

Impressum

Herausgeber: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
August-Böckstiegel-Straße 1, 01326 Dresden

Internet: WWW.LANDWIRTSCHAFT.SACHSEN.DE/LFL

Autoren: Uta Beckmann
Dr. Hartmut Kolbe
Fachbereich Bodenkultur und Pflanzenbau

Redaktion: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Fachbereich Bodenkultur und Pflanzenbau
Dr. Hartmut Kolbe
Telefon: 0341 / 91 74 - 149
Telefax: 0341 / 91 74 - 111
e-mail: Hartmut.Kolbe@leipzig.lfl.smul.sachsen.de

Redaktionsschluss: Februar 2002

Fotos: Titelblatt: Herr Dr. Kolbe

Auflagenhöhe: 150 Exemplare

Schutzgebühr: 2,50 €

Rechtshinweis

Alle Rechte, auch die der Übersetzung sowie des Nachdruckes und jede Art der phonetischen Wiedergabe, auch auszugsweise, bleiben vorbehalten. Rechtsansprüche sind aus vorliegendem Material nicht ableitbar.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.



Das Lebensministerium



Maisanbau im Ökologischen Landbau

Informationen
für Praxis und Beratung

Freistaat  Sachsen
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Produktionsrichtungen.....	3
3	Klima und Witterung.....	4
4	Boden.....	6
5	Fruchtfolge	6
6	Düngung.....	8
7	Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung.....	14
8	Sorte.....	14
9	Aussaat	16
10	Bestandesdichte.....	18
11	Reihenentfernung.....	19
12	Unkrautregulierung.....	22
13	Krankheiten und Schädlinge	23
14	Ernte.....	26
15	Wirtschaftlichkeit des Anbaus	28
16	Anbautelegramm	31
17	Literaturübersicht.....	32

1 Einleitung

Die Besonderheiten beim Anbau von Mais im ökologischen Landbau liegen in den hohen Nährstoff- und Vorfruchtansprüchen, den genauen Erfordernissen bei der Unkrautregulierung und in den zum Teil ungünstigen Umweltwirkungen wie der erhöhten Neigung zu Bodenerosion und Bodenverdichtung. Außerdem ist die empfindliche Jugendentwicklung im Maisanbau ein Problem. Die jungen Maispflanzen bleiben in fast jedem Jahr im Wachstum infolge ungünstiger Witterungsbedingungen (niedrige Temperaturen, Staunässe, Trockenheit) sowie durch das geringe Aufschlussvermögen für Stickstoff und Phosphor zurück. Hellgrüne Blattfarbe zeigt N-Mangel, blauviolette Verfärbung P-Mangel an. Aufgrund der relativ geringen Nährstoffversorgung bleiben die Maispflanzen in der Jugendphase im Vergleich zu den Unkräutern in der Konkurrenzkraft zurück. Probleme bei der Unkrautregulierung sowie ungenügende Ernteerträge und Qualitäten können die unausweichliche Folge sein.

Andererseits zeichnet sich Mais durch seine hohe Energiekonzentration aus, die von keiner anderen Futterpflanze erreicht wird. Daher kann Mais im ökologischen Landbau als willkommene Komponente bei der Rationsgestaltung in der Rindviehfütterung angesehen werden. Weitere Vorteile liegen in der leichten Konservierbarkeit sowie der nur einmaligen Ernte im Jahr im Vergleich zur mehrfachen Ernte beim Anbau von zum Beispiel Klee gras.

In einer Ausarbeitung des Deutschen Maiskomitees (DMK, 2001) wird die Bedeutung des Maisanbaus im ökologischen Landbau umschrieben. Sie kann als einleitende Lektüre empfohlen werden. In der vorliegenden Broschüre wird erstmals eine ausführliche Beschreibung aller praxisrelevanten Gesichtspunkte zum Anbau von Körner- und Silomais im ökologischen Landbau vorgenommen. Neben diesen Grundlagen der Maisproduktion werden Versuchsergebnisse und Erfahrungen zur richtigen Wahl des Aussaattermins, der Reihenweite, der Unkrautregulierung und zur Düngung vorgestellt, die zu einer weiteren Verbesserung des Anbauverfahrens führen sollen.

2 Produktionsrichtungen

Als Produktionsrichtungen werden auch im ökologischen Landbau Grünmais, Körner- sowie Kolbenmais (Corn-Cob-Mix, Lieschkolbenschrot) und Silomais genutzt. Bei **Körnermais** wird ein hoher Kornertrag mit voll ausgebildeten, ausgereiften Körnern und geringem Bruchkornanteil angestrebt. Bei der Erzeugung von **Corn-Cob-Mix** und **Lieschkolbenschrot** wird ein möglichst hoher Ertrag an verdaulicher Energie angestrebt. Bei der Ernte fallen Körner, Spindelbruchstücke und ein geringer Anteil der Restpflanze an. Die Spindel- und Lieschblattanteile und damit auch die Rohfasergehalte können in weiten Grenzen schwanken (REINHARDT et al., 2001):

- 7 % Rohfaser: Körner, Spindeln
- 7 – 10 % Rohfaser: Körner, Spindeln, ca. 10 % Lieschblätter, 5 % Restpflanze
- 12 –13 % Rohfaser: Körner, Spindeln, ca. 40 % Lieschblätter, 10 % Restpflanze
- 15 % Rohfaser: Körner, Spindeln, ca. 60 % Lieschblätter, 15 % Restpflanze.

Lieschkolbenschrot besteht aus den geernteten Körnern, den gesamten Spindeln und dem größten Anteil an Lieschen und oberen Teilen der Restpflanze. Da die roh-faserreichen und nährstoffarmen Stängel der Maispflanzen fehlen, ist Lieschkolbenschrot ebenfalls als ein Kraftfutter mit hohen Energieanteilen anzusehen. Durch Absieben der roh-faserreichen Teile kann der Rohfasergehalt von 10 – 15 % auf ca. 8 % abgesenkt werden.

Beim Anbau von **Silomais** ist ein hoher Ertrag an Trockenmasse (TM) mit einem Optimum an verdaulicher Energie und Nährstoffkonzentration (NEL) das Ziel. Silomais wird als Ganzpflanze geerntet. Durch entsprechende Variation der Schnitthöhe kann der auf dem Feld verbleibende Stoppelanteil erhöht, die Rohfasergehalte verringert und die Energiedichte erhöht werden.

Als weitere Form ist der **Gemengeanbau** mit anderen Futterpflanzen zur Nutzung als Frischfutter oder als Silage bekannt. Negative Effekte, wie Bodenerosion, Nährstoffaustrag und spezifische Unkrautprobleme, können durch Gemengeanbau begrenzt werden (HEYLAND & WERNER, 1988). Weitere Vorteile des Gemengeanbaus liegen in einer größeren Artenvielfalt, einer Auflockerung der Fruchtfolge, Förderung des Bodenlebens, phytosanitären Effekten und in einer besseren Tragfähigkeit des Bodens. Hohe Saatkosten, Auflauf-Risiko der Ansaat, ungenügende Unkrautunterdrückung und Folgeverunkrautung können als Nachteile des Gemengeanbaus angesehen werden. Eine typische Mischkultur ist das sogenannte RESELE-Gemenge mit zum Beispiel folgender Zusammensetzung (Saatgutmenge/ha):

- 20 kg Ackerbohnen
- 15 kg Hafer
- 12 kg Erbsen
- 12 kg Sonnenblumen
- 15 kg Mais.

Dieses Gemenge zielt auf die Kombination von eiweiß- und energiereichem Futter ab und wird als Ganzpflanzensilage genutzt. Untersuchungen solcher Mischkulturen ergaben im Vergleich zum Maisanbau als Reinkultur keine Mehrerträge und die Energiedichte hatte sich in der Regel verringert (unter 6 MJ NEL/kg TM bei einem TM-Gehalt von unter 30 %). Auch mehrjährige Versuche von KREUZ (1966) haben gezeigt, dass Misanbau von Silomais mit eiweißreichen Futterpflanzen zur Depression des Gesamtertrages führte. Neuere Untersuchungen ergaben, dass beim Misanbau mit Sonnenblumen und Nutzung in der Milchviehfütterung offensichtlich über eine spezifisch veränderte Zusammensetzung des Milchfettes eine bessere Butter-Streichfähigkeit erreicht werden kann. Einen Überblick über den Futterwert von Maisernteprodukten gibt Tabelle 1.

3 Klima und Witterung

Mais ist in der Auflauf- und frühen **Jugendphase** nur gering kälteverträglich, es kann oft zum Wachstumsstillstand kommen. Bei Temperaturen von unter 10 °C ist dann die Konkurrenzkraft der an dieses Klima besser angepassten Unkräuter meistens größer. Dementsprechend beträgt die mittlere Aufgangsdauer 18 – 20 Tage bei einer Bodentemperatur von etwa 10 – 13 °C, während bei Temperaturen von 15 – 18 °C nur noch 8 – 10 Tage benötigt werden. Im Verlauf der Jugendentwicklung von Mais besteht demgegenüber eine verhältnismäßig gute Frostverträglichkeit bis –4 °C.

Eine zügige Jugendentwicklung durch höhere Temperaturen führt zu einem schnelleren Bestandesschluss, womit die Unkrautkonkurrenz dann gering bleibt. Durchschnittstemperaturen von mindestens 13,5 °C von Mai bis September sind für einen erfolgreichen Maisanbau notwendig, da er hohe Wärmeansprüche in der vegetativen und zum Teil auch während der generativen Phase aufweist. Zwischen der **Schossphase** und dem Rispenschieben im Juli setzt bei günstigen Bedingungen für etwa 5 Wochen ein sehr starkes Wachstum von 7 - 10 cm pro Tag ein. Kurz vor und nach der Blüte ist eine gute Niederschlagsverteilung und später ein Ausbleiben von Frühfrösten zur Erreichung der Drusch- und Erntereife wichtig. Die **Abreife** wird durch eine niedrige Luftfeuchtigkeit begünstigt, weil ein hohes Sättigungsdefizit die Wasserverdunstung sowie Nährstoffeinlagerung erhöht. Während auftretender Frostperioden im Herbst ist Mais nur gering kälteverträglich (bis –1 °C). In Bergregionen sowie in Gegenden mit häufig auftretenden Frühfrösten ist Maisanbau nur begrenzt möglich, da nach Auftreten von Frösten keine Erhöhung der TM-Gehalte und weitere Ausreife erfolgen kann.

Tabelle 1: Zusammensetzung von Maisfuttermitteln für Rinder, Schweine und Geflügel (vorläufige Werte für den ökologischen Landbau)

Halmfuttermittel für Rinder															
Futterart	Reifestadium	Trocken- masse	je kg Trockenmasse												
			Roh- asche	Roh- protein	nutzb. Roh- protein	rumin. N- Bilanz	Rohfa- ser	Calci- um	Phos- phor	Natri- um	Magne- sium	ME	NEL		
		g/kg	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	MJ	MJ	
Grünmais	Milchreife	225	55	95	129	-5	232	2,8	2,6	0,2	1,3	10,2	6,1		
Maissilage	Beginn Teigreife	244	59	93	123	-5	257	2,9	2,5	0,2	1,4	9,7	5,8		
	Ende Teigreife	287	52	85	128	-7	218	2,7	2,4	0,1	1,3	10,4	6,2		
Energie- und Proteinreiche Einzelfuttermittel für Rinder															
Futterart	Tro- cken- masse	je kg Trockenmasse													
		Roh- asche	Roh- protein	nutzb. Roh- protein	rumin. N- Bilanz	Roh- fett	Rohfa- ser	Stärke	Zucker	Calci- um	Phos- phor	Natri- um	Magne- sium	ME	NEL
	g/kg	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	MJ	MJ	
Körnermais	880	19	95	162	-11	50	29	770	21	1,0	3,4	0,8	2,3	13,3	8,3
Lieschkolbenschrot	550	25	90	148	-9	34	143	390	4	1,2	3,0	0,1	1,3	12,0	7,4
Einzelfuttermittel für Schweine und Geflügel															
Futterart	Trocken- masse	je kg Trockenmasse													
		Roh- asche	Rohpro- tein	Lysin	Methio- nin	Cystin	Rohfa- ser	Calcium	Phos- phor	Natrium	Magne- sium	ME Schwein	ME Ge- flügel		
	g/kg	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g		
Körnermais	880	29	112	2,3	1,5	2,2	37	6,1	5,7	0,3	1,7	15,6	13,1		

Quelle: STEINHÖFEL & LIPPMANN (2000)

4 Boden

Die Ansprüche an Bodenart- und Bodentyp sind für den Maisanbau relativ gering, stehen aber im engen Zusammenhang mit dem Klima. **Schwere Böden** müssen in einem guten Garezustand sein. Auf leichten Böden ist eine genügend hohe Nährstoffversorgung sowie Niederschlagshöhe und -verteilung wichtig. In trockeneren Lagen sollten Lehmböden, die das Wasser besser speichern können, bevorzugt werden. In kühleren Grenzlagen sind schnell erwärmbare **leichtere Böden** besser geeignet als schwere Lehm- oder Tonböden. In diesen Grenzgebieten ist ein Maisanbau auf Südhängen oft noch gut möglich, da Süd- und Nordhang sich in der Durchschnittstemperatur um mehr als 1 °C unterscheiden können. **Moorböden** sind ebenfalls für Maisanbau geeignet, sie sind aber durch ihre tiefere Lage oft frostgefährdet. Besonders gute Voraussetzungen findet der Mais auf humosen garen Böden mit guter Krümelstruktur und rascher Erwärmung im Frühjahr.

