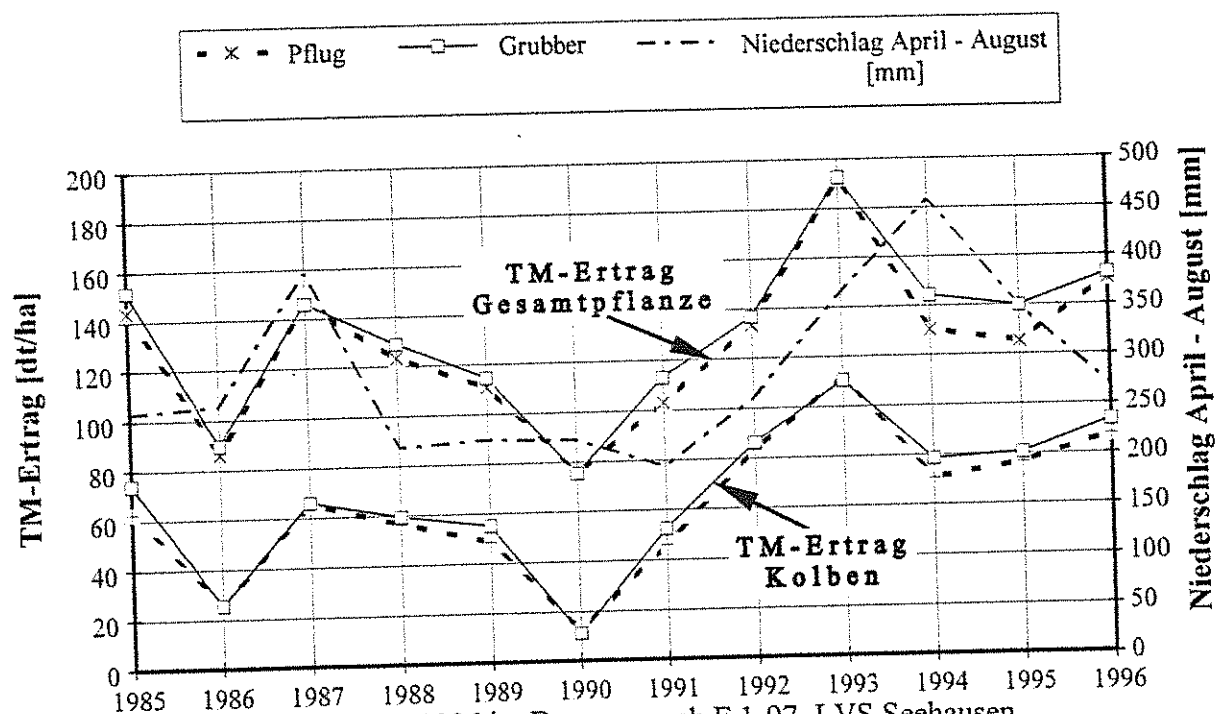


Abb.4: Silomaiserträge 1985 - 1996 im Dauerversuch F 1-97, LVS Seehausen

7. Zusammenfassung

Die Mulchsaat ist eine wesentliche Voraussetzung für den bodenschonenden und ökologiegerechten Anbau von Silo- und Körnermais. Die Auswahl des entsprechenden Verfahrens (Stoppelfrucht und/oder Strohmulch, Mulchsaat mit oder ohne Saatbettbereitung) richtet sich nach dem Standort (Bodeneigenschaften, Erosionsgefahr, Hangneigung), den Klimabedingungen (Niederschläge, Temperatur, Dauer der Vegetationsperiode) sowie den betrieblichen Belangen (Gülleverwertung, Maschinenausstattungen, Erfahrungen).

Der Stoppelfruchtanbau ist unter mitteldeutschen Trockenbedingungen risikobehaftet (Bestandesetablierung, Wasserentzug zu Lasten der Hauptfrucht). Er ist daher nur in Jahren durchzuführen, die eine nahezu ausgeglichener klimatischer Wasserbilanz aufweisen oder wenn 8 Wochen vor der Zwischenfruchtbestellung 100 - 120 mm Niederschlag fallen. Für die Jugendentwicklung eines Zwischenfruchtbestandes sind Regenmengen von ca. 60 - 70 mm erforderlich, während für einen hohen Ertrag 130 - 200 mm benötigt werden. Deshalb sollte in mitteldeutschen Maisanbaugebieten mit jährlichen Niederschlagssummen unter 500 mm vorzugsweise auf die Strohmulchsaat orientiert werden.

Eine Mulchsaat ohne Saatbettbereitung bietet den besten Erosions- und Verdunstungsschutz. Unter folgenden Bedingungen sollte jedoch eine Saatbettbereitung erfolgen:

- auf Standorten mit starker Oberflächenverdichtung, Verschlämmung und Verkrustung (in der Regel humusarme, mischkörnige Sandstandorte und schluffreiche Böden),
- auf Standorten, die sich im Frühjahr nur langsam erwärmen (tonreiche Böden, Standorte mit Staunässe),
- bei ungleichmäßiger Mulchbedeckung und starker Verunkrautung (lückiger Stoppelfruchtbestand, ungleichmäßige Strohverteilung) - anderenfalls hoher Herbizidbedarf und Beeinträchtigung der Qualität der Saatgutablage.

V Versuchsergebnisse unterschiedlicher Standorte verdeutlichen, daß die Vorzüge der Mulchsaat (verbesserte Tragfähigkeit des Bodens, stabiles und kontinuierliches Vertikalporensystem mit erhöhter Durchlässigkeit, Humusanreicherung in der Oberkrume, erhöhte Aggregatstabilität) erst bei einer systematischen Anwendung der konservierenden Bodenbearbeitung innerhalb der Fruchtfolge voll zur Geltung kommen. Die Mulchsaat zu Mais bietet hierfür günstige Voraussetzungen.

Düngung von Mais

VON WULFFEN, U.

Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt des Landes Sachsen-Anhalt Halle

1 Einleitung

Der Anbau und damit auch die Düngung von Mais unterliegen einer Reihe von Vorurteilen. Von praktischen Landwirten hört man teilweise:

- a) Mais ist sehr robust gegen Bewirtschaftungsfehler (ausgenommen Unkrautregulierung im Jugendstadium);
- b) Mais braucht viel Stickstoff;
- c) Mais braucht bzw. kann viel Gülle vertragen;
- d) Eine hohe N-Düngung zu Mais ist immer wirtschaftlich.

Auch aus Sicht des Natur- und Wasserschutzes gibt es viele Ressentiments gegen den Maisanbau. Stellvertretend seien hier genannt:

- e) Nach Mais findet sich im Boden immer viel Reststickstoff;
- f) Der Anbau von Mais wird mit Gülle in Verbindung gebracht;
- g) Maisanbau führt immer zu Erosionsproblemen;
- h) Mais wird hauptsächlich in Monokultur angebaut;
- i) Im Mais werden sehr große Mengen an Pflanzenschutzmitteln eingesetzt.

Da die beim Maisanbau möglicherweise auftretenden Erosions- (g), Pflanzenbau- (h) und Pflanzenschutzprobleme (i) schon von den anderen Referenten behandelt wurden, soll an dieser Stelle nur zu den unter a) bis f) genannten Vorurteilen Stellung genommen werden.

2 Einfluß der Bodenfruchtbarkeit auf die Ertragsleistung

Da die Maispflanze in ihrer Jugendentwicklung nur ein relativ flaches Wurzelsystem ausbildet, reagiert diese Kultur sehr empfindlich auf eine ungünstige Bodenstruktur (z.B. Bodenverdichtung durch schwere Güllefässer) und Fehler bei der Maschinenhacke.

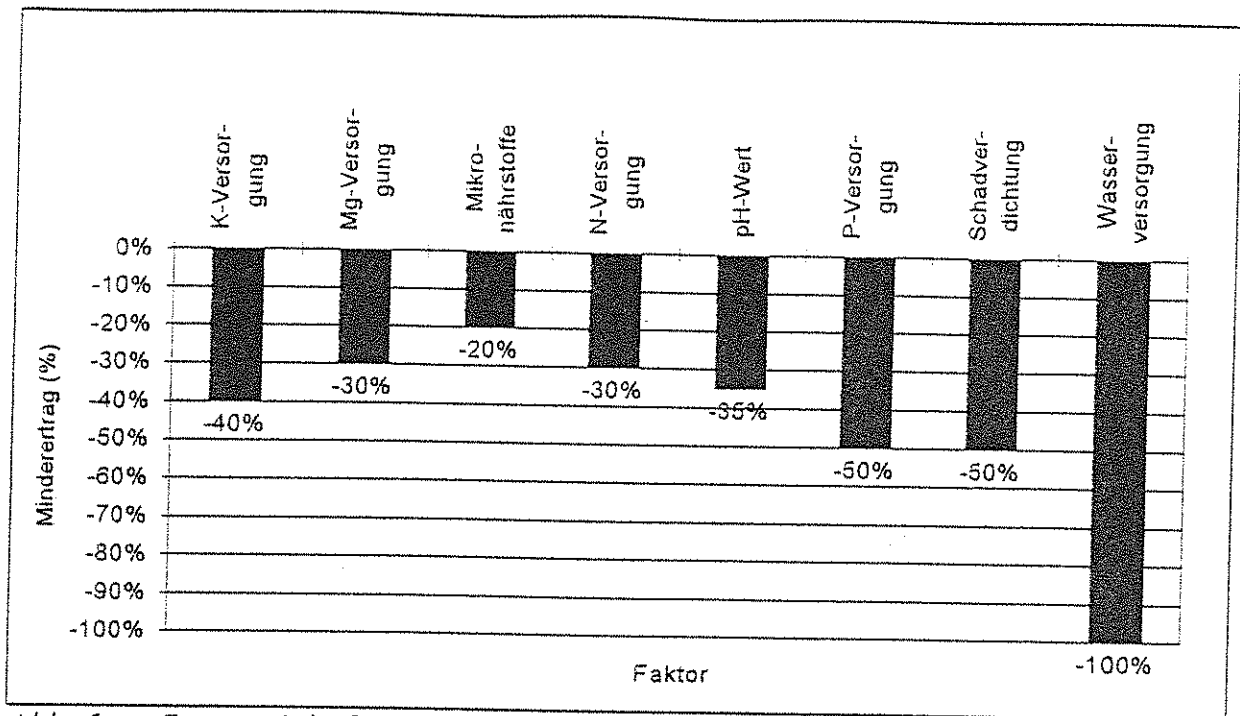


Abb. 1 Ertragseinbußen bei unzureichender Bodenfruchtbarkeit; nach HOF-HANSEL und GIENAPP (1994), verändert

Auch eine unregelmäßige Wasserversorgung sowie Mängel in der P- und K-Versorgung (Abb. 1) haben im Regelfall einen deutlich höheren Einfluß auf die Ertragsleistung als eine unzureichende Stickstoffdüngung.

Da Mais als sogenannte C4-Pflanze relativ wärmebedürftig ist, eine verhaltene Jugendentwicklung hat und daher zunächst nur ein relativ geringes Nährstoffaneignungsvermögen aufweist, bewirkt eine Unterfußdüngung mit P meist deutliche Mehrerträge. Dies gilt auch für mittel bis gut versorgte Böden (Gehaltsklasse C und D).

Bei der Unterfußdüngung haben sich besonders ammoniumhaltige Phosphordünger (Monoammonphosphat und Diammonphosphat) bewährt. Entsprechend den Regeln der guten fachlichen Praxis sind die im Rahmen der Unterfußdüngung verabreichten Nährstoffmengen vollständig bei der Düngungsplanung zu berücksichtigen.

3 Stickstoffdüngung

3.1 Ergebnisse der N_{min}-Untersuchungen der LUFA

Die in den Jahren 1994 bis 1996 durchgeführten N_{min}-Untersuchungen der LUFA zeigen, daß die Stickstoffversorgung der Maisschläge nicht generell über dem Landesmittel liegt (Tabelle 1). Während 1994 der N_{min}-Wert unter Mais um ca. 10 kg über dem aus allen Proben gebildeten Vergleichswert lag, stieg diese Differenz 1995 auf ca. 20 kg an (für die Schicht 0 - 60 cm). Im Untersuchungsjahr 1996 kehren sich allerdings die Verhältnisse um. In diesem Jahr liegen die für Maisschläge ermittelten Werte um ca. 5 kg N/ha unter den Landesmittelwerten.

Die von der LUFA empfohlene N-Düngung schwankt im Dichtemittel (Median) zwischen 100 und 130 kg N/ha und liegt damit auf dem Niveau einer Winterweizendüngung.

Tab. 1 Ergebnisse der Nmin-Untersuchungen 1994 bis 1996; Angaben in kg N/ha

Untersuchungsjahr	Probentyp	Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Anzahl Flächen
	Alle Proben					
1994	0 - 60 cm	65	57	9	628	1706
1994	0 - 90 cm	102	91	28	756	1067
1994	Minisproben					
1994	0 - 60 cm	74	69	26	149	25
1994	0 - 90 cm	108	100	27	175	19
1994	Empfohlene Gabe	123	130	0	165	25
1995	Alle Proben					
1995	0 - 60 cm	65	55	5	1480	5470
1995	0 - 90 cm	95	83	9	805	4377
1995	Minisproben					
1995	0 - 60 cm	94	75	24	372	103
1995	0 - 90 cm	123	105	34	455	89
1995	Empfohlene Gabe	119	120	10	185	95
1996	Alle Proben					
1996	0 - 60 cm	132	116	21	819	2243
1996	0 - 90 cm	179	158	27	987	2053
1996	Minisproben					
1996	0 - 60 cm	129	111	32	385	84
1996	0 - 90 cm	172	156	45	454	84
1996	Empfohlene Gabe	101	100	10	180	79

3.2 Düngungs regime

Aufgrund der relativ langen Vegetationsperiode weisen Silo- und Körnermais eine sehr gute N-Ausnutzung auf. Unter den Bedingungen des Landes Sachsen-Anhalt wird im Regelfall durch Mais nicht mehr als 210 kg N/ha entzogen (Tabelle 2). Bei der Berücksichtigung der Nmin-Gehalte und der N-Mineralisation

des Bodens ist daher häufig eine N-Düngung von 120 bis 160 kg N/ha (inkl. organischer Düngung) ausreichend.

Da eine überhöhte N-Düngung (oder sehr hohe N-Nachlieferung aus dem Boden) auch die Abreife verzögern kann und dadurch ein verringerter Kornenertrag sowie stark erhöhte Trocknungskosten vorprogrammiert sind, sollte die Bemessung der N-Düngung nicht an den nur selten zu erreichenden Spitzenerträgen, sondern an dem standorttypischen Ertragspotential ausgerichtet werden.

In den letzten Jahren wurde in der Fachpresse häufig empfohlen, die Nmin- Beprobung vom April in den Zeitraum Ende Mai bis Anfang Juni zu verlegen. Für dieses Vorgehen sprechen folgende Aspekte:

- Die Hauptnährstoffaufnahme setzt erst zu diesem Zeitpunkt ein.
- Im Zeitabschnitt April bis Juni können noch erhebliche Mengen bodenbürtigen Stickstoffs umgesetzt werden (Mineralisation, Einbau in die organische Substanz des Bodens).

Im Vergleich zur Nmin- Beprobung im Frühjahr kann also eine Untersuchung im Zeitraum Mai/Juni den Mineraldüngerbedarf besser beschreiben.

