



Standpunkt zur Standraumverteilung im Maisanbau

Besuchen Sie uns auch im Internet:
www.tll.de/ainfo

Impressum

2. Auflage 2008

Herausgeber: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Naumburger Str. 98, 07743 Jena
Tel.: (03641) 683-0, Fax: (03641) 683 390
e-Mail: pressestelle@jena.tll.de

Autoren: **Dr. Walter Peyker**
Dr. Manfred Kerschberger (Weimar)
Dr. Martin Farack
René Kolbe (Pahren Agrar GmbH & Co. KG)

März 2008

- Nachdruck - auch auszugsweise - nur mit Quellenangabe gestattet. -

1 Ausgangsbedingungen

Der Maisanbau erfolgt seit Anfang/Mitte der 80er Jahre mit Reihenabständen von 75 cm. Bedingt durch die zur Verfügung stehende Technik zur Maisproduktion sowie das Abreifeverhalten der älteren Sorten stellte dies die optimale Anbautechnologie dar.

Ein besonderer Nachteil dieser Reihenweite ist der erst späte Bestandesschluss gegen Ende der Sprosstreckungsphase. So bleibt die Bodenoberfläche lange ungeschützt der Witterung ausgesetzt. Damit besteht sowohl eine negative Strukturbeeinflussung als auch eine hohe Erosionsdisposition. Bei Starkregen, die oft als Gewitter im Juni/Juli auftreten, sind erhebliche Verschlämungen mit Bodenabträgen und so zugleich auch Nährstoffausträgen die Folge.

Ein weiterer Nachteil solcher großer Reihenabstände besteht darin, dass der Mais die Reihenzwischenräume erst spät durchwurzelt. Hierdurch kommt es oft zu einer ungenügenden Wasser- und auch Nährstoffausnutzung im Gesamtbodenvolumen. Nach der Maisernte verbleiben so häufig noch größere pflanzenverfügbare Stickstoffmengen im Boden (N_{\min} -Gehalt). Bei ausbleibender Nachfrucht (Winterung), selbst auch bei nur schwach entwickelten Wintergetreidebeständen, besteht eine erhöhte Auswaschungsgefährdung über Herbst und Winter.

Zur Vermeidung der genannten Probleme wurde das Verfahren der Maiszwischenreihenbegrünung entwickelt. Allerdings stellen, insbesondere auf trockeneren Standorten, solche Untersaaten eine erhebliche Konkurrenz vor allem um Wasser, aber auch um Nährstoffe, dar. Bei einer relativ späten Einsaat der Untersaat (ab 6-Blatt-Stadium des Mais), welche die Maisentwicklung nach eigenen Untersuchungen nur unwesentlich negativ beeinflusst, besteht die Unsicherheit der Etablierung der Graseinsaat. Eine merkliche Verminderung der Erosionsdisposition sowie eine effektive N-Ausnutzung und damit die Verringerung des N_{\min} -Gehaltes im Boden nach der Maisernte ließen sich so unter Thüringer Standortverhältnissen nicht erreichen. Außerdem verursacht das Verfahren erhebliche Mehrkosten (PEYKER und KERSCHBERGER, 1995).

Mit der Entwicklung neuer, verlustarm arbeitender, reihenunabhängiger Maisschneidwerke besteht auch von der Landtechnik her kein Zwang mehr zu weiten Reihenabständen.

2 Wissenstand

Ausführliche Untersuchungen zum Einfluss der Reihenweite auf Entwicklung und Ertrag von Silomais erfolgten in den siebziger bis Mitte der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts. Dabei stellten HEPTING und ZSCHEISCHLER (1975), KNOCH (1979), PEYKER (1989) und WATZKE (1989) keine Ertrags- und Qualitätsunterschiede bei Reihenweiten zwischen 40 und 80 cm fest. NÖSBERGER (1971) ermittelte einen negativen Einfluss auf die Abreife bei Reihenverengung. Bei KRÜGER u. a. (1975) erhöhte sich der Befall mit Stängelfäule durch enge Reihenabstände. In Versuchen von FARACK (1988) zeigten die Varianten mit Reihenentfernungen von 30 cm und 50 cm eine ertragliche Überlegenheit gegenüber 70 cm. Diese betraf jedoch nur die Restpflanzenerträge. Die Kolbenerträge blieben unbeeinflusst. Dabei ist zu berücksichtigen, dass aufgrund der damals zur Verfügung stehenden Sorten nur Trockensubstanzgehalte unter 20 % erreicht wurden. Bei der Nutzung als Grünmais empfehlen sich allgemein engere Reihenweiten (GEORG u. a., 1984).