5 Fruchtfolge

Mais stellt aufgrund des hohen Stickstoffbedarfes besondere Ansprüche an die Vorfrüchte. Deswegen sollte er möglichst nach **Klee gras** angebaut werden, wenigstens aber nach einer Leguminosenzwischenfrucht (Abb. 1). Der Nachbau von Mais nach Leguminosen-Futterbau oder –Gründüngung erleichtert zudem die Unkrautregulierung. Bei einer ausreichenden organischen Düngung zur Vorfrucht oder direkt zu Mais, ist ein Anbau auch nach **Hackfrüchten** oder **Getreide** möglich. Eine zu hohe Anbaukonzentration sollte allerdings, nicht nur wegen bestimmter Fruchtfolgekrankheiten und Problemen im Umweltschutz sondern auch aufgrund einer Selektion bestimmter angepasster Unkrautarten (Amaranth, Hirse, Franzosenkraut) vermieden werden. Aus diesen Gründen sollte der Fruchtfolgeanteil bei höchstens 20 % liegen.

Silomais räumt das Feld zu einem Zeitpunkt, wo eine Bodenbearbeitung zum Nachbau von Winterweizen noch gut möglich ist (Abb. 1). Für andere Wintergetreidearten trifft das in der Regel nicht mehr zu. **Körnermais** dagegen räumt das Feld sehr spät und verlangt Einarbeitung großer Mengen an Stroh- und Stoppelresten, deren Mengen zwischen Getreide und mehrjährigen Futterpflanzen einzuordnen sind. Hierbei ist nur noch ein Nachbau einer Sommerkultur günstig einzuordnen:

- günstige Vorfrüchte: Leguminosen, Wintergetreide, Hackfrüchte
- günstige Nachfrüchte (Silomais): Körnerleguminosen, W.-Weizen, S.-Getreide, Hackfrüchte
- günstige Nachfrüchte (Körnermais): Körnerleguminosen, S.-Getreide, Hackfrüchte.

Nachfrucht Vorfrucht	Eignung der Vorfrüchte für die Nachfrüchte																																														
	Luzerne, Klee, Gräser (mehrjährig)		Luzerne, Klee (ein- bis überjährig)		Lupinen, Serradella, Wicken		Ackerbohnen		Erbsen		Gräser (ein- bis überjährig)		W.-Weizen (Back- u. Futterqualität)		S.-Weizen, Durum (Back- u. Futterqualität)		Weizen (Brauqualität)		Dinkel		Triticale		W.-Roggen		W.-Gerste (Futterqualität)		S.-Gerste (Futterqualität)		S.-Gerste (Brauqualität)		Hafer		Silo- u. Körnermais		Futtermülsen		Zuckerrüben		Früherkartoffeln (Speisequalität)		Mittelfrühe Kartoffeln (Speisequalität)		Späte Kartoffeln (Verarbeitungsqualität)		W.-Raps		Sonnenblumen
Einstufung		Ertrags- u. Qualitätsleistung (x = 100 %)																																													
sehr günstig		110 - 120 %																																													
günstig		100 - 110 %																																													
ungünstig		90 - 100 %																																													
sehr ungünstig, unmöglich		80 - 90 %																																													
Besondere Hinweise																																															
Luzerne, Klee, Gräser (mehrjährig)	ce	ce	ce	ce	e	e	a	i	f	ag	ak	ag	ag	eg	efg	agi	ik	ak	f	ef	fik	ik	a	e	a = Vorsicht bei starker Trockenheit																						
Luzerne, Klee (ein- bis überjährig)	ce	ce	e	e	e	e		i	f	g		bk	bk	eg	efg	k		ek	f	f	fk	k	b	e	b = Vegetationszeiten überschneiden sich (klimatische Randlagen)																						
Lupinen, Serradella, Wicken	ce	e	ce	e	e	e	k	ik	f	k	k	bk	bk	gk	fg	ik	ik	eik	f	efk	efk	k	b	e	c = Förderung bestimmter Krankheiten und Schädlinge, geringe Selbstverträglichkeit																						
Ackerbohnen	ce	e	e	c	c	b		h	f	g	b	b	b	eg	f	eh	h	h	f	efh	fh	h	b	e	d = Förderung bestimmter Unkrautarten																						
Erbsen	ce	e	e	c	c	e	i	hi	fi	gi	i			i	f	i	i	ei	efi	efi	efi	eik	c	e	e = Vorfruchtwert wird schlecht ausgenutzt, Luxusfolge, mit Zweit- oder Zwischenfrucht eventuell vertretbar																						
Gräser (ein- bis überjährig)	e						b		b	b	b	b	b							ef	ef	k	b		f = Verminderung der Qualität der Nachfrucht																						
W.-Weizen, Dinkel			d	di	di		cd	ci	cd	cd	cd	cd	cd	cd	cd	ci	ci	i	il	il	i	l	il	il	b	i	g = Lagergefahr der Nachfrucht																				
S.-Weizen, Durum				i	i		c	ci	c	cr	r	cr	c	ci	ci	ci	il	il	i	l	il	il	b	i	h = Zwischenfrucht als Untersaat in Vorfrucht möglich bzw. günstig																						
W.-Roggen, Triticale	m	m	hi	hic	hi	m	cd	chi	cd	cd	cd	cd	cd	cd	hi	hik	hil	hil	hil	hi	hl	hil	hil	bl	hi	i = Zwischenfrucht als Stoppelsaat, Winterzwischenfrucht oder Gründüngung möglich bzw. günstig																					
W.-Gerste	m	m	hi	hi	hi	m	cd	chi	cd	cd	cd	cd	cd	cd	chi	chi	hil	hil	hil	hi	hil	hil	hil	l	hi	k = Auf leichten Böden günstig																					
S.-Gerste	m	m	dh	dhi	dhi	m	ch	chi	ch	ch	ch	chl	cr	chi	chi	chi	hil	hil	hi	hl	hil	hil	l	hi	l = Organische Düngung zur Nachfrucht günstig																						
Hafer	n	n	dh	cd	hi	n	lr	chi	r	lr	l	l	bl	chi	chi	chi	hil	hil	hi	hl	hil	hil	bl	hi	m = Vorfrucht als Deckfrucht gut geeignet																						
Silo-Mais	n	n	h	h	h	m	fl	h		b	bl	b	b	h	hk	h	cd	hl	h	hl	hl	hl	b	h	n = Vorfrucht als Deckfrucht bedingt geeignet																						
Körner-Mais	n	n	h	h	h	n	bfl	h	b	b	b	b	b	h	hk	h	cd	hl	h	hl	hl	hl	b	h	o = Günstige Vorfrucht zur Reinsaat von Hauptfrüchten als Gründüngungs- und Futterpflanzen																						
Zucker- u. Futtermülsen	eo	eo		e	e	eo	bl	l	bf	b	b	b	b		f	l	l	c	c	e	el	el	b	e	p = Durchwuchsgeschwindigkeit in der Nachfrucht (Saatgutvermehrung)																						
Frühkartoffeln	o	o	ei	ei	ei	o	eil	ei	efi	ei	ei	ei		ei	ei	ei	eil	ei	ei	cd	cd	cd	l	ei	r = Vor Saatfurche (intensive) Stoppelpbearbeitung in Getreidefolgen möglich (Unkrautkur)																						
Mittelfrühe Kartoffeln	eo	eo	e	ei	ei	eo	l	eil	f				b	ei	ei	ei	eil	e	ei	cd	cd	cd	b	ei																							
Späte Kartoffeln	eo	eo	e	e	e	eo	l	l	f			b	b		l	l	l		cd	cd	cd	b	e																								
W.-Raps	eo	eo	ehi	ehi	ehi	em	hl	ehi	fh	h	h	h		ehi	ef	ehi	ehi	c	cf	efh	efh	ehi	c	i																							
Sonnenblumen	hn	hn	h	h	h	hn	fl	fh		bl	bl	b	bl	h	h	hl	hl	hl	h	l	hl	hl	b	c																							

Abbildung 1: Vor- und Nachfruchteignung der Kulturarten im ökologischen Landbau

6 Düngung

Bei Mais entwickeln sich die Wurzeln in der Jugendphase nur oberflächennah aus. Außerdem läuft die Wurzelbildung dem Trockenmassezuwachs hinterher. Zu diesen **kulturartenspezifischen Besonderheiten** kommt hinzu, dass im ökologischen Landbau die **Nährstoffzufuhr** einer Begrenzung unterliegt. Mais stellt aus diesen Gründen hohe Anforderungen an die Nährstoffzufuhr insbesondere an die Stickstoff- und Phosphorversorgung der Bestände.

P-, K-, Mg-Grunddüngung und Kalkung

Eine hohe Verfügbarkeit an Phosphor wirkt sich besonders günstig auf die Jugendentwicklung des Mais aus. Darüber hinaus ist Silomaisanbau mit hohen Nährstoffentzügen verbunden (Tab. 2). Das trifft besonders für Kalium zu. Dieser erhöhte Nährstoffbedarf ist im Düngungs-Management des Betriebes zu berücksichtigen.

Die Bemessung der Grunddüngung und Kalkung sollte im Rahmen der gesamten Fruchtfolge auf Grund von Bodenuntersuchungen vorgenommen werden (siehe KOLBE, 2001). Auf lange Sicht sollte die Versorgungsstufe B für die verfügbaren Nährstoffe des Bodens angestrebt werden. Ist im Rahmen der Fruchtfolge eine gesonderte Zufuhr an Nährstoffen vorgesehen, so sollte diese Düngung vorzugsweise zu Mais verabreicht werden.

Ein geeignetes Verfahren zur Bemessung des Düngungsanspruches (PC-Programm) sowie Informationsmaterial können über die Beratung bzw. der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Bodenkultur und Pflanzenbau in Leipzig (siehe Impressum) angefordert werden. Zugelassene Düngemittel können über Internet eingesehen werden (www.stmlf.bayern.de): → Landwirtschaft → Ökologischer Landbau → Pflanzenbau: Düngemittelliste.

Tabelle 2: Nährstoffentzüge (kg/ha) bei Silo- und Körnermais (vorläufige Werte für den ökologischen Landbau)

Nährstoff	100 dt Silomais (28 % TM)	10 dt Körner ohne Stroh (86 % TM)	10 dt Körner (86 % TM) mit Stroh
N	30	12,5	20
P	7	3,5	4,4
K	37	4,2	21
Mg	7	3,6	-

Quelle: verändert nach ALBERT et al. (1997)

Stickstoffversorgung

Die Hackfrucht Mais benötigt bei Siloerträgen zwischen 300 – 400 dt Frischmasse 120 – 150 kg N/ha. Mais entzieht den **Stickstoff** aus der Frühjahrsmineralisation und Düngung vor oder zur Saat nicht sofort (MAIDL 1990, MAIDL et al., 1999; RIEß, 1993). Der Hauptnährstoffbedarf liegt erst in der Zeit von Ende Juni bis Mitte August, also relativ spät in der Vegetationsphase. Im Vergleich zu anderen Kulturen kann Silomais daher einen relativ großen Teil des organisch gebundenen Stickstoffs nach einer **Stallmist-** und besonders nach **Gülledüngung** bereits im Anbaujahr verwerten (Tab. 3).

Tabelle 3: Einsatzmöglichkeit organischer Düngemittel bei unmittelbarer Anwendung zu verschiedenen Kulturen

	Geflügel- mist	Frischmist		Rottemist		Kompost	Gülle	Jauche
		Schwein	Rind	Schwein	Rind			
Grünland Weide feucht	+	-	-	+	+	+++	+	+
Wiese feucht	+	+	+	+	++	+++	++	++
Wiese trocken	-	-	-	+	+	++	-	-
Kartoffeln	-	+	++	+++	+++	++	++	+
Kohl	-	-	-	+	++	++	+	+
Mais	++	++	++	+++	+++	++	+++	++
Wintergetreide	++	+	+	++	++	++	+++	++
Sommergetreide	++	++	++	++	++	+	+	+
Braugerste	-	-	-	+	+	++	-	-
Kleegrass, Luzernegrass	-	+	+	++	++	++	+	-

Eignung: +++ = sehr gut; ++ = gut; + = weniger gut; - = nicht geeignet

Quelle: verändert nach REDELBERGER (1996)

Mais nützt wegen seiner langen Vegetationszeit die stetige Nährstoffanlieferung aus organischen Düngern gut aus. Organische Düngung wirkt zudem günstig auf die Bodenstruktur, den Wasserhaushalt und die biologische Bodenaktivität. **Stallmist** oder **Gründüngung** sollten besonders auf schweren Böden schon im Herbst eingearbeitet werden. Da Mais erst spät ausgesät wird, können auch im Frühjahr größere Mengen organischer Dünger ausgebracht werden (Tab. 4).

Zu Mais können 300 dt/ha Stallmist oder 20 - 50 m³ **Gülle** gegeben werden. Je näher die Güllegabe am Aussattermin liegt, desto geringer sollten die ausgebrachten Mengen sein. Bis 4 Wochen vor der Saat können 30 m³ Flüssigmist gegeben werden. Bei **Strohdüngung** ist die Häcksellänge, gleichmäßige Verteilung und ein flaches Einarbeiten maßgeblich, da Mais in der Jugendentwicklung stark negativ auf Strohnester reagiert. In diesem Zusammenhang ist auch eine Kombination von

Stroh- und Gründüngung besonders mit Leguminosen geeignet, um einer zwischenzeitlichen Stickstofffestlegung durch die Stroheinarbeitung zu begegnen.