Da aber in Gebieten mit ausgeprägter Vorsommertrockenheit eine N-Düngung im Mai/Juni häufig nicht mehr ertragswirksam wird, kann für die Bedingungen des Landes Sachsen-Anhalt eine späte Nmin- Beprobung nicht generell empfohlen werden. Diese Aussage gilt nicht für Standorte mit geregelter Wasserversorgung (z.B. Beregnung oder relativ hoher Grundwasserstand).

Entsprechend den o.g. Ausführungen ist in Sachsen-Anhalt eine zweite N-Gabe kurz vor der Blüte nur bedingt richtig. Weiterhin sollte berücksichtigt werden, daß eine späte N-Düngung auch zu erheblichen Ätزشäden führen kann. Bei einem späten Einsatz von AHL sind generell Schleppschläuche bei der Ausbringung zu verwenden.

3.3 Bemessung der N-Gaben

Entsprechend den Vorgaben der Düngeverordnung sollten bei der Ermittlung des Stickstoffbedarfs folgende Einflußgrößen quantifiziert werden:

- (1) Nährstoffbedarf (in Abhängigkeit vom standorttypischen Ertragsmittelwert und Verwertungsziel (Silomais oder Körnermais))
- (2) verfügbarer N-Gehalt im Boden (i.d.R. Nmin-Wert)
- (3) N-Nachlieferung aus dem Boden

Die Verknüpfung dieser Größen wird beispielhaft in Tabelle 2 dargestellt. In den Beispielen I und II wird von einem Körnermaisertrag von 65 dt/ha (I) bzw. 85 dt/ha (II) ausgegangen, während in den Beispielen III und IV Silomaiserträge von 465 dt Frischmasse/ha oder 550 dt Frischmasse/ha unterstellt werden. Die für die Berechnung benötigten Gehaltswerte wurden der bei den ÄLF erhältlichen Broschüre *Richtwerte für eine gute fachliche Praxis beim Düngen im Rahmen einer ordnungsgemäßen Landbewirtschaftung*, nachfolgend Richtwertbroschüre genannt, entnommen.

Tab. 2: Beispiele zur Berechnung der N-Düngung; Angaben in kg N/ha

Beispiel	Körnermais		Silomais	
	I	II	III	IV
Ertragserwartung (dt/ha)	65	85	465	550
Mittlerer N-Gehalt [kg N/dt Erntegut (frisch)]	1,5	1,5	0,38	0,38
N-Entzug	98	128	177	209
N-Bedarf des Bestandes	177	209	177	209
Nmin April (0 -90 cm)	80	80	80	80
N-Nachlieferung aus Stallmistdüngung zur Vorfrucht	0	20	0	20
Unterfußdüngung (1 dt MAP)	11	11	11	11
Organische Düngung (20 m³ Gülle, MDÄ 70 %)	0	60	0	60
Notwendige Düngergabe	86	38	86	38

Entsprechend den Werten der Richtwertbroschüre wurden in Tabelle 2 mittlere N-Gehalte (in kg N/dt Erntegut) von 1,5 kg N für Körnermais und von 0,38 kg N für Silomais zugrunde gelegt. Aus den beiden Größen Ertragserwartung und mittlerem N-

Gehalt ergibt sich der N-Entzug von der Fläche. Dieser beträgt beim Silomais 177 kg N/ha (für 465 dt/ha) oder 209 kg N/ha (für 550 dt/ha). Die entsprechenden Werte für Körnermais liegen bei 98 oder 128 kg N/ha.

Da aber auch beim Körnermais ein Pflanzenbestand aufgebaut werden muß, der die zu erntenden Kolben bildet, ist bei der Düngungsplanung der N-Bedarf des gesamten Bestandes zu kalkulieren. Im Beispiel wurde unterstellt, daß der N-Bedarf eines Silo- und Körnermaisbestandes auf vergleichbar hohem Niveau liegt und daher ein Körnermaisbestand mit einem Ertrag von 65 dt Korn/ha auch ca. 177 kg N/ha benötigt.

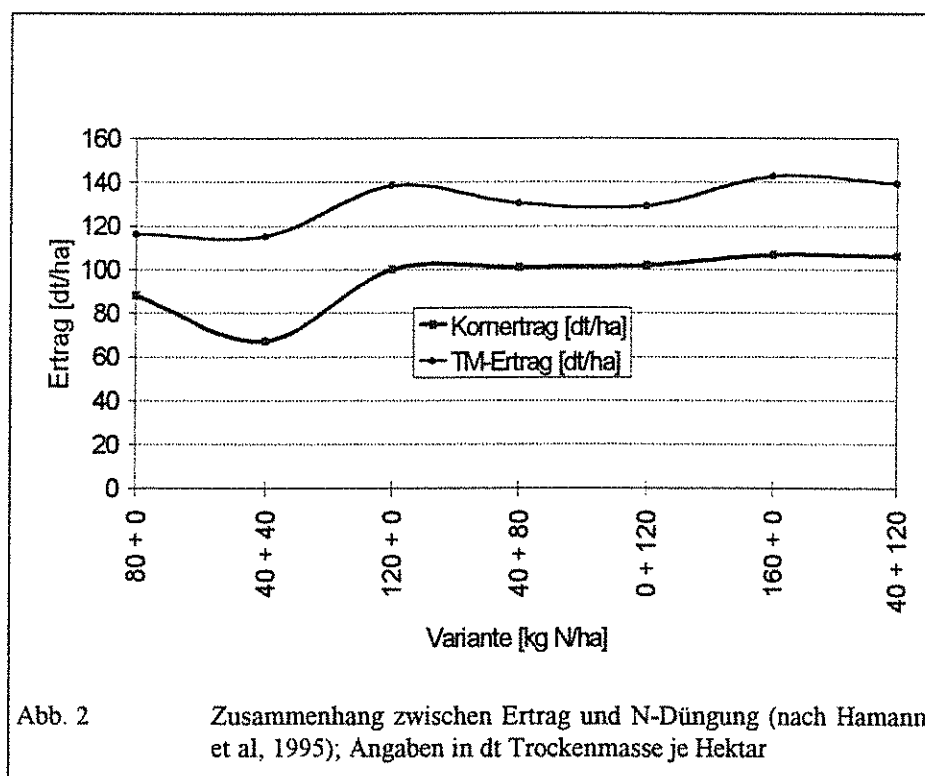
Zur Berechnung der notwendigen Düngermenge (unterste Spalte in Tabelle 2) ist zunächst vom N-Bedarf des Bestandes der im Boden verfügbare Stickstoffgehalt zu subtrahieren. Im Beispiel wurde dabei ein N_{min}-Gehalt von 80 kg N unterstellt.

Da der N_{min}-Gehalt nur den aktuellen Gehalt des Bodens an mineralischem Stickstoff beschreibt, muß im Rahmen der Düngeplanung auch die Nachwirkung organischer Düngung zur Vorfrucht mit berücksichtigt werden. In den Beispielen II und IV wurde diese Nachwirkung einer Stallmistdüngung zur Vorfrucht mit ca. 20 kg N/ha angesetzt. Analog wurde auch die N-Ausnutzung der verabreichten Gülle mit 70 % angesetzt, d.h. von den mit 20 m³/ha Gülle zugeführten 85 kg N/ha kann der Mais im Anwendungsjahr nur ca. 60 kg N/ha nutzen.

Die im Beispiel benötigte N-Menge schwankt zwischen 38 und 86 kg N/ha und liegt damit in einem Bereich, den u.a. HAMANN et. al (1995) in Feldversuchen ermittelt haben

(Abb. 2).

Die Autoren konnten nachweisen, daß ab 120 kg N/ha der Trockenmasseertrag nur noch geringfügig ansteigt, so daß im Mittel der Jahre N-Gaben von ca. 120 kg N/ha wirtschaftlich optimal sein dürften.



3.4 Organische Düngung

In vielen Feldversuchen konnte

nachgewiesen werden, daß im Vergleich zur reinen Mineraldüngung eine Kombination von organischer und mineralischer Düngung häufig zu erheblichen Mehrerträgen (Sandböden um bis zu 15 %, bei Lehm Böden um bis zu 5 %) führt. Dies gilt jedoch nur dann, wenn der organisch gebundene Stickstoff vorrangig zum Zeit-

punkt des Bedarfs (Mai bis Ende Juni) mineralisiert wird, da eine verspätete N-Mineralisation zu den unter 3.1 beschriebenen negativen Folgen führen kann.

Bei der organischen Düngung sollte dabei beachtet werden, daß eine Gülledüngung im stehenden Bestand nur bei Wuchshöhen unter 60 cm zu empfehlen ist. Auf die Notwendigkeit, Bodenverdichtungen zu vermeiden, kann an dieser Stelle nur noch einmal hingewiesen werden.

Aufgrund der relativ langsamen Mineralisation des Stickstoffs aus Stallmist ist es empfehlenswert, die Stallmistgaben zu Mais auf maximal 300 dt/ha zu begrenzen. Höhere oder relativ spät verabreichte Gaben können zu Reifeverzögerungen und Qualitätseinbußen führen.

Da letzteres auch für Gülle gilt, sollte auch die Güllemenge auf ca. 120 - 140 kg N begrenzt werden. Weiterhin ist die relativ geringe N-Ausnutzung bei spät verabreichter Gülle zu berücksichtigen. Daher sollte sich die Gülledüngung an den Ausbringungsterminen für Mineraldüngerstickstoff orientieren.

Tab. 3: Beurteilung verschiedener Gülleverteilsysteme

Verteilssystem	Seitenwindempfindlichkeit	Anschlußfahren	Einfluß der Gülle auf die Verteilqualität	Verluste	in der Praxis zu erwartende Verteilqualität
Prallblech	hoch	schwer	stark	hoch	nicht befriedigend
Schleuderscheibe	hoch	schwer	stark	hoch	nicht befriedigend
Schwenkdüse	mittel	schwer	mittel	stark	befriedigend
Schleppschlauch	ohne	einfach	ohne	mittel	gut bis sehr gut
Gülleinjektor	ohne	einfach	ohne	ohne	sehr gut bis gut

Da mit den organischen Düngern erhebliche Nährstoffmengen ausgebracht werden, sollte die Ausbringungstechnik so gewählt werden, daß sowohl die Längs- als auch Querverteilung der Dünger möglichst einheitlich ist. Hierbei ist neben den Faktoren "Anschlußfahren" (einfach bis schwer) auch der Einfluß der Gülle auf die Verteilqualität zu berücksichtigen. Bei Betrieben, die derzeit keine hochwertige Ausbringungstechnik besitzen, kann die Vergabe der Ausbringung an Dritte (Maschinenringe oder Lohnunternehmer) eine kostengünstige Alternative zur Eigenmechanisierung darstellen.

4 Grundnährstoffdüngung

In den Jahren 1995 und 1996 wurden durch die LUFA ca. 90.000 Hektar LN (vorwiegend Ackerland) untersucht. Die Ergebnisse sind in den Abbildungen 3 bis 6 dargestellt.

Zwischen den in den o.g. Abbildungen dargestellten Kreisen bestehen deutliche Unterschiede im Probenaufkommen. Zur Grundnährstoffversorgung der Böden für die Kreise Osterburg, Havelberg, Roßlau, Jessen, Gräfenhainichen, Stadt Halle und Saalkreis kann derzeit keine Aussage getroffen werden. Für die übrigen Kreise ist die untersuchte Flächengröße über den Umfang der Tortendiagramme kodiert.

4.1 pH-Wert (Kalkversorgung)

Die Ergebnisse der Untersuchungen lassen erkennen, daß die pH-Werte tendenziell abnehmen. Da aber in den Untersuchungsjahren 1991 bis 1993 die überwiegende Anzahl der untersuchten Böden hohe (pH-Stufe E) bis überhöhte (pH-Stufe

F) Werte aufwiesen, ist derzeit auf den meisten mittleren bis schweren Böden noch von einer ausreichenden Kalkversorgung der Böden auszugehen. Diese Aussage gilt allerdings nicht für leichte Böden in Regionen, die einen im Vergleich zum Landesmittel erhöhten Sickerwasseranfall (z.B. Altmark) aufweisen.

Die durchgeführten Ergebnisse legen daher den Schluß nahe, daß in Zukunft der Kalkung der Böden mehr Aufmerksamkeit zu widmen ist. Dies gilt besonders, wenn Mais angebaut werden soll (siehe auch Abb. 1).

4.2 Phosphordüngung

Aufgrund seiner Wärmebedürftigkeit und langsamen Jugendentwicklung ist Mais nur bei einer relativ guten P-Versorgung in der Lage, sein Ertragspotential voll auszuschöpfen. Darüber hinaus fördert eine P-Düngung

- a) die Jugendentwicklung und das Wurzelwachstum
- b) die Kolbenausbildung
- c) das Abreifeverhalten

Aus dem o.g. folgt, daß im Rahmen einer Fruchtfolgedüngung eine P-Düngung vorrangig zu Mais erfolgen sollte (Mais ist dankbar für "frisches Phosphat"). Auf kalten oder nährstoffarmen Standorten ist dabei eine Unterfuß-Reihendüngung empfehlenswert, die in Form einer NP-Düngung (z.B. MAP oder DAP) einer reinen P-Düngung häufig ertraglich überlegen ist.

Um das Ertragspotential der Maispflanze auszuschöpfen, sind meist P-Gaben von 20 bis 30 kg P/ha ausreichend. Auf sehr gering versorgten Böden (GK A), die vorrangig in den nördlichen und östlichen Regionen anzutreffen sind, können Gaben bis zu 40 kg P/ha erforderlich sein (siehe auch Abb. 4).

Dies gilt allerdings nicht für sehr hoch versorgte Standorte (Gehaltsklasse E). Auf diesen Standorten ist oft sowohl eine mineralische als auch organische P-Düngung nicht wirtschaftlich.

4.3 Kalium und Magnesium

Nur mit einer ausreichenden Kaliumversorgung kann ein Maisbestand seine quantitativen und qualitativen Möglichkeiten voll ausschöpfen (siehe auch Abb. 1). Bei der Düngungsplanung ist dabei zu berücksichtigen, daß unter den Ertragsbedingungen des Landes je Ernte zwischen 40 kg K/ha (Körnermais) und 200 kg K/ha (Silomais) entzogen werden.

Während die überwiegende Anzahl der von der LUFA untersuchten Flächen eine mittlere bis sehr gute K-Versorgung aufweist (Abb. 5), ist - besonders auf den leichteren Standorten des Landes (Abb. 6) - häufig ein **Mg-Mangel** feststellbar. Der Mg-Bedarf eines Maisbestandes in Höhe von ca. 25 - 40 kg Mg/ha kann wirkungsvoll mit Mg-haltigen Kalken gedeckt werden. Bei Verdacht auf Mangel sollten leicht lösliche Mg-Salze (z.B. Kieserit) eingesetzt werden.

5 Mikronährstoffe

Tab. : 4 Mikronährstoffmangel bei Mais (nach Bundesarbeitskreis Düngung (1994); verändert); Legende: 0 = keine Bedeutung; +++ sehr hoch; k.A. keine Angaben

	Zink	Mangan	Eisen	Kupfer	Bor	Molybdän
Anfälligkeit	+++	++	+	+	0	0
Bedeutung in LSA	+	-	0	+	+	(+)
Vorkommen	• humose Böden • Gehaltsklasse E bei Phosphor • feuchte oder kalte Böden	• pH > 6,0 • grobkörnige Böden				
Entzug bei 85 dt Korn/ha	450 g/ha	900 g/ha	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.