Gegen den Engreihenbau sprachen vor allem die relativ hohen Ernte- und hier speziell Kolbenverluste bis zu 30 % durch die damals zur Verfügung stehende reihenunabhängige Ernte-technik (FECHNER und MÜLLER, 1984). Reihengebundene Schneidwerke, welche die Verluste deutlich senkten, erforderten Reihenabstände von 70 bis 75 cm.

In mehrjährigen, neueren Untersuchungen erzielten SCHMITT und FISCH (1999) in Rheinland-Pfalz durch Reihenverengung von 75 cm auf 30 cm signifikante Mehrerträge. Die Reduzierung der Reihenweite führte prinzipiell zu einer Verminderung der N_{\min} -Gehalte des Bodens nach der Maisernte (10 bis 20 kg/ha) sowie zu einem deutlich früheren Bestandesschluss.

BOESE (1997) fand bei Versuchen zur Reihenweite in Bernburg tendenzielle Ertrags- und Qualitätsvorteile bei Engreihensaat. In zweijährigen Versuchen auf fünf Standorten in Bayern stellen DEMMEL u. a. (2002) sowohl im Gesamt- und Energieertrag als auch im Kornertag Vorteile durch Reihenverengung fest. Auf den unter Trockenstress leidenden Standorten Brandenburgs realisierten WELLENBROCK und HERTWIG (2006) bei Reihenabständen von 37,5 cm erhöhte Erträge bei verringerten Qualitätsparametern. UPPENKAMP (2007) berichtete über positive Ergebnisse aus Landwirtschaftsbetrieben, bei denen kein Wassermangel auftrat. Alle Untersuchungen erfolgten nach Aussaat mit Einzelkornlegemaschine.

3 Untersuchungen zum Maisanbau bei verringerter Reihenweite

3.1 Pflanzenerträge

Die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft führte in den Jahren 1992 bis 2001 zahlreiche Parzellenversuche zum Silomaisanbau mit verringerter Reihenweite und Einzelkornablage durch. Die zusammengefassten Ertrags- und Qualitätsergebnisse zeigt die Tabelle 1. Dabei ließ sich bei gleicher Bestandesdichte für die kurzwüchsigen Sorten in jedem Jahr ein deutlicher Mehrertrag der Engreihen gegenüber einer Reihenweite von 75 cm erkennen. Bei den großrahmigen Sorten wurde keine wesentliche Ertragsbeeinflussung festgestellt. Der Trockensubstanzgehalt und der Trockenkolbenanteil bzw. Stärkegehalt blieb bei beiden Sortengruppen von einer Variation der Reihenweite unbeeinflusst. Eine Erhöhung der Bestandesdichte führte nicht sicher zu einer verbesserten Ertragsleistung.

Tabelle 1: Trockenmasseerträge (dt/ha) und Qualitätszahl bei Variation der Reihenweite im Mittel der Parzellenfeldversuche in Thüringen (Bestandesdichte ca. 10 Pflanzen/m², Werte gerundet)

Wuchsform	Trockenmasseertrag		Qualitätszahl ¹⁾		Anzahl Versuche	Jahre
	75 cm	30 cm	75 cm	30 cm		
kurzwüchsig	158	171	49	49	25	1992 - 2001
großrahmig	151	153	39	39	19	1995 - 2001

¹⁾ dient der Beurteilung von Qualitätsunterschieden und setzt sich aus dem Trockenkolbenanteil der Versuche bis 1996 sowie dem Stärkegehalt ab 1997 zusammen