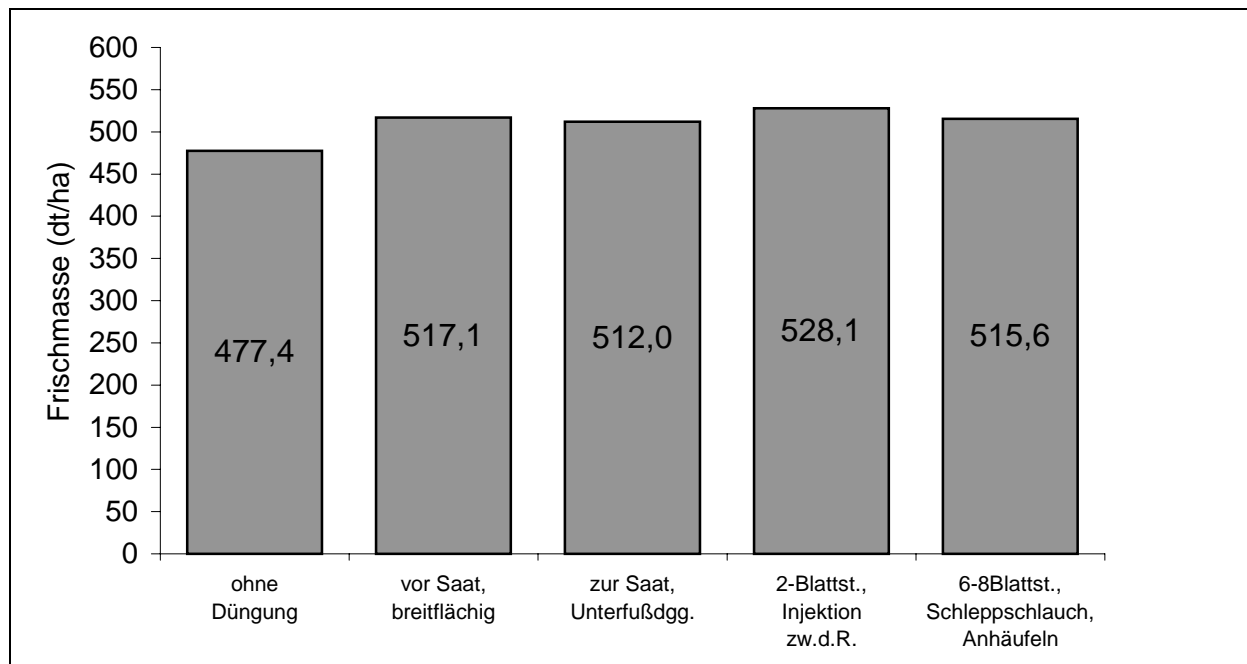
Tabelle 4: Anwendungs-Zeiten und –Mengen von Fest- und Flüssigmist zu Mais

Kultur	Zeitpunkt	Menge	Bemerkungen
FESTMIST			
Mais	Zur Zw.-Frucht im Vorjahr	200 – 350 dt/ha	flach einarbeiten
	Vor Saatsfurche	200 – 350 dt/ha	Pflug mit Vorschäler
FLÜSSIGMIST			
Mais	Zur Zw.-Frucht u. Gründüngung im Vorjahr	30 – 60 m ³ /ha	Schleppschlauch, Injektor, Stroh- u. Gründüngg. flach einarbeiten
	Vor Saatsfurche	30 – 60 m ³ /ha	Sofort einarbeiten mit Grubber oder Pflug
	In Kultur im Mai – Juni	20 – 30 m ³ /ha	2 – 8-Blattstadium, Schleppschlauch, besser Injektor zwischen die Reihen oder Schleppschlauch an die Reihe u. Anhäufeln

Quelle: verändert nach SATTLER u. WISTINGHAUSEN (1989)

Versuche zur Düngungsoptimierung

Da eine hohe Effektivität der Gülledüngung beschrieben wird, wurden **Ausbringungsverfahren für Flüssigmist** (Zufuhr von 90 kg N/ha als Rindergülle) unter ökologischen Bedingungen getestet (Abb. 2).



Quelle: LOHSE (2000)

Abbildung 2: Erträge bei Silomais in Abhängigkeit zu verschiedenen Verfahren der Gülledüngung (Lößboden, 4-jährige Mittelwerte, Öko-Feld der Versuchsanstalt Roda, Sachsen)

In Abhängigkeit von den angewendeten Düngungsverfahren waren keine Anzeichen für eine beschleunigte Jugendentwicklung durch die verabreichte Düngung – auch nicht nach der Unterfußdüngung – eingetreten. Wie den **Ertragsergebnissen** zu entnehmen ist, wiesen die Kontrollvarianten ohne Düngung mit 477 dt/ha Frischmasse, bzw. 166 dt/ha Trockenmasse erwartungsgemäß die geringsten Erträge auf (Abb. 2). Die Gülleinjektion zwischen den Reihen im 2-Blatt-Stadium führte mit 528 dt/ha Frischmasse, bzw. 178 dt/ha Trockenmasse sowohl zu den höchsten Gesamt- als auch mit annähernd 320 dt/ha zu den höchsten Restpflanzenerträgen des Versuches. Die höchsten Kolbenerträge mit fast 211 dt/ha waren die Folge einer Spätdüngung im 6-8-Blatt-Stadium. Die Verfahren mit breitwürfiger Düngung vor der Saat, Gülleinjektion im 2-Blatt-Stadium und Gülledüngung mit Schleppschauch im 6-8-Blatt-Stadium zeigten nur geringfügige Unterschiede auf. Nach NIEMANN & VER-SCHWELE (1994) ist als positiver Nebeneffekt einer Düngung zur Reihe ein um 40 % geringerer Unkrautdruck durch die relative Nährstoffunterversorgung zwischen der Reihe anzusehen.

In der **Maisqualität** gab es nur geringe Differenzen zwischen den Verfahren (Tab. 5). Die TM-Gehalte des Erntematerials mit später vegetationsbegleitender Düngung waren etwas abgefallen. Die Energiehalte der Maiskolben stiegen besonders nach relativ spät verabreichter Düngung etwas an, in der Restpflanze waren sie im Vergleich zu keiner Düngung gleich hoch geblieben. Die Auswirkungen unterschiedlicher Gülledüngungsvarianten auf die Maisqualität lassen für den Kolbenanteil als auch für die Restpflanze einen umso höheren Proteingehalt erwarten, je später die Düngung erfolgte. Die Güllezufuhr im 2-Blattstadium und im 6-8-Blatt-Stadium hatte die höchsten Proteingehalte zur Folge (Tab. 5).

Tabelle 5: Qualität von Silomais in Abhängigkeit von verschiedenen Verfahren der Gülledüngung (Lößboden, 4-jährige Mittelwerte, Öko-Feld der Versuchsanstalt Roda, Sachsen)

Düngungsverfahren ^{a)} :	1	2	3	4	5
Trockenmasse (%)	38,4	37,8	38,0	37,2	37,8
Rohprotein (%)	6,7	6,6	6,7	6,8	6,8
Rohfaser (%)	18,5	18,7	18,9	19,3	17,9
Stärke (%)	27,9	27,4	27,7	27,0	28,1
NEL (MJ/ha)	95 047	101 192	100 266	101 302	101 357

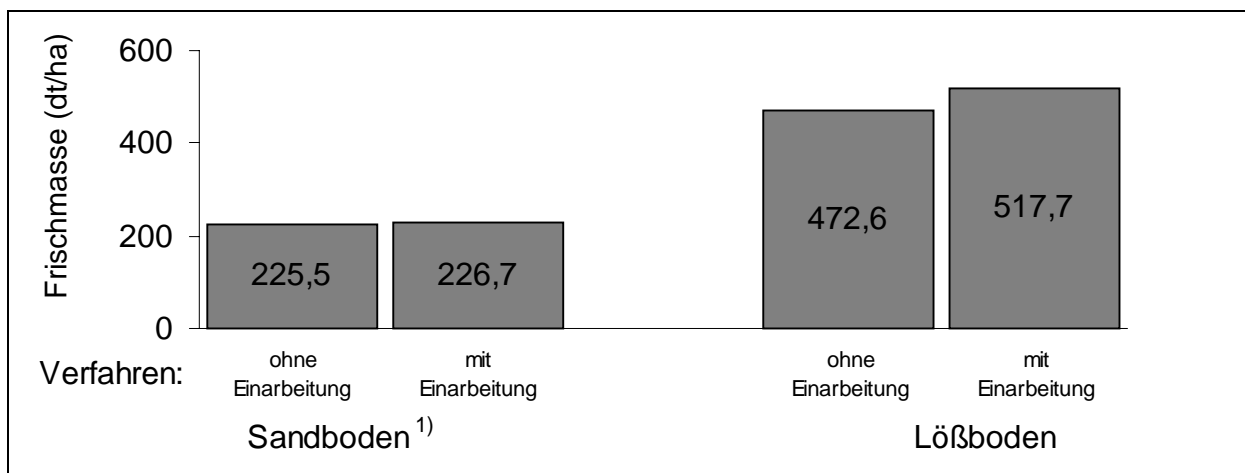
^{a)} Varianten: 1: ohne Düngung; 2: vor Saat, breitflächig; 3: zur Saat, Unterfußdüngung; 4: 2-Blattstadium, Injektion zwischen den Reihen; 5: 6 – 8-Blattstadium, Schleppschauch u. Anhäufeln
Quelle: LOHSE (2000)

Versuche zur Vermeidung von Nährstoffverlusten

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Verringerung von Nährstoffverlusten im Maisanbau. Beispielsweise sollten in niederschlagsintensiven Gebieten besonders auf leichten Böden Leguminosengras-Vorfrüchte möglichst erst im Frühjahr umgebrochen werden, da in der Regel die N-Freisetzung dann mit dem relativ späten N-Bedarf des Maises gut übereinstimmt. Bei relativ frühem Umbruch im Herbst ist der Anbau von Zwischenfrüchten von Vorteil.

Jedes Ausbringen von flüssigen oder auch von festen organischen Düngemitteln ohne sofortige Einarbeitung hat eine erhebliche Geruchsentwicklung und Stickstoffverluste zur Folge. So konnte aus Versuchen ermittelt werden, dass bei direkter Einarbeitung von Gülle die N-Emissionen um über 60 % abgenommen haben. Von der insgesamt recht hohen ausgebrachten $\text{NH}_4\text{-N}$ -Menge von ca. 40 kg/ha (90 kg Gesamt-N/ha) waren ohne Einarbeitung (vergleichbar mit Schleppschauch) Verluste von 7,6 kg und mit Einarbeitung (vergleichbar mit Injektion) von durchschnittlich nur noch 2,8 kg N/ha zu verzeichnen (MODEL et al., 1999).

In diesen ökologischen Versuchen hatte eine Einarbeitung von organischen Flüssigdüngern (Gülle, Jauche) auch eine Anhebung der Maisfrischmasse-, bzw. Trockenmasseerträge zur Folge. Auf dem Sandboden waren – bei anhaltender Trockenheit – die Auswirkungen allerdings nicht sehr deutlich (Abb. 3). Der Einfluss der Ausbringungsart war auf die Maisqualität an beiden Standorten verhältnismäßig gering. Als Folge der Dungeinarbeitung war auf beiden Böden eine geringfügige Abnahme der TM-Gehalte und eine tendenzielle Zunahme der Energiekonzentration sowie auf dem Lößboden auch der geernteten Energiemenge festzustellen (Tab. 6).



Quelle: BECKMANN et al. (2002); ¹⁾ starke Trockenheit

Abbildung 3: Maiserträge in Abhängigkeit von der Ausbringungsart organischer Flüssigdünger auf zwei Standorten (mehrjährige Mittelwerte, Sachsen)

Tabelle 6: Maisqualität in Abhängigkeit von der Ausbringungsart organischer Flüssigdünger an zwei Standorten (mehrjährige Mittelwerte, Sachsen)

Verfahren:	Lößboden		Sandboden ¹⁾	
	ohne Einarbeitung	mit Einarbeitung	ohne Einarbeitung	mit Einarbeitung
Trockenmasse (%)	38,4	38,2	36,4	35,3
Rohprotein (%)	6,7	6,7	6,1	6,3
Rohfaser (%)	18,9	18,1	23,3	23,2
ELOS (% TM)	74,3	75,9	62,6	63,0
NEL (MJ/ha)	101 463	112 263	40 551	39 975

Quelle: BECKMANN et al. (2002); ¹⁾ starke Trockenheit

In Abhängigkeit von den vegetationsbegleitenden Maßnahmen waren im Durchschnitt dieser Versuche (Versuchsjahre 1993 – 1999) im Boden kaum Unterschiede bezüglich der ermittelten N_{\min} -Mengen im Spätherbst festgestellt worden. Aus Bilanzberechnungen ging weiterhin hervor, dass im Durchschnitt der Versuche den Varianten mit Dungeinarbeitung eine etwas bessere N-Verwertung zuzuschreiben ist (Tab. 7).