Im Vergleich zu Getreide hat Mais einen relativ hohen Zink- und Manganbedarf. Im Hinblick auf die relativ gute Mikronährstoffversorgung der Böden dürfte in Sachsen-Anhalt akuter Zink- oder Manganmangel nur selten auftreten.

Obwohl Mais keinen sehr hohen Borbedarf hat, konnte KLASINK (1988) in Feldversuchen nachweisen, daß sich mit Hilfe einer Bordüngung Ertragssteigerungen von 5 - 10 % erreichen lassen. Ob diese in Weser-Ems erzielten Ergebnisse auf Sachsen-Anhalt übertragbar sind, ist derzeit noch offen. Dem Praktiker ist daher die Anlage von Bordüngungen zu empfehlen.

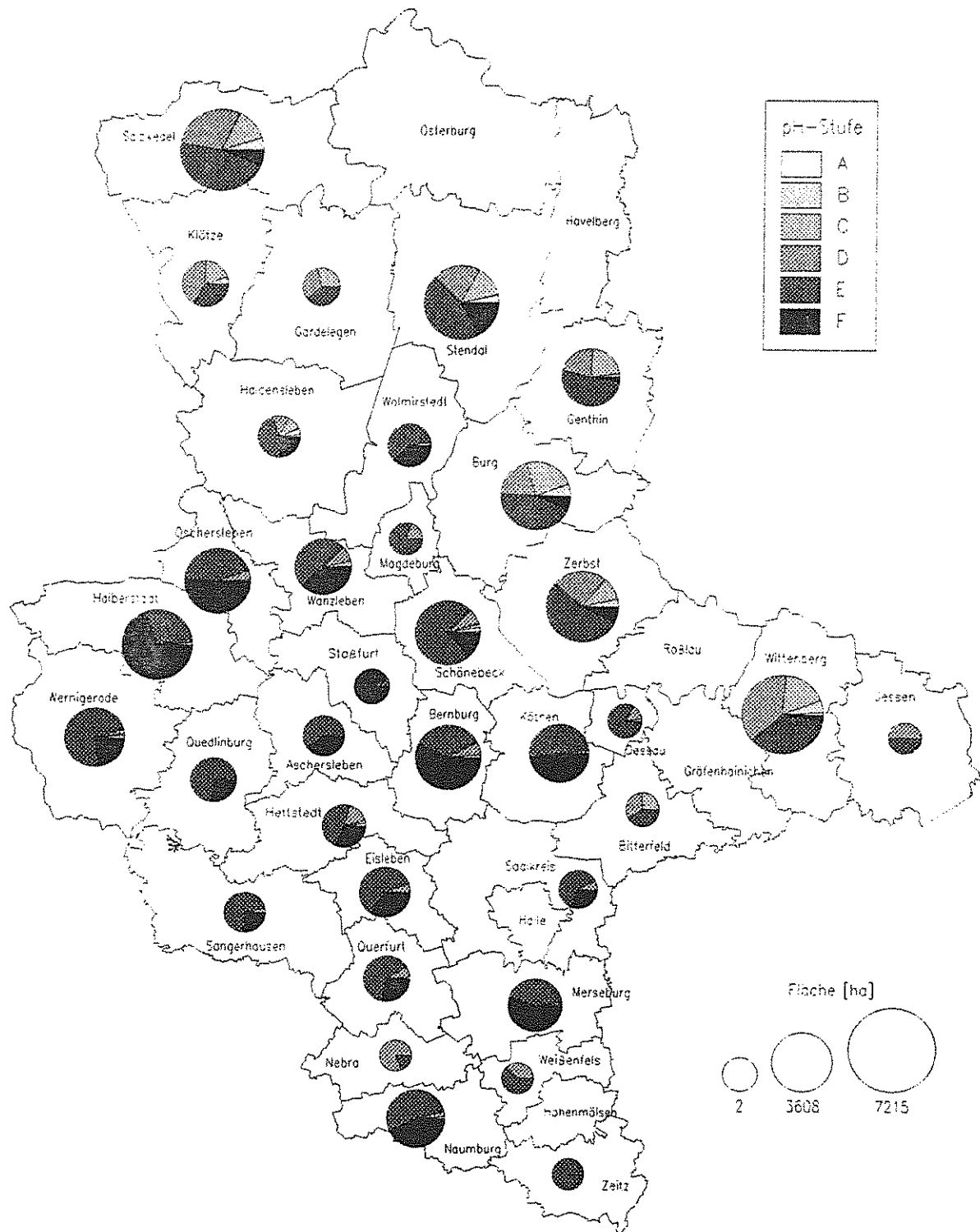


Abb. 3 Ergebnisse der pH-Wert Bestimmungen der Untersuchungsjahre 1995 und 1996; anzustrebende pH-Stufe = E

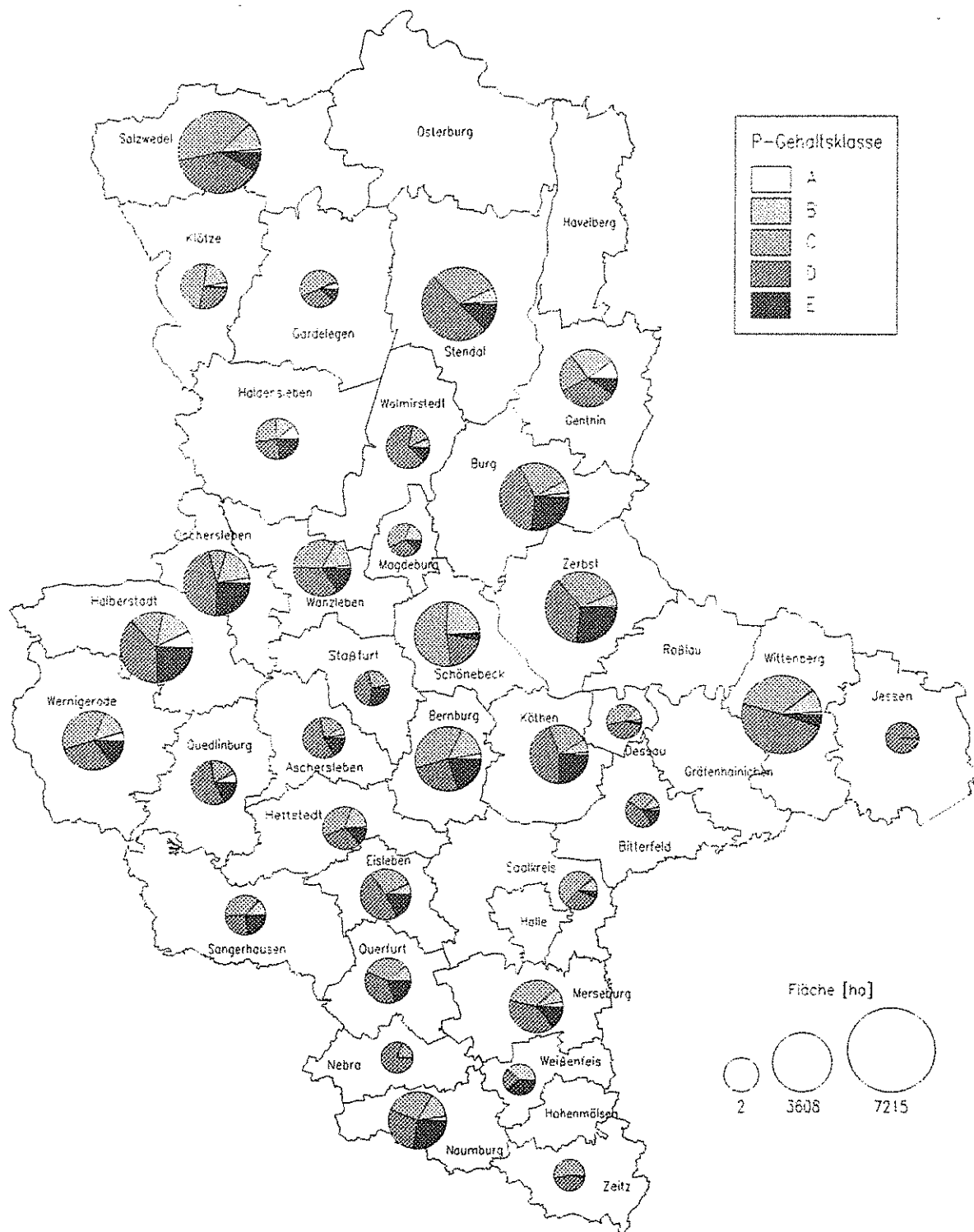


Abb. 4 Ergebnisse der Phosphatbestimmungen der Untersuchungsjahre 1995 und 1996; anzustrebende Gehaltsklasse = C

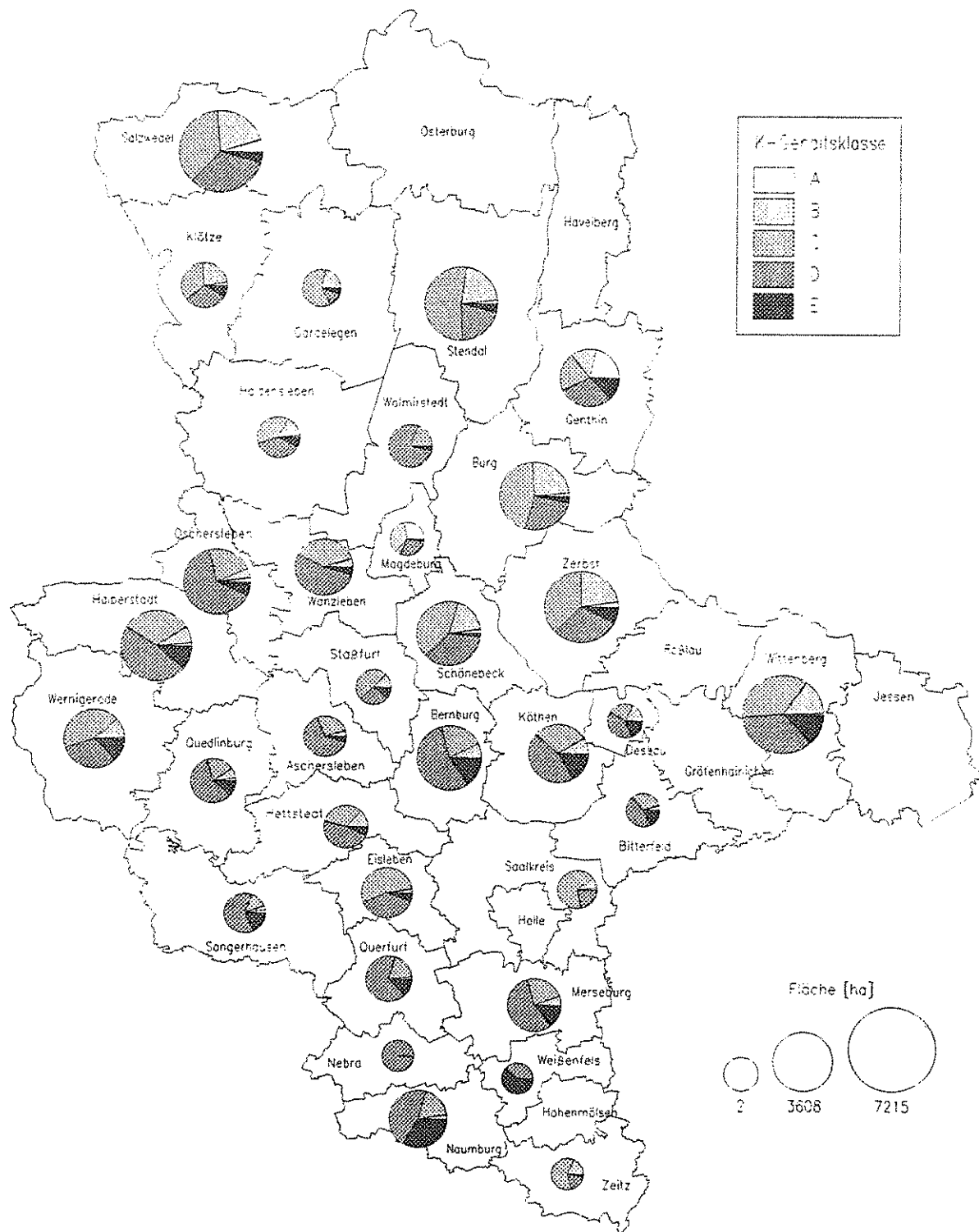


Abb. 5 Ergebnisse der Kaliumstimmungen der Untersuchungsjahre 1995 und 1996; anzustrebende Gehaltsklasse = C

Wie rentabel ist der Körner- und Silomaisanbau?

HEINRICH, J.

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Der Maisanbau ist in Deutschland die tragende Säule der Grundfutterproduktion auf dem Ackerland. Hohes Ertragspotential auf den meisten Standorten, eine ansprechende Energiedichte im Produkt und ein relativ günstiges Kosten-Leistungs-Verhältnis sprechen für den Silomais. In vielen Regionen Ostdeutschlands hat der Silomaisanbau andere Futterfruchtarten nahezu vollständig verdrängt.

Auch der Körnermais - als Lieferant von Futter und Industrierohstoff - hat in den letzten Jahren in Ostdeutschland erheblich an Anbaufläche zugelegt, von verschwindenden knapp 500 ha im Jahr 1990 auf ca. 52.000 ha im Jahr 1996. Vor allem auf klimatisch geeigneten Anbaustandorten in der Mitte der neuen Bundesländer hat er Eingang in die Produktionsprogramme der landwirtschaftlichen Unternehmen gefunden.

Welche Faktoren bestimmen die Rentabilität?

Auf die Rentabilität des Maisanbaues wirkt eine Vielzahl von Einflußgrößen, folgende Faktoren haben besondere Bedeutung:

- Standort
(Ertragspotential in Abhängigkeit von Boden und Klima, Tierbesatz, Nachfrage)
- Betriebsmitteleinsatz
 - Saatgut
(„Schlüsselbetriebsmittel“ [vgl. Abbildung 1], Sortenwahl regionsspezifisch, Bestandesdichte, Sorte und Ernteflexibilität [vgl. Abbildung 2], Informationsbeschaffung mit geringer Kostenintensität)
 - Düngung
(Entzüge, Kosten und Umwelt)
 - Pflanzenschutz
(Ertragssicherheit, Kosten und Umwelt)
- Anbauverfahren
 - Arbeitserledigungskosten
(Wirkung verschiedener technologischer Lösungen z.B. bei Bodenbearbeitung und Bestellung, Kosten der eingesetzten eigenen oder fremden Maschinen in Abhängigkeit vom Anbauumfang, Lohnkosten, Art und Kosten der Trocknung)
 - Terminkosten
(Einhaltung der Saatzeiten, Bestandesdichte, Aussaatqualität, Erntezeitpunkt, Schnitthöhe, Wirkungen bei Silomais vgl. Abbildung 3)
- Verwertung/Vermarktung
 - Ausgleichszahlungen oder Tierprämien
 - Anforderungen beim Einsatz im Betrieb (Nutzungsart, Energiedichte, Konservierung und Lagerung, Veredlung: Milch, Rindermast, Schweinemast)
 - Preise, Qualitätsanforderungen und Absatzmöglichkeiten beim Verkauf
(Lagerhaltung, Logistik, Marketing)

Rentabilität des Anbaues von Silomais

Üblicherweise werden zur Ermittlung der relativen Vorzüglichkeit von nichtmarktgängigen Fruchtarten die Erzeugungskosten herangezogen. Tabelle 1 zeigt eine Beispielkalkulation für den Silomaisanbau auf leichteren Standorten in Sachsen-Anhalt. Es wird unterstellt, daß alle Anbaumaßnahmen termin- und qualitätsgerecht erledigt werden, die in Abbildung 3 aufgeführten Terminkosten bleiben deshalb unberücksichtigt.