Zur Überprüfung der Übertragbarkeit der Parzellenversuchsergebnisse unter Praxisbedingungen fanden in den Jahren 1992 bis 1997 in der Agrargenossenschaft Thonhausen e. G. Großversuche zur Standraumverteilung statt. Dabei bestätigten sich die Ergebnisse der Parzellenversuche. Mit deutlichen Mehrerträgen infolge Verengung der Reihenweite reagierten die kurzwüchsigen Sorten sowie die mit sehr aufrechter Blattstellung, während bei den hochwüchsigen keine wesentlichen Veränderungen registriert wurden. Die Reihenweite hatte keinen Einfluss auf Ausreife und Pflanzengesundheit. Ertragsminderungen durch die Engreihensaat wurden bei keiner Sorte festgestellt. Nach einem Testversuch im Jahre 1997 erfolgte im Rahmen eines Förderprojektes des Thüringer Ministeriums für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt 1998 die Umstellung des gesamten Silomaisanbaus der Pahren Agrar GmbH & Co. Produktion KG auf Engreihensaat mit Einzelkornablage. Dabei erreichte die Engreihe (37,5 cm) im Mittel der vier Versuchsjahre einen Trockenmassemehrertrag von 11 dt/ha bei vergleichbaren Qualitätswerten (PEYKER und KOLBE, 2004).

3.2 Bestandesschluss und N_{\min} -Gehalt des Bodens nach der Maisernte

Die Verringerung der Reihenweite führte in den Parzellenversuchen zu einem früheren Bestandesschluss von etwa ein bis drei Wochen. Der N_{\min} -Gehalt des Bodens nach der Maisernte verringerte sich durch Reihenverengung im Mittel der Parzellenversuche um 14 kg/ha. Die Ergebnisse aus dem Praxisbetrieb zeigt die Tabelle 2.

Tabelle 2: Einfluss der Reihenweite auf die Verfrühung des Bestandesschlusses und den N_{\min} -Gehalt des Bodens nach der Silomaisernte in 0 bis 60 cm Tiefe (Differenzen 37,5 cm zu 75 cm Reihenentfernung; Großversuche Pahren Agrar GmbH & Co. Produktion KG).

Jahr	Verfrühung Bestandesschluss Tage	N_{\min} -Gehalt kg/ha
1997	16	- 56
1998	24	- 17
1999	17	- 36
2000	29	- 44

3.3 Weitere Betriebliche Erfahrungen

Bei 75 cm Reihenentfernung und einer Bestandesdichte von ca. 100 000 Körnern/ha beträgt der Abstand der Körner in der Reihe etwa 13 cm. Die Fahrgeschwindigkeit kann deshalb nicht über 7 km/h gesteigert werden, da sonst ein verstärktes Verrollen der Körner auftritt und es zu Doppelbelegungen sowie Fehlstellen kommt. Bei einem Reihenabstand von 37,5 cm liegt der Abstand zwischen den Pflanzen in der Reihe bei ca. 26 cm. Hier ist ein Verrollen der Körner praktisch bedeutungslos. So konnte bei gleicher Saatqualität die Geschwindigkeit bei der Aussaat um 4 bis 5 km/h und damit die Legeleistung deutlich gesteigert werden. Durch die Verdopplung der Saatgutbehälter reduziert sich ebenfalls der Aufwand für die Wiederbefüllung. Der frühere Bestandesschluss bei der Engreihensaat führte zu einer deutlich besseren Unkrautunterdrückung. Spätkeimende Unkräuter konnten sich gar nicht oder nur schwach entwickeln, so dass keine Konkurrenz zum Mais bestand. Die Pflanzen in den engen Reihen wiesen eine bessere Standfestigkeit auf. Aufgrund der klimatischen Bedingungen im Territorium der Pahren Agrar GmbH & Co. Produktion KG muss die Ernte relativ spät erfolgen (allgemein Ende September bis Mitte Oktober). Durch Herbststürme kann es zu stärkerem Lager kommen. Bei der Engreihensaat stützen sich die Pflanzen besser, so dass weniger Beeinträchtigungen bei der Ernte auftraten.

Die Ernte als Körnermais mit reihengebundenen Pflückvorsätzen ist ebenfalls problemlos möglich. Es verlängert sich nur die Stoppel.

4 Kostenvergleich

Durch die Umstellung des Silomaisanbaus auf Engreihensaat sind im Wesentlichen nur die Kosten für die Aussaat betroffen. Die Maislegemaschine mit 12 Reihen wird von einem Schlepper mit 180 PS und die sechsreihige von einem 120 PS-Schlepper gezogen (Arbeitsbreite jeweils 4,5 m). Die Tabelle 3 zeigt die Kosten für die Maisaussaat bei unterschiedlicher Legetechnik. Die variablen Maschinenkosten setzen sich aus den Kosten für Reparatur sowie Treib- und Schmierstoffen nach betrieblicher Kalkulation zusammen. Die festen Kosten beinhalten Abschreibungen, die Verzinsung sowie Ausgaben für Versicherung und Unterbringung. Als Nutzungsdauer für die Maislegemaschinen wurden 4 000 ha unterstellt. Bei Vorgabe der im Betrieb erzielten Maschinenauslastung (600 ha/a bei Engreihensaat bzw. 333 ha/a bei 75 cm Reihenentfernung) sinken die Kosten für die Aussaat bei Engreihenanbau im Vergleich zu

75 cm, trotz etwa 2,5-fach höheren Investitionsaufwendungen, um ca. 7,50 €/ha. Die Gründe hierfür liegen in der verdoppelten Legeleistung.