Tabelle 7: Nährstoffbilanz sowie Aneignungsvermögen für Stickstoff im Durchschnitt langjähriger Versuche auf zwei Standorten mit und ohne Einarbeitung einer Jauche- oder Gülle-Düngung (Mittelwerte der Jahre 1993 – 1999, Sand- u. Lößboden, Sachsen)

Verfahren der Düngung	Zufuhr (kg N/ha)			Abfuhr (kg N/ha)	Saldo (kg N/ha)	N-Aneignungsvermögen (Zufuhr = 100 %)
	Leguminosen-N	Dünger-N	Gesamt-N ¹⁾			
ohne Einarbeitung	48,1	63,3	176,7	126,2	50,5	71,5
mit Einarbeitung	49,9	63,3	178,3	131,0	47,3	73,5

1) inkl. N-Deposition und sonstige Quellen; Quelle: BECKMANN et al. (2002)

Als Fazit dieser Versuche sollten daher zur Vermeidung von Nährstoffverlusten moderne Verfahren der Dungausringung (Schleppschlauch, direkte Injektion) angewendet werden. Auch feste organische Düngemittel sollten unverzüglich eingearbeitet werden. Mais kann zudem nach der Ernte höhere Rest-N-Mengen im Boden als andere Kulturen hinterlassen. Zur Reduzierung von Nitrat-Austrägen ist unter anderem ein Maisanbau mit Untersaat von Gräsern oder Kruziferen möglich.

7 Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung

In der Regel wird zu Mais eine **Herbstfurche** mit dem Pflug durchgeführt, auf leichten Böden ist die **Frühjahrsfurche** unter Umständen besser geeignet. 10 Tage vor der Aussaat sollte die **Saatbettbereitung** fertig gestellt sein, wozu im Frühjahr das Abeggen oder Abschleppen gehört. Infolgedessen wird die Winterfeuchtigkeit auf leichten Böden gehalten, auf schweren Böden erwärmt sich die Erde besser und eine Klutenbildung wird vermieden. Über dem Ablagehorizont ist für die Maissaat eine 3 - 6 cm lockere, grob- bis mittelgrobe Krümelnschicht erforderlich.

8 Sorte

Auch im ökologischen Landbau haben sich mit einigen regionalen Ausnahmen die Mais-**Hybridsorten** durchgesetzt. Neben Ertrag, Kolbenanteil, Reifegruppe sollte bei der Sortenwahl auch der Konkurrenzschwäche gegenüber Unkräutern von Mais gerade in der Jugendphase Rechnung getragen werden (HÄNSEL & DELLING, 2001).

Aufgrund der großen Konkurrenzschwäche des Mais gegenüber Unkräutern vor allem in der Jugendentwicklung sollten **massewüchsige Sorten** mit normaler Blattstellung (keine HT-Sorten, das heißt dem Licht entgegengerichtete, aufrechte Blattstellung) bevorzugt werden, um mit der entsprechenden Blattmasse einen früheren Reihenschluss und eine intensive Beschattung des Bodens zu erreichen. Bei geringem "**Unkrautdruck**" eignen sich auch kolbenbetonte Sorten mit geringerem Trockenmasseertrag.

Neben diesen morphologischen Merkmalen sind auch die **qualitativen Eigenschaften** der Sorten unbedingt zu berücksichtigen. Aufgrund der ernährungsphysiologischen Vorteile der Maisstärke sollte der Silomais zum Erntezeitpunkt weitgehend ausgereift sein – das heißt die Ernte sollte erst nach Abschluss der Stärkeeinlagerung durchgeführt werden. Hochleistungstiere (Bullenmast und Milchkühe in der Laktationszeit bis ca. 100 Tage) sind auf Stärke als Energielieferant angewiesen, wohingegen hohe Zuckergehalte ernährungsphysiologisch eher ungünstig zu bewerten sind. Deshalb hat weiterhin auch die Angabe des Stärkegehaltes der Silage eine höhere Aussagekraft bezüglich des Futterwertes.

Bei Anwendung einer **Spätsaat** sowie in **Bergregionen** ist eine kürzere Vegetationszeit zwischen Aussaat und Ernte verbunden, die durch Einsatz von früher reifenden Sorten (S 10 – 20) mit einer Siloreifezahl bis S 230 kompensiert werden muss. Spät reifende Sorten erreichen aber unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus oft nicht die optimale Gesamtpflanzen-Trockenmasse von 30 – 35 %.

Für den Anbauerfolg ist die **Saatgutqualität** neben der Sorte und der intensiven Führung des Bestandes ausschlaggebend. Die Angabe einer hohen Keimfähigkeit auf dem Zertifikat oder Lieferschein gewährleistet nicht in allen Fällen einen hohen und gleichmäßig guten Feldaufgang. Der Keimfähigkeitswert des Kalttestes ist für den zu erwartenden Feldaufgang aussagekräftiger und sollte beim Saatgutkauf erfragt und entsprechend dokumentiert werden.

Sortenempfehlungen (* = EU-Sorte, S = Siloreifezahl, K = Körnerreifezahl):

Die Sortenempfehlungen beruhen auf Ergebnissen der „Arbeitsgruppe der Versuchsansteller im ökologischen Landbau“ sowie insbesondere auf ökologischen und konventionellen Versuchen aus Sachsen (HÄNSEL & DELLING, 2001). Darüber hinaus sind die jährlich erscheinenden regionalen Sortenratschläge zu berücksichtigen. Angebote an geeignetem Saatgut können über Internet eingesehen werden (www.organicxseeds.com; www.agrarinfo.rpl.de/lpp_mainz/oeko) → Öko-Saatgutliste.

• **Frühe Sorten:**

- **LINCOLN, S 200**, eine qualitätsbetonte Sorte mit hohem Stärkegehalt, mittleren Erträgen und sehr guter Jugendentwicklung. Durch eine rasche Restpflanzenabreife wird ein hoher TM-Gehalt in der Gesamtpflanze erreicht, die Sorte ist deshalb auch für den Anbau in Grenzlagen geeignet. In der Standfestigkeit (Sommerlager) zeigten sich einige Mängel.
- **PASSAT, S 200**, besitzt durch sehr kompakten Wuchs, Frühreife, gute Standfestigkeit und mittlere Futterqualität besondere Anbaueignung für Grenzstandorte mit klimatisch eingeschränkten Anbaubedingungen.
- **MONDEO, S 200 / K 240**, ist frühzeitig siloreif, standfest und qualitätsbetont. Mondeo überzeugte auch in den konventionellen Versuchen der Vorgebirgslagen mit hohen Werten bei Ertrags- und Qualitätsmerkmalen (Stärke- und Energiegehalt, Verdaulichkeit) bei guter Jugendentwicklung. Jedoch für Standorte mit Trockenstress ist die Sorte weniger geeignet.
- **BANQUISE*, S 210 / K 210**, reift synchron ab, ist kältetolerant, standfest und hat eine gute Jugendentwicklung. Banquise zeigt auf besseren Böden einen überdurchschnittlichen Stärkegehalt und weist einen hohen Stärke- und mittleren Energieertrag auf. Der Energiegehalt und die Verdaulichkeit sind gut. Auf den leichten Böden und den klimatischen Grenzlagen variierten die Jahresergebnisse der konventionellen Sortenprüfungen. Im Prüfljahr 2001 fielen die Leistungen ab.
- **BELFOR*, S 220 / K 210**, weist wie in den konventionellen Sortenversuchen überdurchschnittliche Werte im Stärkegehalt, der Energiedichte und in der Verdaulichkeit auf. Die Erträge und die Standfestigkeit sind mittel.
- **SYMPHONY, S 220 / K 210**, reift synchron zwischen Kolben und Restpflanze ab, bestockt zum Teil etwas und ist als Silomais standfest. Die sehr guten Qualitätsmerkmale Stärke- und Energiegehalt, Verdaulichkeit und der Stärkeertrag sind mehrjährig stabil. Energie- und Trockenmasseertrag sind gut.

- Nach den Ergebnissen von ökologischen Sortenversuchsergebnissen anderer Bundesländer und der sächsischen Silomaisprüfung wird die Sorte **FACE**T, **S 200**, empfohlen. Facet ist deutlich frühreifer und eignet sich damit auch für klimatisch ungünstigere Lagen. Die Restpflanze reift sehr schnell ab. Die Sorte überzeugte in den Jahren 1999 und 2000 mit einem hohen Stärkegehalt in den konventionellen Sortenversuchen.

- **Mittelfrühe Sorten:**

- **BANGUY***, **S ca. 240 / K 240**, Gute Trockenmasseerträge, mittlere bis gute Stärkegehalte sowie hohe Energiedichten führen zu günstigen Stärke- und Energieerträgen. Die Sorte verfügt über eine gute Trockenstresstoleranz und sehr hohe Verdaulichkeitswerte.

Folgende Silomaisorten haben laut Empfehlung der konventionellen Sortenprüfung in Sachsen **Körnermaiseignung:**

- **Frühe Reifegruppe:**
 - **SYMPHONY, K 210**, bei ausreichender Wasserversorgung
 - **BANQUISE (K 210), ANTARES (K 220)**
- **Mittelfrühe Reifegruppe:** - **BANGUY (K 240).**

9 Aussaat

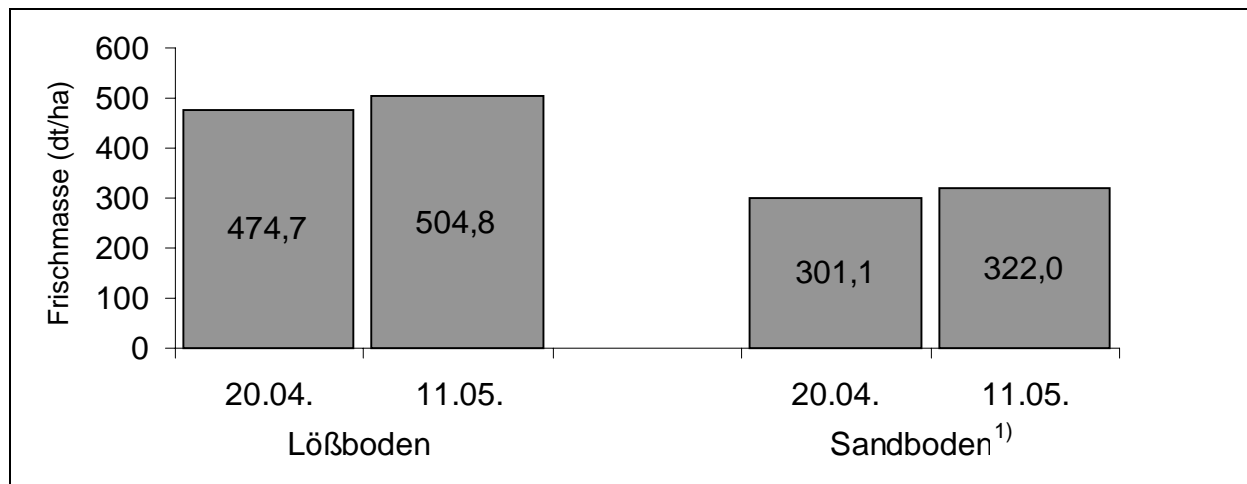
Mais sollte zum ortsüblich **optimalen Termin** ausgesät werden (8 °C Bodentemperatur), vorwiegend liegt dieser Zeitpunkt in Sachsen um den 20. April. Einige Argumente sprechen aber auch für einen um 10 - 14 Tage späteren Saattermin. Die Saattiefe sollte auf leichten Böden bis 6 cm und auf schweren Böden bis 4 cm Bodentiefe betragen. Auch gegen Vogelfraß muss hinreichend tief gesät werden (6 cm). Für einen guten Maisertrag ist ebenfalls eine exakte Tiefeneinhaltung und Ablage in der Reihe sowie richtiger Bodenschluss maßgeblich.

Versuche zum Saatzeitpunkt

Eine vergleichsweise späte Aussaat bei höheren Bodentemperaturen Anfang Mai bildet aufgrund des schnelleren und gleichmäßigeren Auflaufens die Grundlage für eine rasche Bestandesetablierung. Nach Ergebnissen aus Ostdeutschland verringert sich die Aufgangszeit von Mais um 8 – 9 Tage, wenn der Saatzeitpunkt vom 20. April auf den 10. Mai verschoben wird. Der dann wärmere Boden sichert ein schnelleres Auflaufen, wodurch die Maispflanzen **Wachstumsvorteile gegenüber Unkräutern** erlangen können. Durch **Spätsaat** besteht zudem ein geringerer Termindruck zur Saatbettvorbereitung und mit der Unkrautregulierung kann auch schon vor der Saat begonnen werden. Zusätzlich werden Auflaufkrankheiten wie Pilzbefall wegen des ungebeizten Saatgutes im ökologischen Landbau vermindert.

Zum Effekt einer Früh- (ca. 20. April) und Spätsaat (ca. 20 Tage später) von Silomais (Sorten: Santiago und Goldoli) auf Ertrag und Qualitätsparameter stehen aus ökologischen Versuchen abgesicherte Ergebnisse aus mehreren Jahren zur Verfügung (Abb. 4). Demnach hat der spätere Saatzeitpunkt im Durchschnitt einen etwas höheren Frischmasseertrag zur Folge. Auf dem Lößstandort lag der Mehrertrag bei etwa 30 dt/ha. Auf dem Sandboden ist ein Mehrertrag auf geringerem Niveau mit etwa 20 dt/ha durch die Spätsaat eingetreten.

Wie der Tabelle 8 entnommen werden kann, sind die TM-Gehalte bei Spätsaat jedoch abgefallen. Die jährlichen Schwankungen lagen entweder im Bereich von nur einigen Prozentpunkten oder es wurden sogar Differenzen von über 10 % gefunden. Bei Umrechnung auf Trockenmasse wurden dann entweder gleich hohe TM-Erträge erzielt, so dass die höheren Frischmasseerträge lediglich einer Mehreinlagerung an Wasser entsprachen. Oder es wurden sogar niedrigere TM-Erträge nach Spätsaat erhalten.