Einige Bemerkungen zu den Kostenpositionen:

Saatgut: Die Saatgutkosten sind erfahrungsgemäß abhängig von der Bestandesdichte. Auf den relativ sommertrockenen leichten Standorten in Sachsen-Anhalt empfiehlt sich bei Silomais ein Bestand von etwa 8 bis 9 Pflanzen je m², daraus ergibt sich ein Saatgutbedarf von etwa 1,8 Einheiten.

Pflanzenschutz: Der erforderliche Umfang an Pflanzenschutzmaßnahmen ist abhängig von Verunkrautung und Befallsdruck. Mais leidet besonders nach dem Auflaufen erheblich unter Unkrautkonkurrenz, deshalb sind Unkrautbekämpfungsmaßnahmen unerlässlich. Je nach gewähltem Mittel können schon bei einer Unkrautbekämpfung Kostenunterschiede von mehr als 60 DM/ha auftreten. Deshalb kann der eingesetzte Wert von 165 DM/ha nur als Orientierung dienen. Abweichungen nach unten (seltener) und nach oben (häufiger) sind zu erwarten.

Maschinenkosten: Diese Kostenposition umfaßt neben den üblichen variablen Maschinenkosten, wie Kosten für Treibstoffe, Öle, Fette sowie für Unterhaltung auch Abschreibungen und Zinsansatz. Der Grund liegt darin, daß die untersuchten größeren Betriebe die meisten Maschinen sehr intensiv nutzen und dadurch in der Regel die Abschreibungsschwelle überschreiten, so daß die Abschreibungen variabel werden. Im Vergleich mit „üblichen“ variablen Maschinenkosten erscheinen diese Werte recht hoch, allerdings erfolgt so eine wesentlich bessere Zuordnung anteiliger fixer Kosten und eine Entlastung des Fixkostensockels.

Düngung: Die Aufwendungen und damit auch die Kosten der Düngung sind an den Entzügen bei Versorgungsstufe C orientiert. Nährstoffrücklieferungen bzw. -Vorräte wurden beim Stickstoff anhand des aktuellen N_{min}-Wertes berücksichtigt. In den Kosten sind Düngerpreise veranschlagt, die z.Z. größeren Abnehmern in Rechnung gestellt werden.

Lager- und Konservierungskosten: Diese Position beinhaltet die Aufwendungen für Vorbereitung des Durchfahrtilos sowie die Siloabdeckung (Folie).

Nutzungs- bzw. Opportunitätskosten: Bei der Futterproduktion entstehen Ansprüche an betriebliche Faktoren, insbesondere Boden und Arbeit, die auch zur Erzeugung anderer - meist marktgängiger - Produkte genutzt werden können. Je nach den betrieblichen Wahlmöglichkeiten kann dieser „entgangene Nutzen“ als Kosten höher oder niedriger zu Buche schlagen. Ohne Berücksichtigung der Ausgleichszahlungen ergibt sich auf den leichteren Standorten Sachsen-Anhalts bei alternativer Nutzung des Bodens durch Druschfrüchte ein Deckungsbeitrag von ca. 200 bis 400 DM/ha, als Mittelwert wurden 300 DM/ha angerechnet.

In der Körnerfruchtproduktion entsteht auf den leichteren Standorten ein mittlerer Arbeitszeitbedarf von fünf bis sieben AKh. Für den Anbau und die Konservierung von Silomais ergibt sich ein Arbeitsbedarf von ca. 11 AKh, damit sind ca. fünf zusätzliche AKh in den Opportunitätskosten zu berücksichtigen, also 100 DM/ha bei 20 DM je AKh inklusive Lohnnebenkosten.

Erzeugungskosten: Die Summe der variablen Kosten und der Nutzungskosten ergibt die Erzeugungskosten. Sie können durch Anrechnung von Preisausgleichszahlungen erheblich reduziert werden. Wie intensiv die Landwirte in Sachsen-Anhalt die mit der EU-Agrarreform optional eingeräumte Möglichkeit der Beantragung von Flächenprämien für Silomais genutzt haben zeigt die Karte. Bei Einbeziehung der Ausgleichszahlung von 650 DM/ha ist die dafür erforderlichen anteiligen Flächenstillegung von gegenwärtig 5 % der Marktordnungsfruchtfläche zu berücksichtigen, die Höhe der Beihilfe ändert sich dadurch nur geringfügig (95 % der Ausgleichszahlung [617 DM/ha] plus 5 % der um die Pflegekosten bereinigten Stillegungsprämie [824 DM/ha - 180 DM/ha = 644 DM/ha * 0,05 = 32 DM/ha] insgesamt: 649 DM/ha).

Erzeugungskosten je Energieeinheit: Neben den Erzeugungskosten je Hektar sind für Wettbewerbsvergleiche von Futterfrüchten die Kosten je Energieeinheit, also je kStE oder je MJ NEL, sehr aussagekräftig. Interessant sind für diese Gegenüberstellungen natürlich die Nettoerträge. Es ist unschwer zu erkennen, daß mit höherem Energieertrag sinkende Kosten je Einheit zu erreichen sind. Abbildung 4 zeigt auf der Basis von Daten aus Betriebsanalysen in Sachsen einen Vergleich der Erzeugungskosten je 10 MJ NEL für ausgewählte Fruchtarten. Es wird sehr schön deutlich, welche relative Vorzüglichkeit Silomais erreichen kann.

Neben den Erzeugungskosten, die als wertbestimmenden Bestandteil den energetischen Status der Futtermittel berücksichtigen, werden weitere betriebswirtschaftliche Beurteilungsgrößen (Nutzwerte, Substitutionswerte) verwendet, um andere qualitätsbestimmende Größen, wie Trockensubstanzgehalt, Rohproteingehalt, Energiedichte, Anteil strukturwirksamer Rohfaser u.a. zu bewerten. Der bekannteste Nutzwert ist der Veredlungswert, der angibt, wie hoch der Einkommensbeitrag z.B. des Silomaiseinsatzes in der Rinderfütterung ist, vgl. Tabelle 2. Nur wenn im Betrieb die niedrigsten Veredlungs- oder Substitutionswerte höher sind als die Erzeugungskosten, ist die Silomaisproduktion rentabel.

Rentabilität des Anbaues von Körnermais

Die Züchter bieten mittlerweile eine Vielzahl von Körnermaissorten mit vielfältigen Anbaueigenschaften an. Wichtige Hinweise auf die für den Betriebsstandort am besten geeigneten Sorten geben die Ergebnisse der EU- und Landessortenversuche. Trotz fallender Tendenz in den letzten drei Jahren sind die in den Prüfungen für die neuen Bundesländer erzielten Erträge zwischen 70 und 100 dt Marktware immer noch recht beachtlich. Allerdings führen die jeweiligen Standortgegebenheiten (vor allem niedrigere Temperaturen und/oder Niederschlagsmangel) im Mittel der Betriebe zu bescheidenen Werten. So sind auf der Magdeburger Börse überwiegend Erträge zwischen 65 und 85 dt Marktware zu verzeichnen. Tabelle 3 zeigt die variablen Stückkosten für drei Stufen in diesem Ertragsbereich für einen guten Standort in Sachsen-Anhalt. Die einzelnen Kostenpositionen sind Ergebnisse unserer Untersuchungen in verschiedenen Unternehmen. Im Einzelfall sollte jeder Landwirt seine spezifischen Werte in die betriebsbezogenen Kalkulationen aufnehmen und im Zweifel bei seinem Berater nachfragen. Die nachfolgenden Bemerkungen berücksichtigen nur grundsätzliche Unterschiede zu den vorn beschriebenen Silomaiskostenpositionen.

Saatgut: Auf den vorsommertrockenen Standorten in Sachsen-Anhalt empfiehlt sich ein Bestand von etwa 7 Pflanzen je m², daraus ergibt sich ein Saatgutbedarf von etwa 1,5 Einheiten.

Trocknung: Die Trocknungskosten sind in vielen Fällen die größte Einzelkostenposition beim Körnermaisanbau. Sie haben wesentlichen Einfluß auf die Wettbewerbskraft dieser Fruchtart. Trocknungskosten sind in ihrer Höhe sehr abhängig von den betrieblichen Gegebenheiten. Kaum ein Betrieb wird in der Lage sein, eine Trocknungsanlage speziell für den Körnermaisanbau zu installieren. Im Regelfall dient der Körnermais dazu, die jährliche Inanspruchnahme vorhandener Trocknungskapazitäten zu verlängern und damit die Stückkosten der Trocknung zu senken. In diesen Fällen sind durchaus Werte von 10 bis 12 Pfennigen je % Kornfeuchte und dt als Kostenbelastung möglich. Das entspricht bei 35 % Kornfeuchte Trocknungskosten von 3,50 DM/dt bis 4,20 DM/dt bzw. 347 bis 416 DM/ha bei 99 dt Erntegut (75 dt Marktware). Muß Lohn-trocknung in Anspruch genommen werden, so stiegen die Kosten schnell auf 15 Pfennige je % Kornfeuchte und dt, höhere Werte sind nicht ausgeschlossen. Dadurch wachsen die Trocknungskosten auf Werte von 5,25 DM/dt bzw. 520 DM/ha bei 99 dt Erntegut (75 dt Marktware) an.

Variable Stückkosten: Die Stückkostenbetrachtung hilft dem Landwirt, den Anteil der Kosten an den zu realisierenden Preisen zu erkennen und damit die Wirtschaftlichkeit des Körnermais im Vergleich zu anderen Fruchtarten einzuschätzen. Variable Stückkosten machen die Produktionsschwelle, also die kurzfristig ertragbare Preisuntergrenze, transparent.

Für Betriebe mit Lohnarbeitsverfassung sollten in diese Betrachtung auf jeden Fall noch die Lohnkosten aufgenommen werden. Je nach Anbauverfahren und Maschinenausstattung entsteht ein Arbeitszeitbedarf von ca. 6 bis 10 AKh/ha. Bei Lohn- und Lohnnebenkosten von 20 DM/AKh ergeben sich weitere 120 bis 200 DM/ha bzw. 1,60 bis 2,67 DM/dt bei 75 dt/ha Markware.

Deckungsbeitrag: Die rückläufige Preisentwicklung der letzten Jahre, die nicht zuletzt auf das steigende Angebot zurückzuführen ist, hat die Wirtschaftlichkeit des Körnermaisbaus verschlechtert. Bei 75 dt Markware und 26 DM/dt ergibt sich eine Marktleistung von 1950 DM/ha. Dem stehen variable Kosten in Höhe von 1567 DM/ha gegenüber (s. Tabelle 3). Damit verbleibt ein Deckungsbeitrag von 383 DM/ha bzw. 5,11 DM/dt. Berücksichtigt man den niedrigsten Arbeitszeitbedarf, so verbleibt ein Deckungsbeitrag II von 263 DM/ha bzw. 3,51 DM/dt. Unter Einbeziehung der Ausgleichszahlungen von 650 DM/ha und der dafür erforderlichen anteiligen Flächenstillegung von 5 % der Marktordnungsfruchtfläche verbleibt dem Betrieb ein Deckungsbeitrag von 899 DM/ha (95 % des Deckungsbeitrages [250 DM/ha] sowie der Ausgleichszahlung [617 DM/ha] plus 5 % der um die Pflegekosten bereinigten Stillegungsprämie [824 DM/ha - 180 DM/ha = 644 DM/ha * 0,05 = 32 DM/ha]).

Fixkosten: Neben den genannten Kosten entstehen den Betrieben fixe Kosten, die je nach Produktionsprogramm zwischen den Unternehmen recht stark voneinander abweichen. Relativ eindeutig ist meist die Pachthöhe, auf besseren Standorten mindestens 300 DM/ha. Die Abschreibungen und Unterhaltskosten für Gebäude, Kosten für Energie und Wasser, Zinsen, betriebsbezogene Steuern und Abgaben, Kosten der Leitung und Verwaltung sowie sonstige Kosten erreichen - auch wenn Maschinen variabel abgeschrieben werden - schnell Beträge zwischen 400 und 1000 DM/ha. Im günstigsten Falle wären also 700 DM fixe Kosten zu decken. Dafür reicht der Deckungsbeitrag auf besseren Standorten nur, wenn die Ausgleichszahlung berücksichtigt wird. Für die weitere Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Körnermais sowie aller anderen Fruchtarten ist in vielen Betrieben ein Eindämmen der Fixkosten unerlässlich.

Wettbewerbskraft

Für Wettbewerbsbetrachtungen im Betrieb wird von kurzfristig fixen Größen im Bereich der Maschinen- und Gebäudeausstattung ausgegangen, deshalb reichen für derartige Vergleiche oft schon die Deckungsbeiträge. Arbeitswirtschaftliche Vorteile sowie günstigere Ausnutzungsgrößen, z.B. durch Verteilung der Inanspruchnahme von Mähdreschern oder Trocknungsanlagen auf längere Zeiträume (Komplementärnutzen), müssen dabei durch veränderte Abschreibungen oder Belastungen in den variablen Kosten berücksichtigt werden.

Tabelle 4 zeigt eine Gegenüberstellung der Gleichgewichtserträge, d.h. der Erträge verschiedener Fruchtarten bei denen unter den gewählten Bedingungen der gleiche Deckungsbeitrag wie mit 75 dt/ha Körnermais erzielt werden kann. Um die Wirkung der unterschiedlich hohen Ausgleichszahlungen zu verdeutlichen, wurde der Vergleichsertrag sowohl mit als auch ohne Ausgleichszahlung ermittelt.

Es wird deutlich, daß die relative Vorzüglichkeit des Körnermaisbaus auf diesem Standort gering ist. Winterweizen erreicht beispielsweise den gleichen Deckungsbeitrag bereits mit knapp 64 dt/ha. Damit ist auch der Abstand erkennbar, den Körnermais gegenüber Weizen auf dem betrachteten Standort erreichen muß, um die zusätzlichen Anbau- und Erntekosten, vor allem natürlich die der Trocknung, zu decken. Höhere Körnermaiserträge und/oder bessere Preise könnten seine Wettbewerbskraft verbessern. Körnermais wäre unter den Bedingungen des untersuchten Standortes bei einem Ertrag von etwa 87 dt/ha Markware oder einem (z.Z. nicht zu erreichenden) Preis von ca. 31,50 DM/dt seiner Konkurrenzfrucht Winterweizen (Ertrag 75 dt/ha, Preis 26,50 DM/ha) ebenbürtig. Bleiben die Ausgleichszahlungen unberücksichtigt, so hat der Körnermais Chancen gegenüber den Ölf Früchten und Leguminosen.