Die beschriebenen Vorteile der Engreihensaat sind nur bei einer komplett abgestimmten Technologie gegeben:

- Ausstattung mit großen Saatgutbehältern;
- ausreichend großer Düngertank, der zeitgleiche Befüllung mit Saatgutbehälter erlaubt;
- Schlepper mit ausreichendem Leistungspotenzial;
- Maschine wird immer von derselben Person bedient;
- zügiges Umsetzen der Legemaschine zwischen den Feldern und
- ausreichende Auslastung der Maschine absichern.

Tabelle 3: Kosten der Aussaat (betriebliche Kalkulation, Pahren Agrar GmbH & Co. Produktion KG)

Position	75 cm Reihenweite		37,5 cm Reihenweite	
	h/ha	€/ha	h/ha	€/ha
variable Maschinenkosten Legemaschine	0,67	5,89	0,33	4,81
variable Maschinenkosten Schlepper	0,67	6,97	0,33	5,15
Arbeitsaufwand (15 €/h)	0,67	10,05	0,33	5,00
feste Maschinenkosten Schlepper	0,67	10,05	0,33	8,25
feste Maschinenkosten Legemaschine	-	16,50	-	18,75
gesamt	-	49,46	-	41,96

5 Zusammenfassende Thesen und Schlussfolgerungen

Die durchgeführten Untersuchungen zur Reihenweite im Maisanbau zeigen, dass bei gleichbleibender Pflanzenanzahl und Einzelkornsaat mit der Maislegemaschine die Verengung der Maisreihen von 75 cm auf 30 bis 40 cm zu einem früheren Bestandesschluss, gleichen bzw. höheren Erträgen sowie mehrheitlich zu verminderten N_{min} -Gehalten im Boden nach der Maisernte führen. Insbesondere bei Sorten mit sehr aufrecht stehenden Blättern, die den Bestand erst spät schließen und bei den kompakten, kolbenbetonten sind die genannten Vorteile stark ausgeprägt. Hochwüchsige und Sorten mit mittlerer Wuchshöhe bringen bei beiden Reihenentfernungen gleich hohe Erträge.

Eigene und Erfahrungen anderer Versuchsansteller zeigen, dass insbesondere unter kühleren Standortbedingungen, d. h. auch insgesamt für den Maisanbau weniger günstigen Lagen die Vorteile der Engreihensaat besonders ausgeprägt sind.

Die vergleichsweise großen Pflanzenabstände innerhalb der Reihe bei der Engreihensaat erlauben bei der Aussaat eine höhere Fahrgeschwindigkeit gegenüber der 75 cm Reihenentfernung, da ein geringfügiges Verrollen des Saatkornes bedeutungslos ist.

Der frühere Bestandesschluss verringert durch die Bodenbeschattung die Verunkrautung mit spätkeimenden Unkräutern. Die zeitigere Bodenbeschattung mindert negative Einflüsse der Witterung, wie Verschlämmung, Bodenerosion, Verkrustung, intensiviert die Schattengare und wirkt so insgesamt strukturerhaltend bzw. -verbessernd. Die effektivere Standraumnutzung der Einzelpflanze führt zu einer erhöhten Ausnutzung von Bodenwasser und -nährstoffen.

Bei notwendiger Ersatzinvestition für Saat- und Erntetechnik kann sich bei optimal auf die betrieblichen Belange abgestimmter Technologie und hoher Auslastung produktbezogen ein Kostenvorteil für die Engreihensaat ergeben.

Bei einer Maisaussaat mit „Universal“-Drillmaschinen lassen sich die mit dem Engreihenbau in Einzelkornsaat erzielten positiven Effekte nicht in gleicher Weise erreichen (PEYKER, 2000; DEMMEL, 2007). Das Hauptproblem ist die exakte, gleichmäßige Pflanzenverteilung auf dem Feld.