¹⁾ häufige Trockenheit

Abbildung 4: Frischmasseerträge an Silomais in Abhängigkeit zum Aussattermin an zwei Standorten (mehrjährige Mittelwerte, Sachsen)

Als weiterer ungünstiger Aspekt einer Spätsaat waren die etwas geringere Energiedichte und parallel dazu auch die meistens deutlich abfallenden Stärkegehalte in der Trockenmasse der Pflanzen zu sehen. Zusammen mit den spezifisch veränderten Erträgen und TM-Gehalten werden daher bei Spätsaat zum Teil deutlich geringere Energiemengen je Hektar geerntet (Tab. 8).

Tabelle 8: Qualität von Silomais in Abhängigkeit vom Aussaattermin an zwei Standorten (mehrfährige Mittelwerte, Sachsen)

Merkmal	Lößboden		Sandboden ¹⁾	
	Saattermin		Saattermin	
	20.04.	11.05.	20.04.	11.05.
Trockenmasse (%)	34,3	27,8	36,5	33,5
Rohprotein (%)	6,6	7,0	6,0	6,3
Rohfaser (%)	24,8	25,9	22,1	23,7
ELOS (% TM)	67,8	63,3	61,05	62,91
NEL (MJ/ha)	88 937	74 554	54 951	52 856

¹⁾ häufig starke Trockenheit

Da die Ernten in den Versuchen zum gleichen Zeitpunkt erfolgt sind, war möglicherweise der optimale Erntezeitpunkt noch nicht erreicht. Daher ist es wichtig, dass bei Spätsaat im Herbst noch genügend Zeit zur Abreife des Maises besteht, so dass die aktive Phase der Wasserreduzierung in den Pflanzen nicht vorzeitig durch eventuell regional auftretende Frühfröste beendet werden kann. Spätsaat kann daher befriedigende Maisqualitäten auf Standorten mit genügend langer Vegetationsperiode erzielen. Auf Ackerflächen mit hohem Unkrautdruck ist allerdings bei Durchführung einer Spätsaat zwischen dem geringeren Aufwand bei der Unkrautregulierung und den zu erwartenden negativen Ertrags- und Qualitätsergebnissen abzuwägen.

10 Bestandesdichte

Ein entscheidender Ertragsfaktor im Maisanbau ist die Bestandesdichte. Silomais sollte dichter stehen als Körnermais. Mit sinkender Reifegruppe der Maissorte muss die Bestandesdichte erhöht werden. In Gegenden mit geringen Niederschlägen zur Zeit der Blüte und auf leichten Böden sollte die Bestandesdichte verringert werden.

Die Saatgutmenge (kg/ha) ergibt sich aus dem Produkt der angestrebten Pflanzenanzahl pro Quadratmeter und der Tausendkornmasse (g) dividiert durch die Triebkraft (%). Die Tabelle 9 kann zur Berechnung der Kornablage sowie des späteren Pflanzenbestandes herangezogen werden. Unter Berücksichtigung von Aufgangsverlusten von teilweise über 15 % sollten bei frühen bis mittelfrühen Sorten für Körnermais 9 – 10 Körner pro Quadratmeter ausgesät werden. Für Silomais wird eine 5 – 15 % höhere Bestandesdichte empfohlen.

Der Abstand in der Reihe kann nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$\text{Abstand in der Reihe (cm)} = \frac{10\,000 \text{ m}^2}{\text{Reihenentfernung (cm)} \times \text{auszusäende Pflanzen (je m}^2\text{)}}$$

Tabelle 9: Maiskornablage und Anzahl an Maispflanzen innerhalb der Pflanzenreihe in Abhängigkeit von der angestrebten Pflanzenanzahl je Quadratmeter

geforderte Pflanzenanzahl (je m ²):	9	10	11	12	14	9	10	11	12	14
Reihenentfernung	Kornablage (in cm innerhalb der Reihe)					Pflanzenzahl (je 10 laufende Meter)				
75,0 cm	14	13	12	11	9	68	75	83	90	105
62,5 cm	16	15	14	13	11	56	63	69	75	88
37,5 cm	28	25	23	21	18	34	38	41	45	53

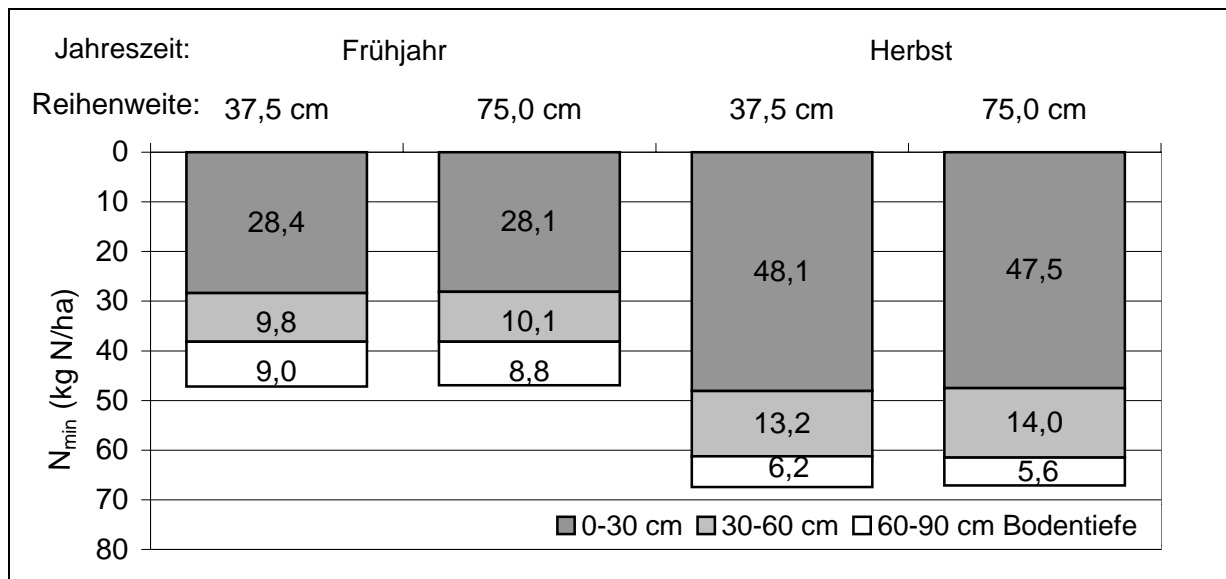
Quelle: modifiziert nach ZSCHEISCHLER (1990)

11 Reihenentfernung

Die Reihenentfernung wird gewöhnlich auf die Spurbreite des Saat- und Pflegeschleppers sowie auf die Erntemaschinen abgestimmt. In der Regel kommen daher Reihenweiten zwischen 62 cm und 75 cm zum Einsatz. Diese Notwendigkeit besteht infolge der am Markt vorhandenen Reihen unabhängiger Erntemaschinen heute nicht mehr. Durch eine deutliche **Verringerung der Reihenweiten** kann über eine günstigere Standraumverteilung ein schnellerer Reihenschluss und Bodenbeschattung erreicht werden. Die bessere Standraumverteilung hat zudem oft höhere Stickstoffentzüge zur Folge. Durch die daraus eventuell resultierenden verringerten N_{\min} -Überhänge im Herbst könnte die Nitratauswaschung über den Winter reduziert werden. Oft wird auch von einer höheren Ertragssicherheit und einer besseren Ausreife bei Engsaat berichtet. So erbrachte unter meistens konventionellen Bedingungen die Aussaat in engeren Reihen Vorteile in der Ertrags- und Qualitätsleistung aber auch im Umweltschutz (z.B. AUFHAMMER & KÜBLER, 1996, 1997; PEYKER, 1996, 2000; SCHMITT & FISCH, 1998; PEYKER & KIRSCHBERGER, 2000; BOESE, 1997, 2000).

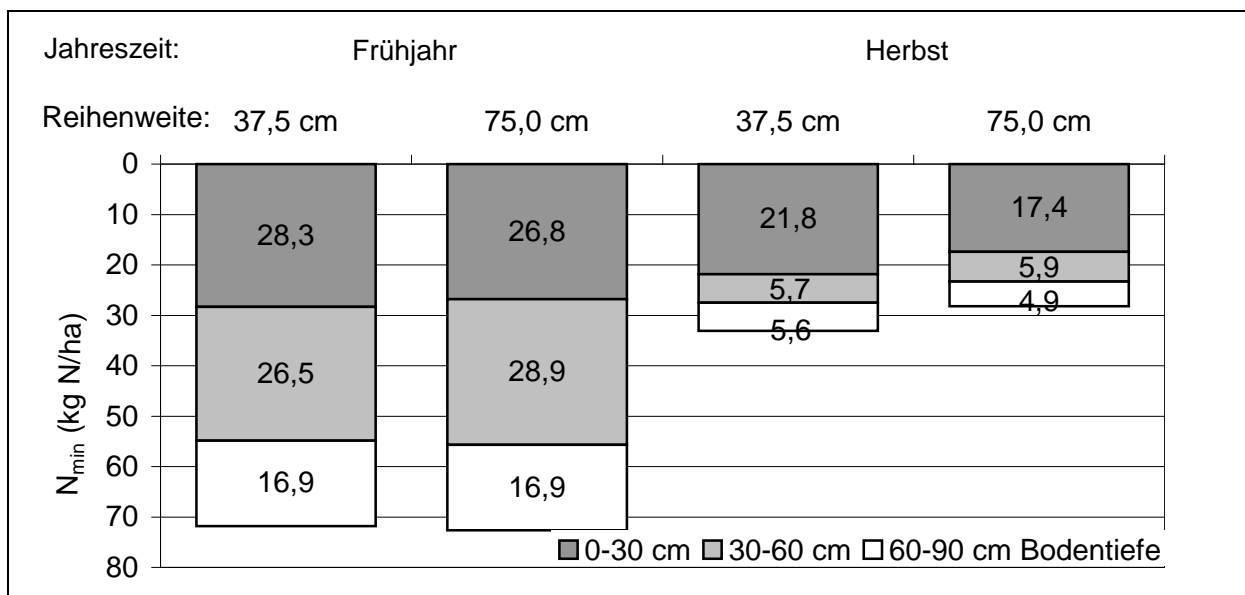
Versuche zur Reihenweite

Diese Ergebnisse konnten unter ökologischen Anbaubedingungen nicht generell bestätigt werden. Auf beiden geprüften Standorten waren im Frühjahr wie auch im Herbst kaum Unterschiede in den verfügbaren Stickstoffgehalten der Böden in Folge der unterschiedlichen Reihenweiten zu verzeichnen (Abb. 5 u. 6).



Quelle: BECKMANN et al. (2002)

Abbildung 5: N_{\min} -Werte im Boden in Abhängigkeit von der Jahreszeit und Reihenweite auf Sandboden (mehrjährige Mittelwerte, Sachsen)



Quelle: BECKMANN et al. (2002)

Abbildung 6: N_{\min} -Werte des Bodens in Abhängigkeit von der Jahreszeit und Reihenweite auf Lößboden (mehrjährige Mittelwerte, Sachsen)

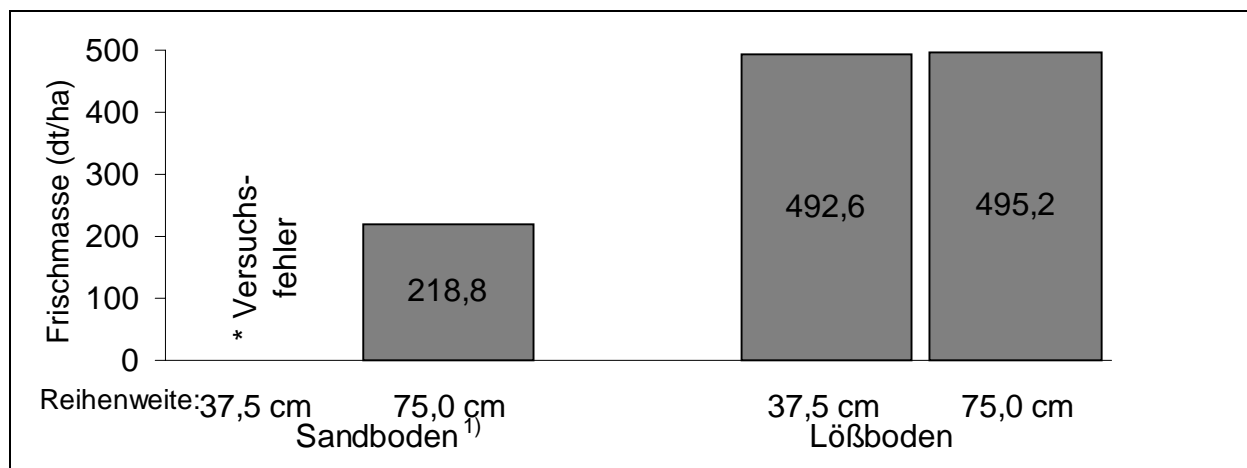
Zudem waren bei der Herbstuntersuchung auf beiden Böden die N_{\min} -Werte bis auf ein Niveau von unter 30 kg N/ha herabgesetzt worden, so dass kaum von einer erhöhten Gefahr der N-Verlagerung und Auswaschung gesprochen werden kann. Es bestanden ebenfalls zwischen den verschiedenen Reihenweiten keine großen Unterschiede in den berechneten Schlagbilanzen für Stickstoff im Durchschnitt der Standorte (Tab. 10).