Fazit

- Silomais ist bei Berücksichtigung der genannten Einflußgrößen - Sortenwahl, Bestandesdichte, Termineinhaltung und Teigreife zur Ernte - auf Grund seines Futterwertes und der relativ günstigen Kosten je Energieeinheit ein sehr wirtschaftliches Futtermittel. Die Bereitstellung von qualitativ hochwertigem Grundfutter aus Mais kann z.B. in der Milchproduktion erheblich zur Leistungssteigerung beitragen. Grundfutterleistungen von 3000 bis 4000 kg Milch je Kuh und Jahr sind bei gleichzeitig hoher Gesamtleistung von ca. 7000 kg Milch je Kuh und Jahr in Praxisbetrieben nachgewiesen.
- Vor der Aufnahme des Körnermaisbaus sollte die Wettbewerbskraft unter betrieblichen Gegebenheiten ermittelt sowie die Auswirkungen auf Maschinenausnutzung und Arbeitswirtschaft geprüft werden. Wesentlichen Einfluß auf die relative Vorzüglichkeit von Körnermais kann neben dem Ertragspotential des Standortes die Begrenzung der variablen Kosten durch eine angemessene Intensität ausüben. Ohne Komplementärnutzen sowie ausreichenden und nachhaltigen Mehrertrag gegenüber Konkurrenzfruchtarten bleibt Körnermaisbau auf Standorten mit niedriger Wasserversorgung ein wirtschaftliches Risiko.

Abbildung 1: Saatgut als Schlüsselbetriebsmittel

Schlüsselbetriebsmittel Saatgut

- Züchterischer Fortschritt nutzbar:
 - Ertragsfortschritt
 - Keimfähigkeit
 - Resistenzen
 - Standfestigkeit
 - Erntesicherheit
- Zusatznutzen Dienstleistung
 - Beizung
 - Abpackung
 - Gewährleistungsansprüche
 - Zusatzinformationen

Abbildung 2: Betriebswirtschaftliche Aspekte der Sorteneigenschaft
Ernteflexibilität bei Silomais

Ernteflexibilität

- Qualitätsmanagement
 - Zeitspanne zwischen Teigreife und Restpflanzenverstrohung länger
 - Trockensubstanzwerte und Futterwert bleiben über längere Zeit günstig
 - Weniger Probleme mit Silagequalität
- Terminkosten
 - Erntestaffelung führt nicht zu Qualitätseinbußen, damit weniger Ausfälle durch zu frühe oder zu späte Ernte (ca. 60 DM/ha und Tag)

Abbildung 3: Orientierungsgrößen für Terminkosten im Silomaisanbau

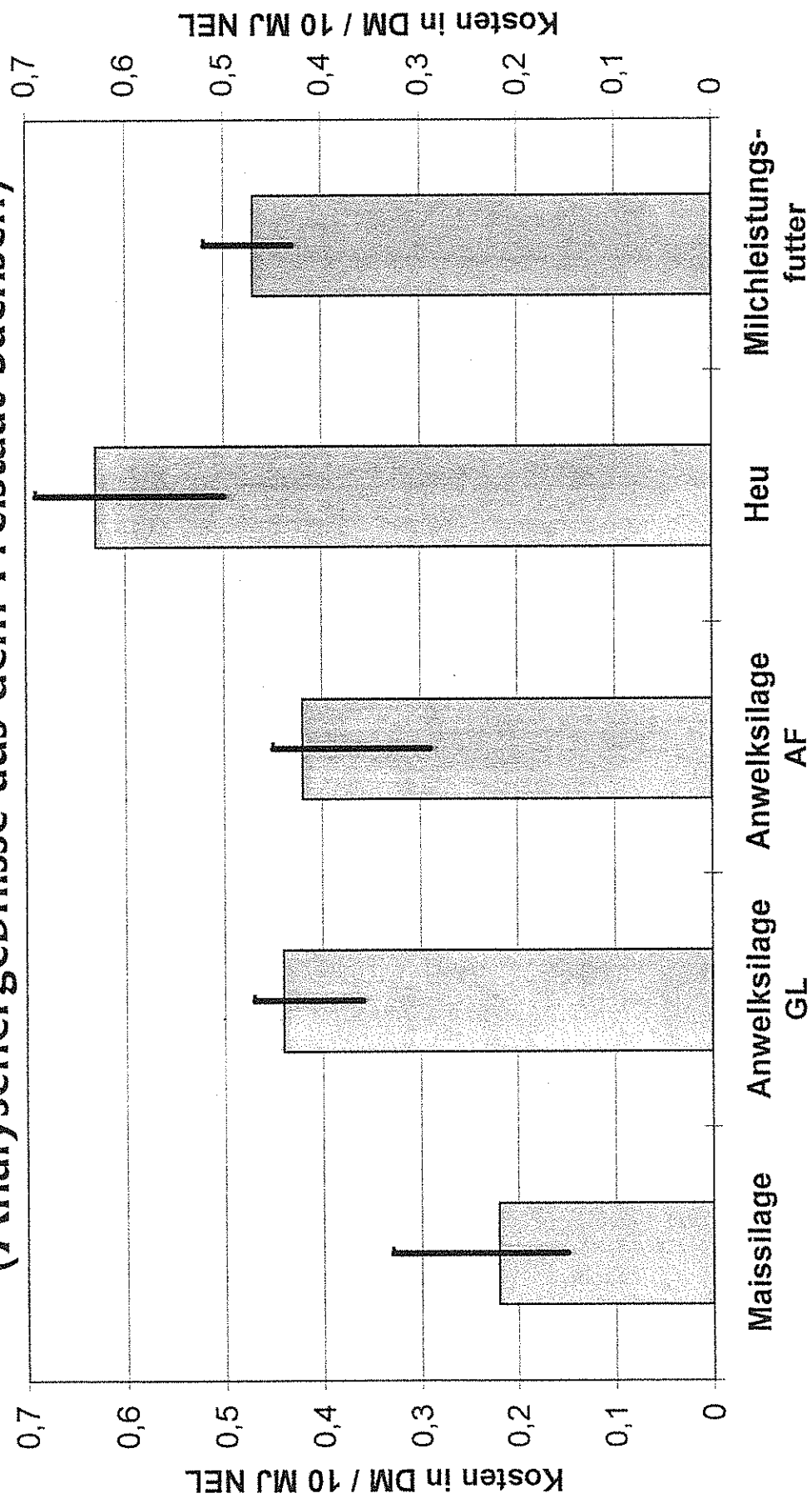
Terminkosten bei Silomais: Orientierungsgrößen (Faustzahlen)

- Bewertungsbasis: Wirkung der Abweichungen vom regionalen pflanzenbaulichen Optimum auf die Trockensubstanz (pro Prozentpunkt TS: 30 DM/ha)
- Aussaat
 - ⇒ Saatzeit
 - zu früh: bis zu 180 DM/ha
 - zu spät: bis zu 410 DM/ha
 - ⇒ Bestandesdichte
 - zu gering: bis zu 110 DM/ha
 - zu hoch: bis zu 130 DM/ha
 - ⇒ Aussaattechnik
 - ungenau: bis zu 100 DM/ha
 - Fehlstellen: bis zu 200 DM/ha
- Ernte
 - ⇒ Teigreife
 - 1 Woche vorher: bis zu 400 DM/ha
 - ⇒ Schnitthöhe
 - zu tief: bis zu 180 DM/ha

Quelle: nach S. Böse, Saaten Union, 1996

Abbildung 4:

Erzeugungskosten im Vergleich (Analyseergebnisse aus dem Freistaat Sachsen)



Silomaisanbau in Sachsen-Anhalt darunter Mais auf Marktordnungsfruchtfläche

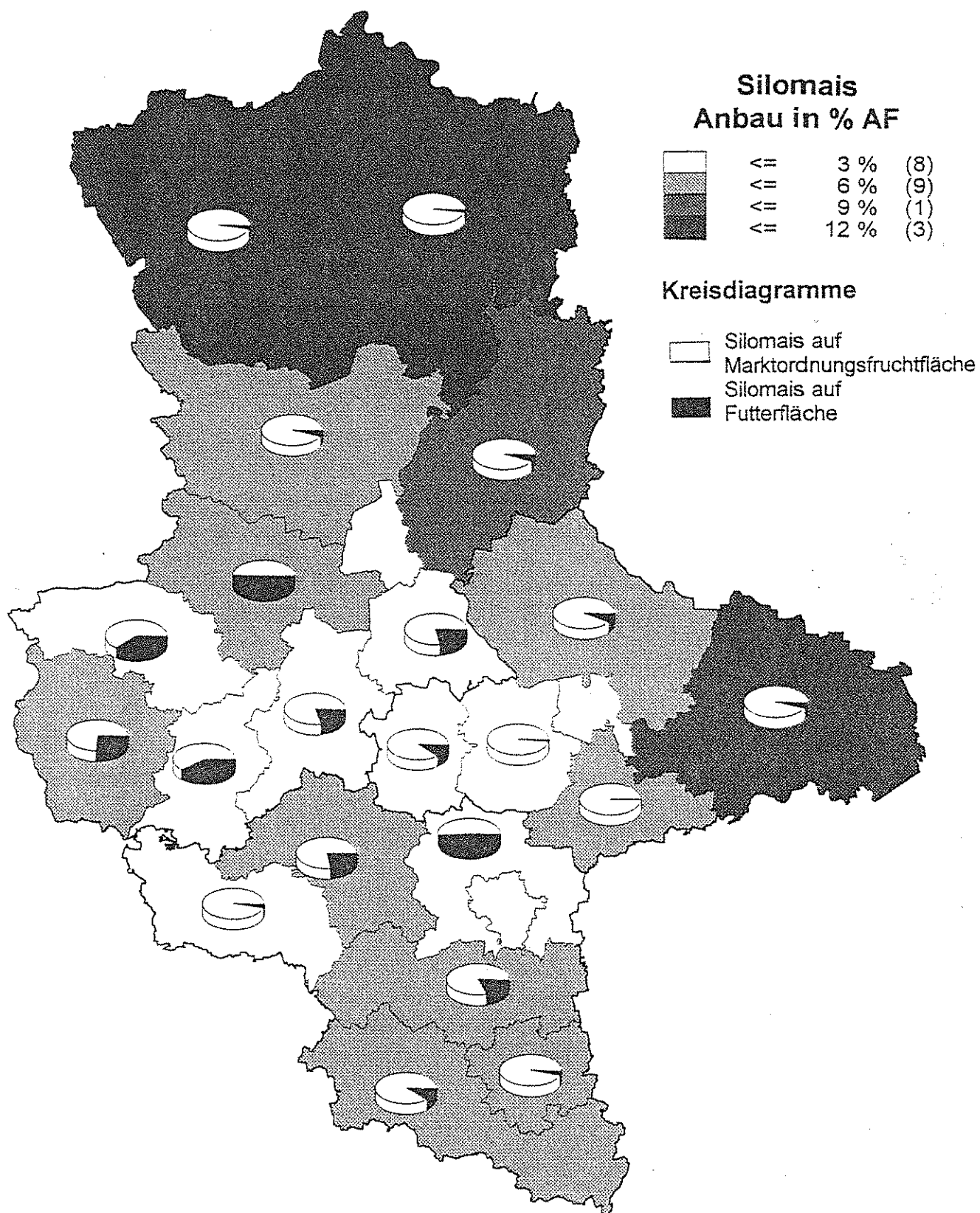


Tabelle 1:

Erzeugungskosten von Silomais				
Leichter Standort in Sachsen-Anhalt				
Bezeichnung	Einheit	Silomais-Ertragsstufen		
Bruttoertrag	dt TM/ha	100	110	120
Originalertrag bei 30 % TS	dt/ha	334	366	400
Siliverluste	v.H.	15	15	15
Silageertrag	dt TM/ha	85	94	102
Energieertrag netto	10 MJ NEL	5.253	5.778	6.304
Saatgut	DM/ha	225,00	225,00	225,00
Pflanzenschutz	DM/ha	165,00	165,00	165,00
Maschinenkosten	DM/ha	522,00	546,00	571,00
Flächengebundene variable Kosten	DM/ha DM/ 10 MJ NEL	912,00 0,17	936,00 0,16	961,00 0,15
Grunddüngung (P/K)	DM/dt TM	1,43	1,43	1,43
N-Düngung (N _{min} abgerechnet)	DM/dt TM	0,78	0,78	0,78
Konservierungskosten	DM/dt TM	0,75	0,75	0,75
Ertragsabhängige variable Kosten	DM/ha DM/ 10 MJ NEL	296,00 0,06	325,60 0,06	355,20 0,06
Summe var. Kosten	DM/ 10 MJ NEL	0,23	0,22	0,21
Nutzungskosten Boden	DM/ha	300,00	300,00	300,00
Mehrbedarf an Arbeit vs. Getreide	A/Kh	4,50	5,00	5,70
Nutzungskosten Arbeit	DM/ha	90,00	100,00	114,00
Ausgleichszahlung (korrigiert ¹⁾)	DM/ha	649,00	649,00	649,00
Erzeugungskosten ohne Ausgleich	DM/ 10 MJ NEL	0,30	0,29	0,27
Erzeugungskosten mit Ausgleich	DM/ 10 MJ NEL	0,18	0,18	0,17

¹⁾ Korrektur der Ausgleichszahlung unter Berücksichtigung der erforderlichen Stilllegung:
95 % der Ausgleichszahlung + 5 % der um die Pflegekosten bereinigten Stilllegungsprämie

Tabelle 2:

Veredlungswert von Silomais beim Einsatz in der Milchviehhaltung			
Aktuelle Werte für gute Bestände in Sachsen-Anhalt			
Bezeichnung	Einheit	Betrag	
Veredlungsleistung	DM/Kuh	4.277,00	
davon: 7000 kg Milch à 0,54 DM/kg	DM/kg Milch	0,61	
0,95 Kalb à 170 DM/Kalb	DM/Kuh	3.780,00	
Altkuh (0,35 = 98 kg SG)	DM/Kuh	162,00	
	DM/Kuh	335,00	
Veredlungskosten	DM/Kuh	3.376,00	
Spezialkosten	DM/kg Milch	0,48	
	DM/Kuh	1.856,00	
	DM/kg Milch	0,27	
Bestandsergänzung	DM/Kuh	667,00	
Milchleistungs- und Mineralfutter	DM/Kuh	684,00	
Besamung, Tierarzt, Klauenpflege	DM/Kuh	200,00	
Energie, Wasser	DM/Kuh	105,00	
var. Maschinenkosten	DM/Kuh	120,00	
Beiträge und sonstiges	DM/Kuh	80,00	
Nutzungskosten	DM/Kuh	1.520,00	
	DM/kg Milch	0,22	
Stall (Neubau)	DM/Kuh	740,00	
Arbeit	DM/Kuh	780,00	
Veredlungswert je Kuh	DM/Kuh	901,00	
Benötigte Energie aus Grundfutter ¹⁾	DM/kg Milch	0,13	
Grundfutterkosten (Erzeugungskosten)	10 MJ NEL	2.623,00	
bei 0,18 DM/10 MJ NEL	DM/Kuh	472,14	
	DM/kg Milch	0,07	
Veredlungswert Maissilage	DM/ 10 MJ NEL	0,34	

¹⁾ Hier zur Vereinfachung nur Maissilageeinsatz unterstellt

Tabelle 3:

Variable Stückkosten von Körnermais				
Guter Standort in Sachsen-Anhalt				
Bezeichnung	Einheit	Körnermais-Ertragsstufen		
Ertrag (86 v.H. TS)	dt/ha	65	75	85
Kornfeuchte	v.H.	35	35	35
Originalertrag	dt/ha	86,00	99,23	112,46
Saatgut	DM/ha	190,00	190,00	190,00
Pflanzenschutz	DM/ha	165,00	165,00	165,00
Maschinenkosten	DM/ha	477,50	492,50	507,50
Flächengebundene variable Kosten	DM/ha	832,50	847,50	862,50
	DM/dt	12,81	11,30	10,15
Grunddüngung (P/K)	DM/dt	1,98	1,98	1,98
N-Düngung	DM/dt	1,02	1,02	1,02
Hagelversicherung	DM/dt	0,06	0,06	0,06
Trocknung (12 Pfg/%)	DM/dt	4,20	4,20	4,20
Ertragsabhängige variable Kosten	DM/ha	623,64	719,58	815,52
	DM/dt	7,25	7,25	7,25
Summe var. Kosten	DM/ha	1456,14	1567,08	1678,02
Variable Stückkosten	DM/dt	22,40	20,89	19,74

Tabelle 4:

Wettbewerbskraft ausgewählter Fruchtarten im Vergleich zu Körnermais						
Konditionen für Sachsen-Anhalt 1997						
Fruchtart	Mittlerer Ertrag	Verkaufspreis	Verkaufspreis mit Ausgleich ²⁾	Deckungsbeitrag der Fruchtart mit Ausgleich	Gleichgewichtsertrag mit Ausgleich	Gleichgewichtsertrag ohne Ausgleich
	dt/ha	DM/dt	DM/dt	DM/ha	dt/ha	dt/ha
Winterweizen	75	26,50	35,17	1.338	63,35	59,74
Wintergerste	70	22,00	31,29	1.113	64,10	62,86
Braugerste ¹⁾	50	28,00	41,00	970	48,99	49,75
Winterraps	35	39,00	66,31	1.087	32,60	39,31
Sonnenblumen	35	37,00	64,31	944	34,74	43,49
Futtererbsen	40	27,00	50,50	823	42,08	55,96

¹⁾ Braugerste: Brauware 75 v.H. zu 30 DM/dt

²⁾ mit Ausgleich = mit Ausgleichszahlung (Getreide: 650 DM/ha, Ölfrüchte: 956 DM/ha, Leguminosen: 940 DM/ha, im Deckungsbeitrag Abweichung durch Stilllegungsverpflichtung berücksichtigt)

Körnermais: Ertrag 75 dt/ha; Preis 26 DM/dt; var. Kosten: 1567 DM/ha
(Kornfeuchte zur Ernte: 35 v.H.)

Kalkulation Gleichgewichtsertrag: $\text{Ertrag FA} + ((\text{DB KM} - \text{DB FA}) / \text{Preis FA})$

Pflanzenschutz im Mais - Erfahrungen und aktuelle Probleme

PAPENFUß, J.

Landespflanzenschutzamt Sachsen - Anhalt

1. Unkrautbekämpfung

Der Maisanbau ist mit einer Anbaufläche von 78 700 ha Silomais und 13 300 ha Körnermais eine wichtige Größe in der Landwirtschaft Sachsen - Anhalts. Im Jahr 1996 bewies sich wieder einmal, wie wichtig bei der spät schließenden Kultur Mais, die Unkrautbekämpfung ist. Das kalte Frühjahrswetter führte teilweise zu einem Wachstumsstillstand der Kulturpflanze, brachte aber für die Unkrautentwicklung noch günstige Vegetationsbedingungen. Damit verlängerte sich die Konkurrenzphase der Unkräuter, der Reihenschluß erfolgte erst sehr spät.

Beim Einsatztermin zur Unkrautbekämpfung Ende Mai Anfang Juni zeigte sich wie wichtig die Einsatzkriterien für die Maisherbizide sind. Der plötzliche Temperaturwechsel führte besonders nach dem Cato - Einsatz zu Verträglichkeitsproblemen, da der Mais durch zu niedrige bzw. zu hohe Temperaturen im Stoffwechsel beeinträchtigt wurde. Beim Einsatz von Mikado wurden diese Verträglichkeitsprobleme nicht beobachtet.

Die Auswahl der Herbizide erfolgt nach folgenden Schwerpunkten:

1. Unkrautspektrum (dikotyle Unkräuter oder Mischverunkrautung mit Hirsearten)
2. Entwicklungsstadium der vorhandenen Unkrautarten
3. Kulturpflanzenbeschaffenheit (Entwicklungsstadium, Wachsschicht)
4. Witterungsbedingungen (Bodenfeuchte, Temperatur, Niederschläge)
5. Pflanzenschutzmitteleigenschaften (Wirkungsweise, Verträglichkeit, Preis)

Das Ziel ist mit einer Behandlung auszukommen. Kombinationspräparate mit Boden- und Blattwirkung haben sich durch den zeitlich verschobenen Unkrautauflauf bewährt. Die Vielzahl der einsetzbaren Präparate zeigt die folgende Tabelle:

Pflanzenschutzmittel Wirkstoff	Aufwandm. l bzw. kg/ha	Verfahren	Abstandsauflagen NW	Richtpreis DM/ha
Artett Terbuthylazin + Bentazon	4,00 - 5,00	NA ES 12 - 17	600 20	115 bis 144
Bandur Aclonifen	1,5 - 2,5	VA	600 20	49 bis 81
Buctril / Certrol B Bromoxynil	1,00 - 1,50	NA ES 14-16	601 10	55 bis 83
Cato + FHS Rimsulfuron	0,03 + 0,18	NA bis ES16	600 10	52
Duogranol Pyridate+Bromoxynil	1,5 - 3,0	NA bis ES 16	600	69 bis
Extoll Bentazon + Bromoxynil	3,00	NA ES 12 - 16	600 10	92
Gardoprim plus Terbuthylazin+Metolachlor	4,00 - 6,00	VA - NA ES 12-16	600 20	114 bis 170

Pflanzenschutzmittel Wirkstoff	Aufwandmenge l bzw. kg/ha	Verfahren	Abstandsauflagen NW	Richtpreis DM/ha
Gardobuc Terbuthylazin+Bromoxynil	1,25 - 2,00	NA ES 12 - 16	600 20	82 bis 130
Grid Plus + FHS Rimsulfuron + Thifensulfuron	0,02 + 0,3	NA bis ES 16	600 20	
Lido SC Terbuthylazin + Pyridate	2,00 - 3,00	bis ES 16	600 20	95 bis 142
Mikado Sulcotrione	1,50	NA bis ES 16	601 10	111
Pendimox Pendimethalin+Bromoxynil	2,5 - 3,5	NA ES 13 - 16	600 20	67 bis 94
Sailor - Pack Mikado + Lentagran EC	1,00 - 1,50 + 1,00 - 1,50	NA bis ES 16	601 10	128 bis 190
Starane 180 Fluroxypyr	0,75 - 1,5	NA bis ES 16	600 10	42 bis 84
Stentan Pendimethalin+Cardopr.plus	4,00 - 6,00	VA - NA bis ES 14	600	110 bis 165
Tactril Pack (Metosulam + Bromoxynil)	0,2 + 1,0	NA bis ES 16	601 10	
Zintan Pack Gardopr. plus+Lentagran WP	4,5 + 2,0	NA bis ES 16	600 20	199
TM Cato + FHS + Lido SC	0,025 + 0,15 + 2,00	NA bis ES 16	600 20	139
TM Cato + FHS + Certrol B/Buctril bzw Duogranol	0,025 + 0,15 + 0,5 - 0,75 bzw 1,0	NA bis ES 16	600 10*	71 bis 90
TM Mikado + Cato + FHS	1,0+0,025+0,15	NA bis ES16	601 10	117
TM Mikado +Pendimox	1,0 + 2,0	NA bis ES 16	600 20	127
TM Tactril Pack + Cato + FHS	0,15 + 0,75 + 0,03 + 0,18	NA bis ES 16	601 10	

Auf die folgenden Besonderheiten ist hinzuweisen:

- der Wirkstoff Bromoxynil (Certol B, Buctril) kann bei ungenügend ausgebildeter Wachsschicht Ätزشäden verursachen
- Pyridate (Lentagran, Lido SC) sind pflanzenverträglicher (Einsatzzeitpunkt nicht zu spät wählen)
- bentazonhaltige Produkte werden von Mischungen mit Cato ausgenommen
- Starane 180 sollte speziell zur Nachbehandlung bei starken Auftreten von Klebkraut, Kartoffeldurchwuchs und Schwarzem Nachtschatten eingesetzt werden
- Mischungen mit Ölen oder Blattdüngern sind nicht zu empfehlen
- die W - Auflage wurde für die Wirkstoffe Bentazon und Dicamba gestrichen

Bewährte Präparate oder Kombinationen bei der Unkrautbekämpfung ohne Hirse:

Gardobuc, Pendimox, Dougranol, Lido SC, Artett, Pendimox+ Stentan, Mikado+Lentagran

bei der Unkrautbekämpfung einschließlich Hirse:

Cato+FHS+Lido SC, Cato+FHS+Buctril, Zintan Pack, Cato+FHS+Stentan,
Cato+FHS+Mikado, Stentan+Mikado, Cato+FHS+1/2 Zintan Pack

Neu in die Anwendung werden folgende Präparate kommen:

Tacco (Metosulam)

Tactril Pack (Tacco + Buctril)

Grid Plus (Rimsulfuron + Thifensulfuron)

Motivell (Nicosulfuron)

Frontier (Dimthenamid)

2. Tierische Schaderreger im Mais

Von den Schädlingen des Mais ist die Fritfliege der verbreitetste Schädling, mit dessen Auftreten jährlich in den Befallsgebieten gerechnet werden muß. Biologisch bedingt werden besonders Spätsaaten durch die Larven der 1. Generation im Mai, geschädigt. Leichte Pflanzenschäden zeigen sich in einer quer zu den Blattadern verlaufenden Lochreihe. Bei Wind reißen die Blätter auf oder knicken an der Lochreihe ab. Schwere Schäden entstehen, wenn durch den Larvenfraß der Haupttrieb zerstört wird. Geschädigte Pflanzen versuchen diesen Schaden durch die Ausbildung von Seitentrieben auszugleichen, diese bringen jedoch nur stark verringerte Ertragsleistungen. In Extremfällen können die Larven sehr schnell den Vegetationspunkt zerstören, so daß die Pflanzen absterben. Geschädigte Pflanzen werden häufiger von Beulenbrand befallen. Die Fritfliege kann durch Insektizidspritzungen mit Pyrethroiden im 2 - Blattstadium bekämpft werden, auch Randbehandlungen brachten ausreichende Sicherheit. Wesentlich sicherer und umweltverträglicher ist die Saatgutinkrustierung mit Mesurol flüssig oder Carbusolfan technisch. In diesem Jahr ist die Zulassung von Gaucho 600 FS mit deutlich höheren Wirkungsgraden zu erwarten.

Besonders in Körnermaisbeständen kann der Maiszünsler Ertragsverluste bis zu 30 % verursachen. In den letzten 20 Jahren war zu beobachten, daß dieser ursprünglich sehr wärmeliebende Schädling sich an rauhere Klimazonen anpaßt und sich zunehmend ausbreitet. In Deutschland richtet der Maiszünsler hauptsächlich in den warmen Regionen von Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland - Pfalz und Hessen Schäden an. In den Neuen Bundesländern war er bisher im Oderbruch (Brandenburg) heimisch. Seit 1995 wird er auch in Sachsen - Anhalt lokal auf Maisflächen im Raum Bernburg / Köthen beobachtet. Maiszünslerbefall ist leicht an den abgeknickten Fahnen zu erkennen. Bei genauer Betrachtung sieht man Bohrlöcher im Stengel, aus denen Bohrmehl oder Kot von den Larven ausgeworfen wird. Durch den Larvenfraß werden das Stengelmark und die Leitungsbahnen zerstört und damit die Nährstoffversorgung der Pflanzen beeinträchtigt. Oft führen diese Fraßschäden zum Stengelbruch. Starker Wind und Regen führen zu Lager und Maiskolbenverlusten. Da die Raupe in Wurzelstrünken und Stengelteilen überwintert ist als vorbeugende Maßnahme sorgfältiges Unterpflügen der Maisstoppeln zu empfehlen.

3. Pilzkrankheiten des Maises

Die Fusarium-Stengelfäule des Maises kann von verschiedenen Pilzarten der Gattung Fusarium hervorgerufen werden und erreicht besonders im Körnermais in Jahren mit Entwicklungsbedingungen, die für den Pilz günstig sind, große wirtschaftliche Bedeutung.

Die ersten Symptome kann man in der Nähe des ersten Stengelknotens nach der Blüte des Maises in Form dunkler Gewebeverfärbungen erkennen. Später vergrößern sich diese Bereiche und lassen sich eindrücken, das Stengelinnere ist zerstört. Häufig kommt es im Bereich des Knotens zum Umknicken oder Abbrechen der Stengel, besonders unter Windeinwirkung. Die Folge ist eine vorzeitige Notreife und es kommt durch die am Boden liegenden Pflanzen zu hohen Ertragsverlusten.

Die Infektionen gehen in erster Linie von Pflanzenrückständen aus, auf denen der Pilz saprophytisch überdauern kann. Der Befall kann sowohl über die Wurzel als auch den Stengel erfolgen. Der große Wirkkreis der Fusarien, zu dem u.a. auch unsere Getreidearten gehören, ist der Grund für eine ständige Präsenz dieser Pilze im Ackerboden und es ist nur eine Frage der Jahreswitterung ob oder wie stark die Krankheit zum Ausbruch kommt.

Bekämpfungsmöglichkeiten mit Fungiziden sind nicht gegeben, sie beschränken sich auf ackerbauliche Maßnahmen, wie ausreichendes Kaliangebot und Vermeidung von N - Überversorgung.

Im Resistenzverhalten gibt es deutliche Unterschiede, wobei die Sorten der frühen und mittelfrühen Reifegruppen häufig die höhere Anfälligkeit aufweisen. Doch auch hier ist es in letzter Zeit der Züchtung gelungen, große Fortschritte zu erzielen (z. B. Banjo, Forum, Husar, Loft, Santiago, Pirat, Toledo, Volvik).

Wenn befallene Schläge als Vorfrucht für Winterweizen vorgesehen sind, muß tief umgepflügt werden, da die Gefahr des verstärkten Auftretens von Halmbasiserkrankungen und partieller Taubährigkeit besteht.

Die Fusarium-Kolbenfäule wird in der Mehrzahl der Fälle durch die gleichen Fusarium-Arten wie bei der Stengelfäule hervorgerufen. Sie ist weit verbreitet und schädigt besonders im Körnermais. Mit Ertragsverlusten, Qualitätseinbußen (Mykotoxine!) und Keimfähigkeitsminderungen ist besonders dann zu rechnen, wenn im Zeitraum August bis Oktober reichlich Niederschläge fallen. Mit Mykotoxinen belastete Körner können zu Gesundheitsschäden bei Haustieren führen, wenn sie verfüttert werden.

Die Krankheit erkennt man an einem weißrosa verfärbten Pilzmyzel, welches die Kolben bedeckt. Bei fortgeschrittenem Befall ververbräunen und verkümmern die Körner, die Spindel wird trockenfaul und kann brechen. Häufig treten Kolben- und Stengelfäule gemeinsam auf.

Die Bekämpfungsmöglichkeiten sind sehr eingengt. Die Resistenzunterschiede sind auch nicht annähernd so ausgeprägt, wie bei der Stengelfäule und der Züchtung stehen hier noch große Aufgaben bevor. Körnermais sollte unbedingt vor Frosteintritt geerntet und trocken gelagert werden, weil sonst die Fäule im Lager weiter fortschreitet.