Die in Thüringen durchgeführten Untersuchungen bezogen sich ausschließlich auf Silomaisanbau. Die gezogenen Schlussfolgerungen sind jedoch auch für die anderen Anbauformen zu erwarten, wie beispielsweise die Ergebnisse von NÜBEL (2004) für den Körnermaisbau belegen. Die acker- und pflanzenbaulichen Vorteile der Maisengreihensaat werden durch die vorliegenden Ergebnisse eindeutig belegt. Die Umstellung auf Engreihenbau kann somit einen wesentlichen Beitrag zur effizienten und umweltverträglichen Maisproduktion leisten, insbesondere zur Minderung der diffusen Nährstoffausträge (N und P).

Literatur

- BOESE, L.: Optimale Reihenweiten und Bestandesdichten im Maisanbau. - In: Bernburger Agrarberichte 3/1997, S. 4 - 9
- DEMMELE, M.: Maisengreihensaat - raus aus der Nische?...Bayern. - In: mais 2/2007, S. 66 - 67
- DEMMELE, M.; HAHNENKAMM, O.; PETERREINS, M.: Höhere Erträge durch bessere Standraumverteilung. - In: Mais 1/2002, S. 4 - 7
- FARACK, M.: Der Anbau von kolbenreichem Silomais in Vorgebirgslagen. 1988, F/E-Bericht
- FECHNER, M.; MÜLLER, E.: Empfehlungen zur verlustarmen Ernte von Silomais. - In: Feldwirtschaft 25 (1984) 2, S. 68 - 69
- GEORG, R.; MÄRTIN, B.; RÖTSCHKE, W.; LIPPMANN, J.; JEROCH, H.; SOUFFRANT, S.: Grünmais stabilisiert die Frischfutterperiode. - In: Feldwirtschaft 25 (1984) 4, S. 170 - 171
- HEPTING, L.; ZSCHEISCHLER, J.: Der Einfluß der Reihenweite und Bestandesdichte auf Kornertrag und TS-Gehalt bei Körnermais. - In: Z. Acker- und Pflanzenbau 141 (1975), S. 178 - 184
- KNOCH, G.: Ergebnisse über Reihenweite, Bestandesdichte und Sorten bei Silomais und Pelletmais. - In: Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkd. 23 (1979) 7, S. 441 - 446
- KRÜGER, W.; REINER, L.; HOFFMANN, H.: Zum Auftreten der Stengelfäule des Maises in Abhängigkeit von Reihenabstand und Anfälligkeit der Hybriden. - In: Z. Acker- und Pflanzenbau 141 (1975), S. 160 - 164
- NÖSBERGER, J.: Einfluß der Bestandesdichte auf die Ertragsbildung bei Mais; 1. Teil: Effekte der Bestandesdichte und der Lichtintensität auf die Ertragsbildung. - In: Z. Acker- und Pflanzenbau 133 (1971), S. 215 - 232
- NÜBEL, V.: Rübenreihenabstand im Maisanbau? - In: mais 3/2004, S. 104 - 105
- PEYKER, W.: Empfehlungen und Entscheidungshilfen zur Produktion von kolbenreichem Silomais in Thüringen. 1989, Dissertation
- PEYKER, W.: Förderprojekt Maisengreihensaat. 2000, Abschlussbericht, 21 S.
- PEYKER, W.; KERSCHBERGER, M.: Standpunkt zur Begründung der Maiszwischenreihen. - 1995, Eigenverlag TLL, 8 S.
- PEYKER, W.; KOLBE, R.: Mais-Engsaat. - In: mais 2/2004, S. 70 - 72
- SCHMITT, K.-O.; FISCH, R.: Silomais-Standraumversuch, Ergebnisse 1988 - 1998. 1998, Eigenverlag LWK Rheinland-Pfalz, 19 S.
- UPPENKAMP, N.: Praxiserfahrungen mit der Maisengreihensaat. - In: mais 1/2007, S. 26 - 28
- WATZKE, G.: Beitrag zum komplexen computergestützten System der Boden- und Bestandesführung beim Anbau von Silomais. 1989, F/E-Bericht
- WELLENBROCK, K.-H.; HERTWIG, F.: Reihen eng oder weit? - In: Bauernzeitung 13/2006. S. 26 - 27