Tabelle 10: Nährstoffbilanzen für Stickstoff in Abhängigkeit von verschiedenen Reihenweiten im Durchschnitt von zwei Standorten (mehrjährige Mittelwerte, Sachsen)

Reihenweite (Mais)	Zufuhr (kg N/ha) Gesamt-N ¹⁾	Abfuhr (kg N/ha)	Saldo (kg N/ha)	N-Aneignungsvermögen (Zufuhr = 100 %)
37,5 cm	175,9	125,7	50,3	71,5
75,0 cm	177,9	128,9	49,0	72,5

¹⁾ inkl. N-Deposition; Quelle: BECKMANN et al. (2002)

Aus der Abbildung 7 geht hervor, dass an beiden Standorten die Maiserträge nach halbiertem Reihenabstand geringfügig unter denen des herkömmlichen Reihenabstandes lagen. Die verhältnismäßig geringen Erträge am leichten Standort sind auf deutlichen Wassermangel in den Anbaujahren zurückzuführen, was offensichtlich zusätzlich die Frischmasseerträge bei enger Saatreihe reduziert hat. Aus der Tabelle 11 kann entnommen werden, dass bei halbiertem Reihenabstand am leichten Standort tendenziell ein positiver Einfluss und auf schwerem Boden tendenziell ein negativer Einfluss auf die Silomaisqualität bestanden hatte.



¹⁾ Auftreten von Trockenheit; Quelle: BECKMANN et al. (2002)

Abbildung 7: Erträge an Silomais in Abhängigkeit von unterschiedlichen Reihenweiten und Standorten (mehrjährige Mittelwerte, Sachsen)

Tabelle 11: Einfluss der Reihenweite auf die Qualität von Silomais (mehrjährige Mittelwerte, Sachsen)

	Lößboden		Sandboden ¹⁾	
	Reihenweite		Reihenweite	
	37,5 cm	75,0 cm	37,5 cm	75,0 cm
Trockenmasse (%)	37,9	38,5	36,7	35,9
Rohprotein (%)	6,5	6,9	6,2	6,1
Rohfaser (%)	19,1	18,5	22,9	22,3
ELOS (% TS)	74,6	75,1	63,5	64,0
NEL (MJ/ha)	104 411	107 138	-	39 731

¹⁾ Auftreten von Trockenheit; Quelle: BECKMANN et al. (2002)

Als Fazit kann festgehalten werden, dass unter ökologischen Anbaubedingungen keine großen Unterschiede zwischen verschiedenen Reihenweiten auf die Silomais-erträge und –qualität festzustellen sind. Auf leichten Böden scheinen engere Reihenweiten und auf schweren Böden weitere Reihenweiten etwas günstiger abzuschneiden. Das trifft anscheinend besonders beim Anbau von kolbenbetonten Sorten mit aufrechter Blattstellung zu.

12 Unkrautregulierung

Große Bedeutung hat im Maisanbau die vorbeugende Beikrautregulierung durch die Fruchtfolgegestaltung und den Aussattermin (siehe Kap. 5 u. 9). Die direkte Unkrautbekämpfung ist durch den späten Bestandesschluss im ökologischen Landbau aufwendiger durchzuführen als unter konventionellen Bedingungen. Die Maispflanzen sind in der Phase zwischen dem 2. und 10. Blatt (10 – 40 cm Wuchshöhe) sehr empfindlich gegen Konkurrenz durch Unkräuter.

Längs, aber auch quer zur Reihe kommt der Striegel mehrmals zum Einsatz (Abb. 8): 10 Tage und direkt vor der Aussaat, eine Woche danach vor dem Auflaufen sowie im 3- bis 4-Blattstadium, wobei auf eine genaue Einhaltung der Striegeltermine zu achten ist. Das richtige Unkrautstadium ist ausschlaggebend für den Erfolg. Oft sind noch keine Keimblätter der Unkräuter zu sehen, die Keimfäden sind aber schon vorhanden. In diesem Stadium sollten die Unkräuter durch Freilegung der Keimfäden erfasst werden, damit sie an der Bodenoberfläche vertrocknen. Nach dem Spitzen des Maises ist er bis zum 4-Blattstadium sehr empfindlich (Abbrechen des Sprosses verursacht durch hohen Gewebedruck). In diesem Stadium sollte entweder mit geringerem Zinkendruck oder gar nicht gestriegelt werden.

Mit einer Reihenhacke kann ab etwa 10 – 15 cm Wuchshöhe des Maises, und danach solange wie der Rahmen des Hackgerätes es zulässt, gearbeitet werden. Zweckmäßig sind Schar-, Stern- und Rollhacken. Bei Einsatz des Striegels sollte der

anschließende 1. Hacktermin ab dem 4-Blattstadium, der 2. Hacktermin ab dem 6-Blattstadium und bei 40 cm Wuchshöhe der 3. Hacktermin stattfinden. Ab dieser Wuchshöhe des Mais sollte durch Einsatz der Rollhacke angehäufelt werden, wodurch Unkräuter in der Reihe durch Verschütten nochmals erfasst werden können.

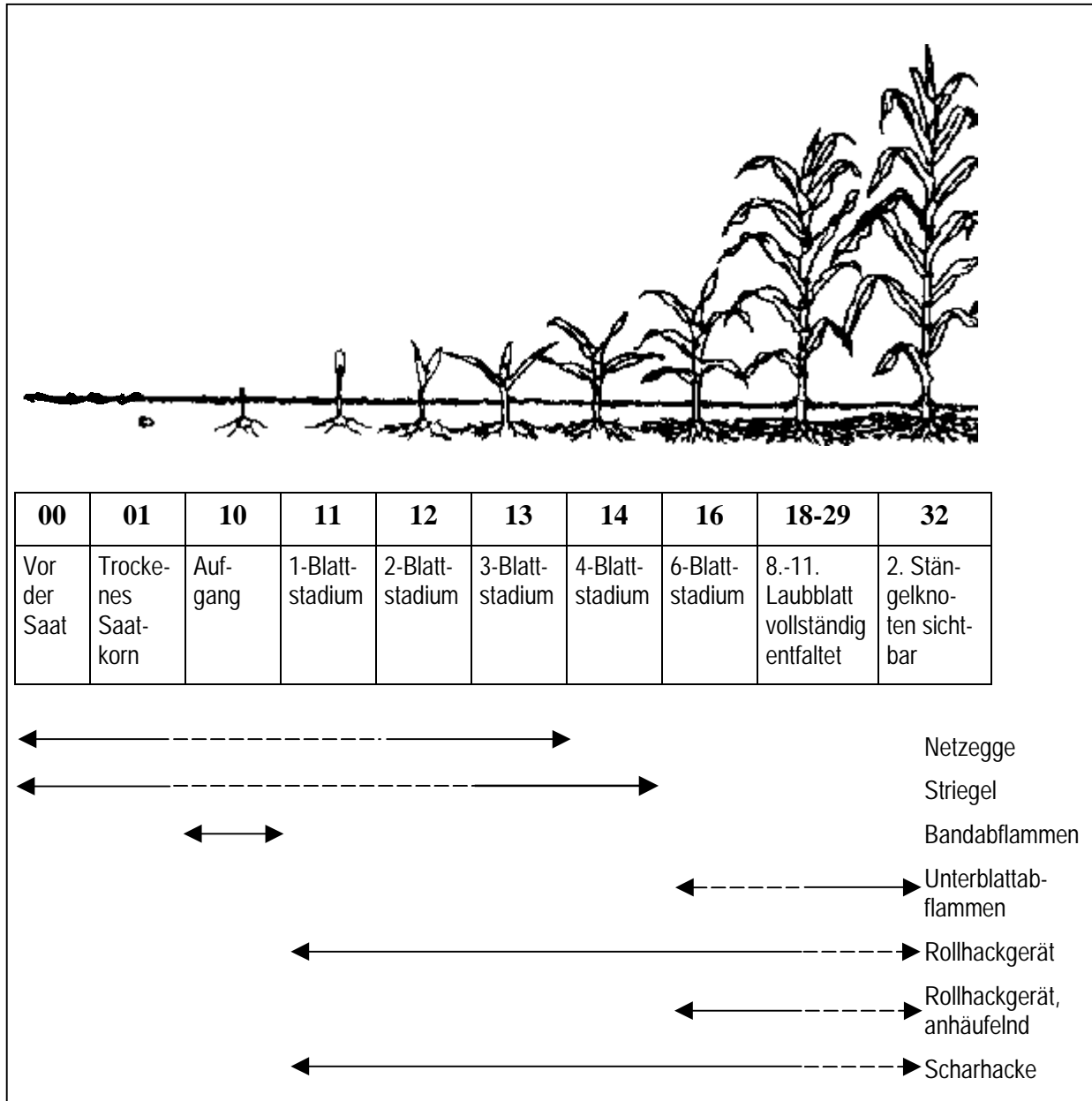


Abbildung 8: Einsatz mechanischer und thermischer Unkrautregulierungsverfahren zu Mais

13 Krankheiten und Schädlinge

Tabelle 12 gibt einen Überblick über die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge sowie über Gegenmaßnahmen im Maisanbau.

Tabelle 12: Krankheiten und Schädlinge von Mais sowie Gegenmaßnahmen

	Schaderreger	Schadbild/Verbreitung	Gegenmaßnahmen
Pilzliche Erkrankungen	Auflaufkrankheiten: (<i>Fusarien</i> -, <i>Pythium</i> - u. <i>Rhizoctonia</i> - Arten)	Eine Vielzahl verschiedener Bodenpilze können bei ungünstigen Keimbedingungen und bei Verwendung von qualitativ schlechtem Saatgut zu einem verzögerten und lückenhaften Aufgang der Bestände führen. Die Keimpflanzen sterben oftmals nach Bildung von Nekrosenflecken ab oder entwickeln sich zu kümmerpflanzen ohne Ertragsleistung.	<ul style="list-style-type: none"> - Verwendung von zertifiziertem Saatgut - weite Fruchtfolge - optimale Keim- und Auf- laufbedingungen, wie zum Beispiel keine zu frühe Aussaart, gut strukturiertes Saatbett, ausreichende Düngung
	Maisbeulenbrand (<i>Ustilago maydis</i>)	Von den Symptomen her ist es die auffälligste Pilzkrankheit in der Maiskultur, die in Sachsen örtlich an Bedeutung gewinnt. Auf den Blättern bilden sich perlenschnurartige Beulen in unterschiedlicher Größe, meistens auf der Mittelader. Es wird nur teilungsfähiges Gewebe befallen, wie weiterhin die männlichen und weiblichen Blütenstände. Die Beulen sind anfangs von einem weiß-silbrigen Häutchen umgeben, welches später aufreißt. Die schwarzen Brandsporen können bis zu 10 Jahre keimfähig bleiben. Pflanzenverletzungen, wie durch die Fritfliege, Hagel, Sturm sowie plötzlicher Wachstumsschub und geschwächte Pflanzen begünstigen die Infektion. Beachtung der Hinweise für die Verfütterung mit Maisbeulenbrand befallenen Mais!	<ul style="list-style-type: none"> - Anbaupause (mind. 3 Jahre) - Sortenwahl - Vermeidung von mechanischen Verletzungen und Einstichen von Insekten - optimale Kulturführung, Verbesserung der Vitalität der Pflanzen
	Maiskopfbrand (<i>Sphacelotheca reiliana</i>)	Im Gegensatz zum Maisbeulenbrand werden bei Maiskopfbrand nur die generativen Organe befallen. Die männlichen und weiblichen Blütenstände werden ganz oder teilweise in Brandsporenmassen verwandelt, die zunächst von einem zarten, schnell aufreißenden Häutchen umgeben sind. Anders als beim Maisbeulenbrand sind zwischen den Sporenmassen noch die Gefäßstränge der Pflanzen zu finden. An einer Pflanze können sowohl beide Blütenstände als auch nur die weiblichen oder nur die männlichen befallen werden. Befallene Pflanzen bleiben länger grün. In Sachsen hat der Maiskopfbrand noch keine Bedeutung.	<ul style="list-style-type: none"> - gesundes Saatgut - Sortenresistenz beachten
	Wurzel- und Stängelfäule (<i>Fusarium</i> - Arten)	Eine Infektion kann durch Boden, Saatgut und über die überwinterten Pflanzenreste erfolgen. In Sachsen gewinnt diese Krankheit an wirtschaftlicher Bedeutung. Die Symptome sind Bräunung, Zersetzung des Markgewebes im unteren Stängelbereich, braunschwarze Verfärbung der Wurzeln, die äußerste Rindenschicht der Wurzeln verfault und löst sich ab bis zur Verrottung der Stützwurzeln. Notreife führt zur direkten Ertragsminderung. Die Herabsetzung der Stängelfestigkeit führt zum Stängelbruch und fördert die Kolbenfäule. Bei der Vorfrucht Mais sind die Stoppeln auf der Oberfläche die Hauptinfektionsquelle für die Ährenfusarien im nachfolgenden Getreide.	<ul style="list-style-type: none"> - Sorten- und Standortwahl, Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit - Fruchtfolgeregeln beachten - Nutzung der unterschiedlichen Standfestigkeit der Sorten - optimale Standweite