Das auffälligste Schadbild der durch Pilze verursachten Krankheiten des Maises wird durch den Erreger des Maisbeulenbrandes hervorgerufen. Der Pilz kann fast alle Pflanzenteile, soweit meristematisches Gewebe vorhanden ist, parasitieren. Zunächst zeigen sich hellgrüne, blasige

Wucherungen, die mit einer silbrigen Haut umgeben sind. Diese Gebilde vergrößern sich im Verlauf der Vegetation, platzen auf und lassen dunkelbraune Sporenmassen hervortreten. Bei sehr frühem Befall, der z.B. durch Fritfliegenfraß oder Hagelschlag begünstigt werden kann, kommt es zum Absterben der Jungpflanzen.

Die Primärinfektionen gehen vom Boden aus, später sorgen die freigesetzten Sporen für die Massenausbreitung im Bestand. Der wirtschaftliche Schaden hält sich in unserer Region in Grenzen. Befallsminderung kann durch eine weitgestellte Fruchtfolge sowie Vermeidung von N - Überdüngung erreicht werden.

4. Pflanzenschutztechnische Tagung der LVA Bernburg - AHL-Ausbringung -

SCHUBERT, R,
Lehr- und Versuchsanstalt für Acker- und Pflanzenbau Bernburg

Am 11. Februar 1997 veranstaltete die LVA Bernburg die 4. Pflanzenschutztechnische Tagung zum Thema „AHL-Ausbringung“.

Über 100 Teilnehmer, vornehmlich aus dem praktizierenden Berufsstand, konnten begrüßt werden. Dieser rege Zuspruch rechtfertigte die Themenwahl. Folgende Gesichtspunkte waren dafür maßgebend:

1. Zunehmende AHL-Anwendung in der Praxis und deshalb häufigere Anfragen bei der LVA zum zweckmäßigsten Einsatz;
ST hatte 1995 einen Verbrauch von 130 kT AHL,
d.h. je ha LF des Landes wurden rd. 31 kg N in ds. Formulierung (also rd. 87 l) ausgebracht.
2. Grundsätze, die beim Umgang mit AHL bestehen und die zu beachten sind. Sie liegen z.B. auf rechtlichem und technisch-technologischem Gebiet, betreffen aber den richtigen Einsatzzeitpunkt. Auf diese Weise sollen Schäden oder Beeinträchtigungen an den Kulturpflanzen von vorn herein vermieden werden.
3. Die intensive Wechselwirkung, die zwischen Mensch - Maschine - und Düngemittel beim Einsatz besteht und der PSM-Applikation ähnlich ist.

Das „Problemjahr“ für AHL-Anwendung 1996 - viel Wind und Niederschläge - hat einige Anwender **wieder mehr für die Aspekte**, wie richtiger Anwendungszeitpunkt, geeignete Technik, günstige Entwicklungsstadien aber auch das Produkt AHL selbst betreffend, sensibilisiert. Typische Pflanzenschäden konnten häufiger beobachtet werden als in den Jahren zuvor.

Routinemäßiges Arbeiten darf es bei Anwendung von AHL nicht geben!

Das Inkrafttreten der Düngeverordnung seit bereits einem Jahr verpflichtet zudem alle Anwender zur guten fachlichen Praxis beim Düngen. Danach gilt es

- die weitgehende Ausnutzung der Nährstoffe durch die Pflanzen sicherzustellen und Verluste auszuschließen sowie
- gerätetechnisch eine sachgerechte Dosierung, Verteilung und verlustarme Ausbringung zu gewährleisten.

Bekanntlich unterliegen seit 01.07.1993 alle Feldspritzgeräte einer Pflichtkontrolle, bei der technischer Zustand und bestimmungsgemäße Funktion regelmäßig überprüft werden. Nur funktionssichere Geräte erhalten die erforderliche Prüfplakette.

Die Teilnehmer der Tagung hatten ausreichend Gelegenheit, sich über komplette Feldspritzgeräte, umgerüstet für die AHL-Anwendung, sowie über Düsensortimente und elektronische Regeleinrichtungen zu informieren. Zur Detailinformation wurden Geräte und Baugruppen der Firmen Amazone, BBG, Dammann, Milde (Douven), Müller-Elektronik, Müller (Holder),

Politz (Tecnomat), Rau, Schmotzer, Sieger-HD, TeeJet Spray Products vorgestellt. Zuständige Fachberater gaben nähere Auskunft.

Im ersten Tagungsvortrag wurden vom Verfasser Grundlagen zur AHL und zur Pflanzenschutztechnik dargestellt.

Übersicht 1 zeigt dazu technologische Vorteile und pflanzenbauliche Besonderheiten, die sich durch AHL-Düngung ergeben.

Übersicht 1: Technologische Vorteile und pflanzenbauliche Besonderheiten bei der AHL-Düngung

AHL-Düngung

Technologische Vorteile	Pflanzenbauliche Besonderheiten
- hohe Flächenleistung/Schlagkraft	- bei Bodendüngung . Nutzung von Leitspuren
- exakte Dosierung und Verteilung	. z.B. Braugerste kurz nach Aufgang
- teilschlag-spezifische Düngung/Teilbreiten	- kombinierte Ausbringung mit PSM: . Übereinstimmen der Termine
- rasche, gezielte Wirkung/Blattaufnahme	. Mischbarkeit beachten . Pflanzenverträglichkeit der Tankmischungen
- Kombination mit Pflanzenschutz: . z.T. Synergieeffekte bei PSM . Arbeitersparnis . identische Fahrspuren	- Risiko von phytotoxischen Wirkungen (Verätzungen): . Behandlung von empfindlichem Blattgewebe (nach Regen, bei feuchter Witterung)
- Verlustfreie Lagerung	. Behandlung bei starker Sonneneinstrahlung . Ausbringung mit weniger als 3 Teile wasserverdünnte AHL - oder reduzierte Produktivität

z. Zt. keine höheren Produktkosten als KAS

AHL läßt sich wie folgt charakterisieren:

1. Physikalisch-chemische Eigenschaften von Ammoniumnitrat - Harnstoff - Lösung (AHL):

- Wasserklare bis leicht gelblich gefärbte Salzlösung aus einem Gemisch von Ammonnitrat, Harnstoff und Wasser im Masseverhältnis von

4 : 3 : 3

Gesamtstickstoffgehalt:	28 %
davon: Nitrat-N	7 % (Sofortwirkung)
Ammonium-N	7 % (mittelfristig wirksam)
Carbamid-N	14 % (längerfristig wirksam)

- ph-Wert : 6,8 ... 7,5 (neutral)
- Kristallisationsbeginn : - 17 °C, reversibel
- Oberflächenspannung : 40 ... 80 dyn / cm
- Biuretgehalt : < 0,5 %
- Nährstoffe sind nicht flüchtig
- Dichte : 1,28 kg/l AHL

2. Technologische Merkmale

- Bei einem Stickstoffgehalt von 28 - Masse % $\cong$ 36 Volumen % sind folgende Umrechnungsfaktoren zu beachten:

100 kg AHL = 28 kg N

100 l AHL = 128 kg AHL = 36 kg N

111 l AHL = 40 kg N

100 kg N : 28 = Faktor 3,6

- Dichte und Oberflächenspannung führen zu reduzierter
 - Förder- und Durchflußmengenleistung (l/min) bei Pumpen und Düsen gegenüber Wasser
 - Düsenleistung reduziert auf 88 % d.h. $1 : 88 \cong$ Faktor 1,13

- **Geräteeinstellung** erfolgt demnach
 - anhand spezieller AHL-Tabellen der Düsenhersteller oder
 - lt. folgender Berechnung:

$$3,6 : 1,28 \times 1,13 = \text{Faktor } 3,18$$

Dem besserem Verständnis dient **folgendes Beispiel**:

Zielstellung: 70 kg N/ha = 1. N-Gabe Getreide

$$70 \text{ kg N} \times 3,6 \cong 250 \text{ kg AHL} : 1,28 \cong 200 \text{ l AHL}$$

$$200 \text{ l AHL} \times 1,13 \cong 225 \text{ l Wasser / ha}$$

oder

$$70 \text{ kg N} \times 3,18 \cong 225 \text{ l Wasser / ha}$$

Für den praktischen Einsatz folgt daraus die Verwendung von

05er Düsen bei 1,6 bar und 7,5 km / h Fahrgeschwindigkeit oder

06er Düsen bei 2,0 bar und 10 km / h Fahrgeschwindigkeit

- Die **Mischbarkeit von AHL mit Wasser** ist in jedem Verhältnis möglich; inhomogener Schichtenbildung ist mittels einwandfreier Rührwerks-Funktion und Inbetriebnahme desselben mit Beginn des Befüllvorganges entgegenzuwirken.

3. Werkstoffverhalten von AHL

- Durch Zusatz von Korrosionsinhibitoren (chem. Standard bei deutscher Ware - SKW Pie-steritz) wird im Gerätebau auch die Verwendung von unlegiertem Stahl möglich.

Bei Buntmetallen, insbesondere aber Legierungen aus Kupfer, Zink, Nickel, Messing, gilt das nicht - folglich scheiden sie als Werkstoff aus!

- Konstruktiv wird der Korrosionsgefahr an Feldspritzen wie folgt begegnet:
 - **spezielle Lackierung** sandgestrahlter Baugruppen, z.B. mit 2-komponenten-Strukturlacken oder schlagfeste Acryllacke z.T. doppelt beschichtet aufgetragen sowie zusätzliche Klarlackbeschichtungen an beweglichen Teilen wie Spannschlösser, Zentralbolzen, Ketten etc. als gegenwärtiger Stand der Technik. Darüber hinaus geben verschiedentlich die Hersteller beim Gerätekauf ihren Kunden Reparaturlack zum Ausbessern von kleineren Beschädigungen mit.

Armaturen sind weitgehend aus nichtrostenden Edelstählen mit z.T. induktiv arbeitenden Durchflußmengenmessern gefertigt und

Dichtungen bzw. Behälterdeckel bestehen aus speziellen Gummimischungen wie z.B. NBR (Nitrilbutadienrubber)

4. Einsatzempfehlungen für Feldspritzen

- Behälter
 - Befüllungen erst zu Einsatzbeginn vornehmen und Standzeiten im befüllten Zustand vermeiden;
 - Restmengen vor dem Abstellen der Geräte unbedingt entleeren!
- Applikationen
 - sollten in jedem Fall grobtropfig erfolgen. Zu diesem Zweck sind große Düsenmundstücke zu verwenden und es ist niedriger Druck einzustellen (1,5 ... 2,5 bar)
- Folgende Düsenmundstücke kommen zum Einsatz:
 - Mehrlochdüsen**
(8-, 5-, 3-Loch)
 - für besonders grobtropfige, reine Flüssigdüngerapplikation
 - Flachstrahldüsen**
Typen APS, LU, XR, DG, AD, TT
bzw. 4110
 - mit den Mundstücken 04 ... 08 sowohl für grobtropfige Applikation von reinem Flüssigdünger und auch für Mischungen mit PSM
 - Injektordüsen**
TD und ID
 - sollten mit Drücken von max. 3 bar eingesetzt werden.

Im fortgeschrittenen Entwicklungszustand der Kulturpflanzen wird die Verwendung von **Schleppschläuchen** empfohlen.

- Mischungen mit PSM
 1. Behälter bis zur Hälfte mit AHL befüllen;
 2. Sofort Rührwerk anstellen!
 3. PSM 1 : 1 in Wasser zur sog. „Stammlösung“ andicken, nur in diesem Zustand einfüllen!
 4. Behälter füllen.Weitere Hinweise enthält Übersicht 2.
- Verdünnen von AHL mit Wasser mindestens 1 : 3 besser 1 : 4 ... 5, dann
 1. Wassermenge im Behälter vorlegen,
 2. Rührwerk sofort einschalten!
 3. PSM - Stammlösung anfertigen und zumischen
 4. restliche AHL-Menge auffüllen
- Reinigung und Pflege der Geräte
 - gründliches Spülen mit reichlich Klarwasser ist wichtiger, als der Einsatz von Reinigungsmitteln - davon stehen z.B. Calgonit DA, P3 oder Agroclean (0,1 %ig) zur Verfügung;
 - temporärer Korrosionsschutz an den Geräten (Schutzwachs oder andere Konservierungsmittel) ist dringend zu empfehlen!

Übersicht 2: Hinweise zur Mischbarkeit ausgewählter PSM mit AHL

PSM	Anwendungsgebiete	Bemerkungen
Goltix WG; Colt, Corbel Gallant	einschließlich weitere Rübenherbizide - Weizen, Roggen - mit AHL pur	nicht mischbar
Brio, Juwel, Opus Top	> 20 l AHL/ha bei hohen Temperaturen und niedriger rel. Luftfeuchtigkeit ausgebracht	phytotox. Schäden möglich
Sportak, (Terpal C) - max. 10 kg N/ha Folicur; Corbel, Colt in Gerste - max. 15 kg N/ha Duplosan DP und KV - max. 50 kg N/ha Boxer - AHL : Wasser = 1 : 4 ... 5		eingeschränkte Zumischung
Basagran DP	- (ggf. weitere blattaktive Herbizide)	Synergieeffekte zur herbiziden Wirkung

Herr G. UHL, RHG Hannover, berichtete zum Gesamtkomplex **Lagerung, Transport und Ausbringung**. Gesetzliche Regelungen, speziell den Bau neuer und das Betreiben schon bestehender Lagerstätten betreffend, standen dabei im Mittelpunkt der Betrachtungsweise.

Voraussetzung für den Einsatz von AHL sind verbrauchsnahe Lager, da die Lieferung aus unterschiedlichen, z.T. sehr weit entfernten Produktionsstätten erfolgt. In der Regel kommen dabei Straßentankwagen (STW) zum Einsatz.

Das Mindestlagervolumen sollte immer größer als eine Tankwagenladung sein (1 Entladestelle/STW).

AHL ist als schwach wassergefährdeter Stoff eingestuft, deshalb müssen die Lagerstätten den gesetzlichen Anforderungen entsprechen. Auflagen für vorschriftsmäßige, erlaubte (genehmigte) Lager kommen überwiegend aus dem Wasserrecht und sind nur von Wasserhaushaltsgesetz (WHG) bundeseinheitlich. Details werden durch die Verordnung über Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Stoffe - Anlagenverordnung - (VAwS) geregelt. Die VAwS ist länderspezifisch und leider nicht in jedem Bundesland gleich. Verwaltungsvorschriften erläutern die VAwS; z.B. VVAwS LSA, war aber zum Zeitpunkt der Veranstaltung noch nicht bekannt. Die Landesbauordnung greift in Bezug auf den Außenbereich der Lager. Lt. Gefahrstoffverordnung wird AHL in Stufe D erfaßt, so daß die Technischen Regeln Gefahrstoffe TRGS 511 zu berücksichtigen sind. Die wichtigsten Gesetze, Verordnungen und Richtlinien zeigt Übersicht 3:

Übersicht 3

Wichtige Gesetze, Verordnungen, Richtlinien:

- Gesetz über die Bauordnung des Landes Sachsen-Anhalt (Bau O LSA)
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG)
- Wassergesetz für das Land Sachsen-Anhalt (WG LSA)
- Verordnung über gefährliche Stoffe-Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)
- Verordnung für den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (VAwS LSA)
- Technische Richtlinie Gefahrstoffe 511 (TRGS 511)

Nach der VAwS LSA erfolgen Auflagen nach dem Gefährdungspotential, das sich aus dem WHG und dem Lagervolumen ergibt. Daraus resultieren die Gefährdungsstufen

A = bis 100 m³

B = > 100 bis 1000 m³

C = > 1000 m³ für AHL.