Tabelle 12: Fortsetzung

Tierische Schaderreger	Fritfliege (<i>Oscinella frit</i>)	Stärkere Schäden treten vor allem bei anhaltender kühler Witterung und späteren Saaten auf. Die Fliegen der ersten Generation legen ihre Eier an den Blättern bis zum dritten Laubblatt der auflaufenden Maispflanzen ab. Ab Erscheinen des vierten Laubblattes wird der Mais gemieden. Die schlüpfenden Maden verursachen durch Fraßtätigkeit das Verkrüppeln der Pflanzen bzw. eine verstärkte Seitentriebbildung (Bestockung) mit mangelnder Kolbenbildung. In Sachsen wurde eine leichte Zunahme mit dem Befall der Fritfliege beobachtet.	- frühzeitige Aussaat
	Maiszünsler (<i>Ostrinia nubilalis</i>)	Ein Befall ist sehr gut in den Beständen durch abgeknickte und eingetrocknete Fahnen sichtbar. Bei Kontrollen der Pflanzenstängel, insbesondere der Blattachseln, sieht man Einbohrlöcher mit Raupenkot und Fraßmehl. Beim Aufschneiden der Stängel sind Fraßgänge zu erkennen und man findet die Raupen des Zünslers, die graubraun bis rötlich gefärbt sind, einen schwarzen Kopf und ein bräunliches Nackenschild haben. Verstärkt wurden in letzter Zeit auch Fraßgänge im Kolben festgestellt meist in Verbindung mit einer Verpilzung der Kolben. Die Larve des Zünslers kann in den Kolben sowohl über die Spindel als auch von außen über die Lieschen eindringen. Im Raum Sachsen wird eine stetig zunehmende Bedeutung des Maiszünslers festgestellt.	<ul style="list-style-type: none"> - Anbaupause einhalten - durch ackerbauliche Maßnahmen wirksame Eindämmung möglich - zeitiger und tiefer Schnitt garantiert die Erfassung eines großen Teils der Raupen, die im Stängel überwintern - Häckseln des Stroh und tiefes, sauberes Unterpflügen der Stoppelreste - biologische Bekämpfung mit Trichogramma-Schlupfwespen und dem <i>Bacillus thuringiensis</i>-Präparat Dipel ES möglich - über Warndienst Bekanntgabe der Bekämpfungszeitpunkte
	Drahtwurm (Larven der <i>Agriotes</i> -Arten)	Die Schäden werden nur durch die Larven des Schnellkäfers verursacht. Im Mais ist er besonders nach mehrjährigem Futterbau von größerer Bedeutung. Besonders die unterirdischen Pflanzenteile werden angefressen, was zur Welke, vermehrter Seitentriebbildung, Verkümmern bis zum Absterben der Maispflanzen führen kann. Typisch sind die pinselartigen zerfransten Fraßstellen, die beim Herausziehen der befallenen Pflanzen zu erkennen sind. Die Entwicklungsdauer der Larven beträgt 3 bis 5 Jahre. Im ersten Jahr sind sie auf organische Substanz im Boden angewiesen. Deshalb werden Grünland, mehrjährige Futterpflanzenschläge oder stark humose Böden zur Eiablage bevorzugt. Die Entwicklungszeit bedingt, dass unter Umständen erst 1 bis 2 Jahre danach die größte Schädigung erreicht wird.	- bei starkem Auftreten Vermeidung des Anbaus nach mehrjährigem Futterbau oder Grünlandumbruch

Tabelle 12: Fortsetzung

Tierische Schaderreger	Eulenraupen (Larven der Schmetterlingsfamilie <i>Noctuidae</i> , Wintersaat- und Ypsilon-Eule)	Die Schmetterlinge legen ihre Eier im Juni an den Wirtspflanzen und an Unkräutern ab. Der erste Larvenfraß erfolgt an oberirdischen Pflanzenteilen, wie zum Beispiel Lochfraß an den Blättern. Nach mehreren Häutungen werden die unbehaarten, graubraunen Larven lichtscheu und wandern in den Boden ab und greifen nun als Erdraupen die Pflanzen an den Wurzeln und den Stängeln an. Ein typisches Merkmal ist später das Umbrechen der Maispflanzen mit ausgehöhltem Stängelgrund. Die Überwinterung erfolgt als Raupe im Boden. Im Folgefrühjahr schädigen die Raupen vor ihrer Verpuppung die Pflanze nicht mehr.	<ul style="list-style-type: none"> - Unkrautbekämpfung - Bodenbearbeitung mit rotierenden Werkzeugen
	Vögel (Krähen u.a.)	Saatgutfraß, Keimlingsschäden	<ul style="list-style-type: none"> - Ablagetiefe erhöhen - zugelassene Vergällungsmittel zur Saatgutinkrustierung - Saatgutfärbung - Aufstellen von Vogelscheuchen

Quelle: HERRMANN & PLAKOLM (1991); PÖLITZ (2002)

14 Ernte

Das Maiswachstum besteht in der Reifephase überwiegend aus einem Anstieg der Trockenmasse. Allein in der Milch- und Teigreife werden bis zu 85 % der Korn-TM ausgebildet. An der Maispflanze ist das Stadium der Teigreife an den vertrockneten Lieschblättern zu identifizieren. Das Korn ist dann kaum mehr mit dem Fingernagel einzudrücken. Der Erntezeitpunkt für Silomais und gleichzeitig der Höchstertrag ist erreicht, wenn die Trockenmassegehalte der Gesamtpflanze zwischen 30 % und 35 % liegen (Tab. 13). Bei Silomais wächst mit zunehmender Reife auch die Verdaulichkeit und mit zunehmender Körnerausbildung nimmt die Energiedichte (Nähstoffkonzentration) deutlich zu. Die verdauliche Energie kann bei einem guten Silomais zu etwa 60 – 65 % allein aus den Kolben geliefert werden (vgl. WEIßBACH & AUERBACH, 1999; EDER & KRÜTZFELD, 2000).

Tabelle 13: Zusammensetzung von Mais bei unterschiedlichem Erntezeitpunkt (TM = Trockenmasse; konventionelle Ergebnisse)

Erntezeitpunkt:	„früh“	„mittel“	„spät“
TM-Gehalte Maissilagen (%):	23 – 26	27 – 32	34 – 41
Kolbenanteil (% TM)	37,0	55,7	58,7
TM des Kolbens	33,1	45,7	52,4
Inhaltsstoffe des Kolbens (% TM):			
Rohasche	2,0	1,5	1,4
Rohprotein	9,3	9,2	8,9
Rohfett	2,4	3,5	3,6
Rohfaser	13,5	7,9	8,4
N-freie Extraktstoffe	72,9	77,9	77,8
Stärke	45,4	57,1	57,2
TM der Restpflanze (%)	20,1	20,7	25,1
Inhaltsstoffe der Restpflanze (% TM):			
Rohasche	6,2	6,4	7,0
Rohprotein	8,2	7,2	6,2
Rohfett	1,3	1,4	1,0
Rohfaser	26,9	29,3	32,1
N-freie Extraktstoffe	57,5	57,1	53,8
Stärke	0,04	0,27	0,25

Quelle: PEX et al. (1996)

Körnermais hat die physiologische Reife bei einem TM-Gehalt der Körner von etwa 60 % erreicht. Zu diesem Zeitpunkt ist die Nährstoffeinlagerung abgeschlossen. Körnermais verträgt keinen Frost im Herbst vor Erreichen eines TM-Gehaltes der Körner von 50 – 55 %. In diesen Fällen ist nur noch eine Nutzung als Corn-Cob-Mix (CCM), Lieschkolbenschrot (LKS) oder Silomais möglich.

15 Wirtschaftlichkeit des Anbaus

In den Tabellen 14 – 16 sind betriebswirtschaftliche Kalkulationswerte bzw. -beispiele für die Silo- und Körnermaisproduktion aufgeführt worden (ARP, 2002). In der Silomaiszerzeugung beträgt der Arbeitszeitbedarf zwischen 15 – 25 AKh, vor allem in Abhängigkeit von den Arbeitsgängen für Pflege. Die Gesamtkosten nach Anrechnung der Prämien betragen knapp 1.300,- EUR/ha, so dass die Kosten bei 400 dt/ha Frischmasse und 6,6 MJ NEL/kg TM, je 10 MJ NEL um 0,18 EUR/10MJ NEL anzusetzen sind (Tab. 14, 15).

In der Körnermaiszerzeugung müssen 5 - 10 AKh angesetzt werden. Die direktkostenfreie Leistung liegt bei einem Marktwareertrag von ca. 40 dt/ha um 1.000,- EUR/ha, der Gewinn bei ca. 200,- EUR/ha (Tab. 14, 16).

Tabelle 14: Arbeitszeitbedarf und ausgewählte Kosten für die Silo- und Körnermaisproduktion im ökologischen Landbau

ARBEITSZEITBEDARF				
	Silomais		Körnermais	
insgesamt (bei Lohnernte)	15 bis 25 AKh/ha		5 bis 10 AKh/ha	
	Anzahl AG/ha	AKh/AG	Anzahl AG/ha	AKh/AG
dav. Stallmist	1	4 – 6	1	4 – 6
dav. Striegeln	2 – 5	0,3 – 0,6	2 – 5	0,3 – 0,6
dav. Hacken mechan.	1 – 3	0,4 – 0,8	1 – 3	0,4 – 0,8
dav. Silierung	1	6 – 10		
Ernte eigen	1	1,0 – 1,5	1	0,8 – 1,2
AUSGEWÄHLTE KOSTEN				
	Silomais EUR/ha		Körnermais EUR/ha	
Saatgut	175,- bis 185,-		175,- bis 185,-	
Düngung (Kalkung alle 3 Jahre)	25,- bis 30,-		25,- bis 30,-	
Lohnarb./Maschinenmiete Ernte	110,- bis 140,-		100,- bis 120,-	
Trocknung			120,- bis 160,-	
Silofolie	10,- bis 15,-			

Quelle: ARP (2002)

Tabelle 15: Betriebswirtschaftliche Kalkulationsbeispiele für Silomaisproduktion im ökologischen Landbau

Silomais					
	Einheit	Ernte im Lohn		Ernte eigenmechanisiert	
		je ha	je dt	je ha	je dt
Bruttoertrag	dt FM	400		400	
Energiegehalt	MJNEL/kg TS	6,6		6,6	
Öffentliche Direktzahlungen (Prämien)	EUR	622,-		622,-	
Festmist	dt	300		300	
Arbeitszeitbedarf	AKh	23,0		24,7	
Leistungen					
Nettoertrag	dt FM	352		352	
Energie	MJNEL	69.696		69.696	
Direktkosten					
Saatgut	EUR	178,-		178,-	
Düngemittel (organisch)	EUR	244,-		244,-	
Silofolie	EUR	10,-		10,-	
sonstige Direktkosten	EUR	16,-		16,-	
Summe Direktkosten	EUR	448,-		448,-	
Direktkostenfreie Leistung	EUR	- 448,-	- 1,27	- 448,-	- 1,27
Arbeitserledigungskosten					
Personalaufwand	EUR	266,-		283,-	
Lohnarbeit/Maschinenmiete/Leasing	EUR	165,-		40,-	
Maschinenkosten	EUR	571,-		696,-	
sonstige Arbeitserledigungskosten	EUR	65,-		64,-	
Summe Arbeitserledigungskosten	EUR	1.067,-	3,03	1.083,-	3,08
Summe Gebäudekosten	EUR	160,-	0,45	160,-	0,45
Summe Flächenkosten	EUR	164,-	0,47	164,-	0,47
Summe sonstige Kosten	EUR	53,-	0,15	53,-	0,15
Gesamtkosten (ohne Prämien)	EUR	1.891,-	5,37	1.907,-	5,42
Gesamtkosten (nach Prämien)	EUR	1.269,-	3,60	1.285,-	3,65
Gesamtkosten – Futtermittel					
ohne Prämie	EUR/10MJNEL	0,27		0,27	
nach Prämie	EUR/10MJNEL	0,18		0,18	

Quelle: ARP (2002)

Tabelle 16: Betriebswirtschaftliche Kalkulationsbeispiele für Körnermaiserzeugung im ökologischen Landbau

Körnermais					
	Einheit	Ernte im Lohn			
		je ha	je dt	je ha	je dt
Bruttoertrag	dt	60		50	
Marktware	dt	45		38	
Festmist	dt	300		300	
Arbeitszeitbedarf	AKh	10,9		10,8	
Leistungen					
Verkauf Produkt	EUR	1.035,-		874,-	
Öffentliche Direktzahlungen	EUR	622,-		622,-	
Summe Leistungen	EUR	1.657,-	36,82	1.496,-	39,37
Direktkosten					
Saatgut	EUR	178,-		178,-	
Düngemittel (organisch)	EUR	244,-		244,-	
Trocknung	EUR	137,-		115,-	
sonstige Direktkosten	EUR	20,-		19,-	
Summe Direktkosten	EUR	579,-	12,86	556,-	14,64
Direktkostenfreie Leistung	EUR	1.078,-	23,96	940,-	24,73
Arbeitserledigungskosten					
Personalaufwand	EUR	234,-		233,-	
Lohnarbeit/Maschinenmiete/Leasing	EUR	152,-		152,-	
Maschinenkosten	EUR	257,-		256,-	
sonstige Arbeitserledigungskosten	EUR	8,-		8,-	
Summe Arbeitserledigungskosten	EUR	651,-	14,48	649,-	17,07
Summe Gebäudekosten	EUR	0,-	0,00	0,-	0,00
Summe Flächenkosten	EUR	164,-	3,63	164,-	4,30
Summe sonstige Kosten	EUR	53,-	1,17	53,-	1,22
Gesamtkosten	EUR	1.446,-	32,14	1.421,-	37,78
Gewinn des Betriebszweiges	EUR	258,-	4,68	122,-	1,58
Gewinn des Betriebszweiges (mit Zinsen bzw. Zinsansatz)	EUR	211,-	5,73	75,-	4,00
Gewinn des Betriebszweiges (mit Zinsen nach Lohnansatz)	EUR	211,-	5,73	75,-	4,00