In der Regel sind vor dem Bau eines Lagers wasserrechtliche Eignungsfeststellungen beizubringen. Vor Ingebrauchnahme und wiederkehrend alle 5 bzw. 2 ½ Jahre besteht Prüfpflicht für alle unter- und oberirdischen Lagerbehälter ab 1.000 l in Wasserschutzgebieten durch einen zugelassenen Sachverständigen (z.B. TÜV). In Sachsen-Anhalt sind bei den Gefährdungsstufen A keine, B nur eine erstmalige Prüfung vor Inbetriebnahme und C eine erstmalige und wiederkehrende Prüfung vorgesehen, soweit die wasserrechtlichen Eignungsfeststellungen nichts anderes aussagen. In Wasserschutzgebieten ist das Fassungsvermögen im allgemeinen auf 100 m³/ Anlage beschränkt.

Die wichtigsten Anforderungen zur technischen Beschaffenheit von AHL-Lagern sind in Übersicht 4 zusammengefaßt:

Übersicht 4

Technische Standardanforderungen an ein AHL-Lager

1. Doppelwandige Lagerung*) mit Bestätigungsnachweis
2. Befüll- und Entnahmeleitungen mit Leerhebersicherung und Beständigkeitsnachweis
3. Überfüllsicherung mit DIBt-Prüfzeichen
4. Leckerkennungssystem
5. Füllstandsanzeige
6. gesicherter Abfüllplatz

*) Ausnahmen nur soweit wasserrechtliche Bauartzulassung oder DIBt-Prüfzeichen vorhanden; außerhalb von Schutzgebieten

Pumpen für die Abgabe müssen über selbsttätig wirkende Sicherheitseinrichtungen (Totmannschaltung) verfügen und ohne Stopfbuchsen ausgestattet sein. Das Befüllen und Entleeren von ortsbeweglichen Behältern muß auf einem gesicherten Abfüllplatz mit entsprechendem Rückhaltevermögen erfolgen (gilt auch für Bahnannahme). Die Anlagen sind zu kennzeichnen und gegen unbefugte Benutzung zu sichern.

Abschließend verwies Herr UHL nochmals darauf, daß die RHG Nord AG Hannover kompetenter Fachbetrieb für das Errichten, Instandhalten oder Instandsetzen von AHL-Lagern ist. Mit ausgewählten **pflanzenbaulichen Besonderheiten bei der AHL-Anwendung** befaßte sich **Herr W. DRAUSCHKE, Leipzig**, in seinem Beitrag. Um phytotoxische Wirkungen von vorn herein auszuschließen, sollten bei AHL-Applikation folgende Kriterien beachtet werden (Übersichten 5...7):

Übersicht 5:

AHL sollte zu folgenden Zeitpunkten nicht gespritzt werden:

Getreide:	3 Tage nach der Saat bis zum 3. Blatt
Mais:	ab Durchspitzen der Maiskeimlinge - spätere Düngung mittels Schleppschläuchen oder Tropfrohren nur zwischen den Reihen
Raps/Rübsen:	3 Tage nach der Saat bis zum 6. Blattstadium (DC 26)
Grünland:	bis 3 Tage nach dem Schnitt oder Abtrieb

Übersicht 6:

Kriterien zum Einsatz von AHL für die Sproßapplikation bei Getreide zur Vermeidung von Spritzschäden

Zustand der Pflanzen vor der Applikation

Kriterium	Parameter		Empfehlung
Entwicklungsstadium des Getreides	> DC 32	→	max. 40 kgN/ha 110 l AHL
	> DC 32	→	max. 10 kg/ha 28 l AHL
Struktur der Blattoberflächen	nach länger anhaltenden Niederschlägen	→	AHL-Aufwand reduzieren bzw. Applikation verschieben
	nach Trockenperioden	→	volle Gabe möglich
N-Ernährungszustand	normal (FW*>0)	→	N-Aufwand nach Testscheibe max. 40 kg N/ha als AHL
	N-Mangel (FW 0)	→	N-Aufwand auf 20 kg/ha reduzieren
	sichtbare Symptome	→	wiederholte Anwendung
Sichtbare Pflanzenschädigungen	≥ 7	→	AHL reduzieren bzw. Applikation verschieben

*) (FW = Farbwert lt. Nitratschnelltest
0 = farblos
B = tiefblau)

Übersicht 7:

Kriterien zum Einsatz von AHL für die Sproßapplikation bei Getreide zur Vermeidung von Spritzschäden Witterungsbedingungen zur Applikation

Kriterium	Parameter	Empfehlungen
Tagesmaximaltemperatur	> 25 °C	→ Applikation unterlassen, kühlere Temperaturen abwarten
	25 - 15 °C	→ Applikation insbesondere bei starker Sonneneinstrahlung in die Nachmittagsstunden verlegen
Sonneneinstrahlung	> 15 °C	→ volle Gabe möglich
	intensiv	→ Förderung der Spritzschäden unter weiteren ungünstigen Bedingungen
Luftfeuchte	sehr hoch	→ Förderung der Spritzschäden unter weiteren ungünstigen Bedingungen
Taubildung	stark	→ Applikation bis zur Abtrocknung verschieben

Übersicht 8

Düngemittelpreise April 1996

Sorte	Preise DM/dt	% Rein- nährstoff	Preis DM/kg N
Kalkammonsalpeter	28,0	27	1,04
Harnstoff	34,0	46	0,74
Schwefelsaures Ammoniak			
kristallines	15,0	21	0,71
grob	17,5	21	0,83
AHL	22,8	28	0,81
NPK 17/13/13	32,0	17	0,90
NPK 15/15/15	35,0	15	1,05
Trippelsuperphosphat 46 %	38,0	46	0,82
Diammonphosphat 18/46 %	43,5	18	0,32
Kali 60 %	28,0	60	0,46
Kali 40 % + 6 % MgO	24,0	40	-
Ø Preis DM/kg P ₂ O ₅	= 0,82		
Ø Preis DM/kg K ₂ O	= 0,46		

Herr G. BOLLE, Lagerland Seitschen, nahm eine **betriebswirtschaftliche Wertung** der AHL-Düngung im Vergleich zur Ausbringung fester Düngemittel vor. Danach kann unter Berücksichtigung folgender Düngemittel (DM)-Preise nicht in jedem Fall eine Flüssigdüngung mit AHL empfohlen werden. Nur unter Beachtung pflanzenbaulichen Vorteile, die insbesondere in der Sofortwirkung der AHL auch innerhalb gewisser Trockenperioden liegt, läßt sich diese Maßnahme rechtfertigen.

Unter Zugrundelegung der DM (Übersicht 8) und AusbringeKosten (Übersicht 9) belegen das folgende Beispiele:

Übersicht 9

Kosten der Ausbringung von Düngemitteln

1. **Variante:** Dünger vom Lager holen
Umschlag am Feldrand mit eigenem Schleuderstreuer
(Gilt nicht für Harnstoff oder Schwefelsaures Ammoniak)

Arbeitsbreite bis 18 m = 35,00 DM/ha
2. **Variante:** Dünger vom Lager holen
Umschlag am Feldrand mit eigenem Schleuderstreuer
(Harnstoff und Schwefelsaures Ammoniak)

Arbeitsbreite 9 m = 40,00 DM/ha
3. **Variante:** Ausbringung und Umschlag durch Lohnuntenehmer

a) bis 150 kg/ha = 16,00 DM
b) über 150 kg/ha = 18,00 DM
4. **Variante:** Ausbringung per Hubschrauber

bis 200 kg/ha = 27,00 DM + 2 Einweiser
+ Umschlag am Ladeplatz
+ Transport zum Ladeplatz
5. **Variante:** Applikation von AHL durch die Pflanzenschutzspritze

100 l/ha = 19,00 DM

Kostenvergleiche zur Ausbringung verschiedener fester und flüssiger Düngemittel

1. 60 kg/ha für Getreide

a) KAS 2,2 dt/ha x 28,00 DM	= 61,60 DM
Ausbringung durch Schleuderstreuer	= <u>35,00 DM</u>
Frei Krume <u>1,61 DM/kg N</u> x 60 kg	= 96,60 DM
b) Harnstoff 1,3 dt/ha x 34,00 DM	= 44,20 DM
Ausbringung durch Schleuderstreuer 9 m	= <u>40,00 DM</u>
Frei Krume <u>1,40 DM/kg N</u> x 60 kg	= 84,20 DM
c) Schwefelsaures Ammoniak grob 2,86 dt/ha x 17,50 DM	= 50,05 DM
Ausbringung durch Schleuderstreuer 9 m	= <u>40,00 DM</u>
Frei Krume <u>1,50 DM/kg N</u> x 60 kg	= 90,05 DM
d) Harnstoff 1,3 dt/ha x 34,00 DM	= 44,20 DM
Ausbringung durch Lohnunternehmer	= <u>16,00 DM</u>
Frei Krume <u>1,00 DM/kg N</u> x 60 kg	= 60,20 DM
e) Schwefelsaures Ammoniak grob 2,86 dt/ha x 17,50 DM	= 50,05 DM
Ausbringung durch Lohnunternehmer	= <u>18,00 DM</u>
Frei Krume <u>1,13 DM/kg N</u> x 60 kg	= 68,05 DM
f) AHL (166 l) = 2,14 dt/ha x 22,80 DM	= 48,79 DM
Ausbringung durch Spritze	= <u>19,00 DM</u>
Frei Krume <u>1,13 DM/kg N</u> x 60 kg	= 67,79 DM

2. 100 kg N/ha für Wi-Raps

a) KAS 3,70 dt/ha x 28,00 DM	= 103,60 DM
Ausbringung durch Schleuderstreuer	= <u>35,00 DM</u>
Frei Krume <u>1,39 DM/kg N</u> x 100 kg	= 138,60 DM
b) Harnstoff 2,17 dt/ha x 34,00 DM	= 73,78 DM
Ausbringung durch Schleuderstreuer 9 m	= <u>40,00 DM</u>
Frei Krume <u>1,14 DM/kg N</u> x 100 kg	= 113,78 DM
c) Schwefelsaures Ammoniak grob 4,76 dt/ha x 17,50 DM	= 83,30 DM
Ausbringung durch Schleuderstreuer 9 m	= <u>40,00 DM</u>
Frei Krume <u>1,23 DM/kg N</u> x 100 kg	= 123,30 DM
d) Harnstoff 2,17 dt/ha x 34,00 DM	= 73,78 DM
Ausbringung durch Lohnunternehmer	= <u>18,00 DM</u>
Frei Krume <u>0,92 DM/kg N</u> x 100 kg	= 91,78 DM
e) Schwefelsaures Ammoniak grob 4,76 dt/ha x 17,50 DM	= 83,30 DM
Ausbringung durch Lohnunternehmer	= <u>18,00 DM</u>
Frei Krume <u>1,01 DM/kg N</u> x 100 kg	= 101,30 DM
f) AHL (310 l) = 3,57 dt/ha x 22,80 DM	= 81,40 DM
Ausbringung durch Spritze	= <u>19,00 DM</u>
Frei Krume <u>1,00 DM/kg N</u> x 100 kg	= 100,40 DM

Eine in der **anschließenden Diskussion** gestellte Frage nach Wirkungsweise und Zumischmöglichkeit von ALZON zu AHL wird im Nachhinein aus dem vom SKW Stickstoffwerke Piesteritz freundlicherweise zugestellten Informationsmaterial wie folgt beantwortet:

ALZON ist der Markenname für Dünger, die den N-Stabilisator DIDIN enthalten.
ALZON 25 enthält 25 % Stickstoff in folgenden Formen:
· Nitrat zur Sofortwirkung für die Jugendentwicklung der Pflanzen
· Ammonium als Hauptform
· DIDIN zur bedarfsgerechten Steuerung der Verfügbarkeit von Ammoniumstickstoff.
ALZON 25 trägt zur Schwefelernährung der Pflanzen bei.

ALZON 25 Dicyandiamidhaltiger Ammonsulfatsalpeter 25

25 % N Gesamtstickstoff
18,2 % N Ammoniumstickstoff
4,8 % N Nitratstickstoff
2,0 % N Dicyandiamidstickstoff

ALZON 25 enthält ferner 40 % SO_3 (= 16 % S)

Gefahrstoffverordnung:

Düngemittel mit Ammoniumnitrat Gruppe C

Zum Produkt **DIDIN** wird ausgeführt:

„N-Stabilisator **DIDIN**

DIDIN verzögert die Umwandlung von Ammonium zu Nitrat im Boden. Der Ammoniumstickstoff wird dadurch stabilisiert, d.h. längere Zeit an den Bodenteilchen festgehalten. Außerdem wirkt **DIDIN** als Nährstoff, da es im Boden zu pflanzenverfügbarem Stickstoff abgebaut wird. Sein Anteil im **ALZON** ist so bemessen, daß die Wirkung über Wochen anhält.

DIDIN weist umweltgerechte Eigenschaften auf. Es ist nicht toxisch und hinterläßt keine bedenklichen Rückstände im Boden. Die nitrifizierenden Bodenbakterien werden nicht abgetötet, sondern nur in ihrer Aktivität behindert. Andere Bodenlebewesen werden nicht beeinträchtigt. Die biologische Aktivität des Bodens bleibt erhalten.“

Die **Anwendung von DIDIN** erfolgt durch Vermischung mit dem jeweiligen Flüssigdünger im Behälter der Feldspritze. Bei **AHL** beträgt die Aufwandmenge 4 l **DIDIN**-Flüssig auf 100 l **AHL**. Die Zumischung von **PSM** ist in der bereits beschriebenen Art und Weise ebenfalls möglich.

Zusammenfassung

Das Thema „**AHL**-Ausbringung“ zur 4. Pflanzenschutztechn. Tagung der LVA Bernburg fand regen Zuspruch unter den Praktikern. Neben Grundlagen, die die **AHL** als Produkt sowie die Ausbringetechnik betreffen, bestand vor allem Interesse an den Fragen zur sicheren Lagerung, den gesetzlichen Bestimmungen und Richtlinien, die hier eine wichtige Rolle spielen. Schließlich handelt es sich bei **AHL** um einen Gefahrstoff Stufe D. Als schwach wassergefährdender Stoff ist beim Umschlag vor allem dem Grundwasserschutz gebührend Rechnung zu tragen.

Bei der Anwendung sind bestimmte Grundregeln zu beachten, um Pflanzenschäden zu vermeiden. Nicht zu junges, vor allem aber trockenes Pflanzengewebe ist bei einer grobtropfigen Anwendung gegenüber **AHL** unempfindlich. Beim Ausbringen von Mischungen von **AHL** und **PSM** sollten ausreichende Erfahrungen vorhanden sein. Neben den genannten Hinweisen sind insbesondere die auf den **PSM**-Packungen unbedingt zu berücksichtigen.

Zur Auswahl und Ausrüstung der geeignetsten Technik für die **AHL**-Applikation waren verschiedene Feldspritzen, Düsen und Zusatzbauteile zu besichtigen.