Quelle: ARP (2002)

16 Anbautelegramm

- Die hohe Energiekonzentration von Mais wird von keiner anderen Futterpflanze erreicht.
- Mais ist eine wichtige Komponente bei der Rationsgestaltung in der Rindviehfütterung.
- Ansprüche an Klima und Witterung:
 - aufgrund geringer Kälteverträglichkeit hohe Ansprüche
 - in der Auflauf- und frühen Jugendphase und im Herbst gering kälteverträglich
 - von Mai bis September Durchschnittstemperaturen von min. 13,5 °C
 - gute Niederschlagsverteilung kurz vor und nach der Blüte
- Boden:
 - Ansprüche an Bodenart- und Bodentyp sind gering
- Fruchtfolgestellung:
 - möglichst nach Klee gras, zumindest aber nach einer Leguminosenzwischenfrucht
 - nach Hackfrüchten oder Getreide, wenn organische Düngung erfolgt
 - Fruchtfolgeanteil höchstens 20 %
- Nährstoffansprüche und Düngung:
 - gute Vorfrucht (Klee gras, Leguminosenzwischenfrucht)
 - Nährstoffentzüge bei 100 dt Grünmasse: 30 kg N/ha, 7 kg P/ha, 37 kg K/ha
 - bedarfsgerechte Düngung mit 200 – 300 dt/ha Stallmist oder 30 – 60 m³/ha Gülle vor der Saatzfurche, 20 – 30 m³/ha Gülle direkt vor der Saat beziehungsweise im 2- 8-Blatt-Stadium
 - direkte Dungeinarbeitung (Hackstriegel, Schleppschlauch, Injektion)
- Bodenbearbeitung und Saatzbettbereitung:
 - in der Regel eine Pflugfurche im Herbst, auf leichten Böden unter Umständen Frühjahrsfurche
 - 10 Tage vor der Aussaat Saatzbettbereitung, 3 - 6 cm lockere, grob- bis mittelgrobe Krümel schicht über dem Ablagehorizont
- Sorte:
 - konkurrenzstark, massewüchsig mit frühem Reihenschluss und intensiver Beschattung
- Saatzzeitpunkt:
 - ortsübliche Früh saatz (Ertrags- und Qualitätsvorteile)
 - Spät saatz (besseres Auflaufen des ungebeizten Saatzgutes, Konkurrenzvorteil gegenüber Unkräutern)

- Bestandesdichte:
 - um so höher, je frühreifer die Sorte ist
 - um so weniger, je geringer die Niederschläge zur Zeit der Blüte sind und je leichter der Boden ist

- Reihenentfernung:
 - gewöhnliche Reihenweiten zwischen 62,0 cm und 75,0 cm
 - durch Verringerung der Reihenentfernung günstigere Standraumverteilung, dadurch schnellerer Reihenschluss und Bodenbeschattung möglich

- Vorbeugende Unkrautregulierung:
 - Indirekte Unkrautregulierung durch Fruchtfolgegestaltung und Aussattermin

- Direkte Unkrautregulierung:
 - Striegel: 10 Tage und direkt vor Saat, 1 Woche nach Saat, vor Auflauf, 3-4-Blatt-Stadium
 - Hacke: ab etwa 10 – 15 cm Wuchshöhe, 1. Termin ab dem 4-Blattstadium, 2. Termin ab dem 6-Blattstadium und bei 40 cm Wuchshöhe der 3. Hacktermin
 - ab 40 cm Wuchshöhe Anhäufeln (verschüttet Unkräuter in der Reihe)
 - Abflammen

- Ernte:
 - Silomais: optimale Energiedichte bei 30 – 35 % TM-Gehalt der Gesamtpflanze
 - Körnermais: optimale Energiedichte bei 60 % TM-Gehalt der Körner.

17 Literaturübersicht

- Amberger, A. (1991): Strategien zur Gülleanwendung in ökologischer und ökonomischer Hinsicht. VDLUFA-Schriftenreihe 33, 105-110
- Arp, B. (2002): Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Ländlicher Raum, Betriebswirtschaft und Landtechnik, Böhlitz-Ehrenberg
- Aufhammer, W., E. Kübler & H.-P. Kaul (1996): Untersuchungen zur Anpassung des N-Angebotes aus unterschiedlichen Quellen an den Verlauf der Trockenmasseproduktion und der N-Aufnahme von Maisbeständen. Z. Pflanzenernährung Bodenkunde 159 (5), 471-478
- Aufhammer, W. & E. Kübler (1997): Einfluss von Reihenweite und Untersaat auf den Silomaisertrag und den N-min-Gehalt im Boden nach der Ernte. Die Bodenkultur 48 (3), 151-158
- Aufhammer, W. & E. Kübler (1996): Umweltfreundlicher Maisanbau II. Schwäbischer Bauer 14, 16-18
- Beckmann, U., H. Kolbe, A. Model & R. Russow (2002): Ackerbausysteme im ökologischen Landbau. Untersuchungen zur N_{min} -, N_2O -N- und NH_3 -N-Dynamik sowie Rückschlüsse zur Anbau-Optimierung. Initiativen zum Umweltschutz 35, Erich Schmidt Verlag, Berlin

- Berendonk, C. (1998): Maisanbau im ökologischen Landbau. *mais (Schweiz)* 26 (4), 144-146
- Berger, J. & U. Schuhmacher (1991): Mechanische und thermische Unkrautregulierung im Mais. *bio-land* 4, 14-15
- Boese, I. (1997): Mais in engeren Reihen ablegen? *top agrar Spezial* 3, 26-29
- Debruck, J. (2001): Mechanischer Pflanzenschutz will gekonnt sein. Hacke und Striegel gehören zur Grundausrüstung. *mais* 29, 95-97
- DMK (2001): Mais. Seine Rolle im Ökologischen Landbau. Deutsches Maiskomitee, Bonn
- Dosch, P. & R. Gutser (1993): Strategien zur Optimierung der N-Wirkung von Gülle. *VDLUFA-Schriftenreihe* 37, 121-124
- Eder, J. & B. Krützfeld (2000): Einfluss des Reifestadiums auf Ertrag und Qualitätsmerkmale von Silomais. *Pflanzenbauwissenschaften* 4 (2), 65-71
- Fiedler, A. & B. Elers (1997): Wie Kleeegrasmischungen den nachfolgenden Winterweizen beeinflussen. *Ökologie & Landbau* 102, 38-40
- Fischer, v., D. (1993): Güllegaben heben den Ertrag und senken die Kosten. *Bauernzeitung*, 9, 24-26
- Gebauer, W. G. & H. Schaaf (1993): Ergebnisse kombinierter organischer Düngung und mineralischer N-Düngung zu Silomais. *VDLUFA-Schriftenreihe* 37, Kongreßbd., 153-157
- Gottschaller, N. (1991): Maisanbau im ökologischen Landbau. Fachgruppe f. Technik im Ökologischen Landbau, Merkblatt 9.1
- Hänsel, M. & M. Delling (2001): Sortenempfehlungen Ökologischer Landbau: Silomais 2001. Faltblatt, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden
- Hänsel, M. (1999): Öko-Mais - Hinweise zur mechanischen Unkrautbekämpfung. *Gäa-Journal* 2, 20-22
- Herrmann, G. & G. Plakolm (1991): Ökologischer Landbau - Grundwissen für die Praxis. Verlagsunion Agrar, Wien
- Hertwig, F., J. Pickert & R. Schuppenies (2001): Sicherung eines hohen Ertrages und Futtermwertes in der Silomaisproduktion. *Arch. Acker- Pflanzenb. Boden.* 46, 41-52
- Heyland, K. U. & A. Werner (1988): Ertragsbildung und Veränderung von Systemzuständen in Mischkulturen sowie deren mathematische Beschreibung am Beispiel von Beständen aus Mais und Beipflanzen. *Bodenkultur* 39 (3), 233-250
- Hochmann, J. (1999): Ökologischer Landbau 1998. Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein - BBZ Futterkamp (Febr.), 4-80
- Huntgeburth, A. (1999): Keine Tabupflanze für den Ökolandbau. *bio-land* 4, 26-27
- Kolbe, H. (2001): Anleitung zur P-, K-, Mg- und Kalkdüngung im Ökologischen Landbau. Faltblatt, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden
- Kreuz, E. (1966): Untersuchungen über den Mischanbau von Silomais mit Leguminosen auf trockenem Standort. *Wiss. Zeitschr. der Karl-Marx-Universität, Leipzig* 1, 47-56
- Lohse, A. (2000): Einfluß von Sattermin und Gülledüngung auf Maisertrag und Qualität im Ökologischen Landbau. Diplomarbeit, HTW, Fachbereich Landbau, Landespflege, Studiengang Landwirtschaft, Dresden
- Lorenz, F., G. Steffens & H. Vetter (1991): Der Einfluss gestaffelter Schweinegüllegaben und verschiedener Ausbringungszeitpunkte auf Ertrag und Rest-N-Gehalte im Boden. *VDLUFA-Schriftenreihe* 33, Kongreßbd., 111-116
- Maidl, F. X. (1990): Pflanzenbauliche Aspekte einer verbesserten Stickstoffverwertung bei Mais. *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.* 3, 217-220

- Maidl, F. X. (1990): Stickstoffverwertung bei Mais. *Mais* 18 (3), 22-24
- Manusch, P. & E. Pieringer (1991): Schonende Futterbergung. Gerätebewertung aus der Sicht des ökologischen Landbaus. Fachgruppe f. Technik im Ökologischen Landbau, Merkblatt 10.1.
- Meisser, M. (2000): Ursachen von Nährwertschwankungen in Silomais. *Agrarforschung* 7 (8), 366-371
- Model, A., U. Beckmann, H. Kolbe & R. Russow (1999): Optimierung ökologischer Anbausysteme unter Berücksichtigung gasförmiger N-Emissionen. *VDLUFA-Schriftenreihe* 52, Kongreßbd., 545-548
- Niemann, P. & A. Verschele (1994): Mit Reihendüngung weniger Unkraut. *DLG-Mitteilungen* 4, 24-25
- Olschewski, H., K. Stitz & G. Riehl (1996): Zur Anbauwürdigkeit von Rotklee gras. *Infodienst d. Sächs. Agrarverwaltung* 2, 81-90
- Peretzki, F. (1995): Gülle zwischen die Reihen. *Bay. Landw. Wochenblatt* 12, 34
- Pex, E. J., F. J. Schwarz & M. Kirchgeßner (1996): Zum Einfluss des Erntezeitpunkts von Silomais auf Verdaulichkeit und Energiegehalt von Maissilagen bei Rind und Schaf. *Das Wirtschaftseigene Futter* 42 (1), 83-96
- Peyker, W. (1996): Enge Reihen, mehr Ertrag. *DLG-Mitteilungen* 4, 80-81
- Peyker, W. (1997): Mais, Feldversuchsbericht. *TLL, Thüringen*, 71-73
- Peyker, W. (2000): Mais mit verringertem Reihenabstand anbauen? *top agrar spezial* 2, 18-20
- Peyker, W. & M. Kerschberger (2000): Plus bei engeren Reihenweiten. *Bauernzeitung* 11, 42-43
- Pölit, B. (2002): Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft. Fachbereich Integrierter Pflanzenschutz, Dresden
- Primost, E. (1964): Ertrag und Qualität von Silomais in Abhängigkeit von der Stickstoffdüngung und der Witterung. *Das Wirtschaftseigene Futter* 10, 10-22
- Reinhardt, W. et al. (2001): Maisproduktion, überarbeitete komplexe Beratungsunterlage. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden
- Rieß, F. (1993): Untersuchungen zur Nitratauswaschungen nach mineralischer und organischer Düngung von Acker- und Grünland mittels der Saugkerzenmethode. *Dissertation, Weihenstephan*
- Schmitt, K. O. & R. Fisch (1998): Silomaisanbau anders – aber besser! *Anbaupraxis.*, 6-8
- Schneider J. & G. Alvermann (1998): Futterbau: Mais, GPS und Leguminosen-Getreidemischbau. *SÖL-Berater-Rundbr.* 1
- Schubiger, F. X. & J. Lehmann (1994): Futterwert unterschiedlich genutzter Klee-Gras-Gemenge. *Agrarforschung* 1 (4), 167-170
- Steinhöfel, O. (1999): Schnittzeitpunktprognose für Grasaufwüchse. *Infodienst d. Sächs. Agrarverwaltung* 5, 95-102
- Steinhöfel, O. & I. Lippmann (2000): Futterrationsbeispiele für Ökobetriebe. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden
- Sticksel, E., F. X. Maidl & R. Valta (1999): Gülleverwertung im Maisanbau - 2. Mitteilung. *Pflanzenbauwissenschaften* 1, 16-20
- Thomsen, T. & J. Thaysen (1999): Klee gras blanksaaten. *BBZ Futterkamp aktuell (Febr.) Ökologischer Landbau* 1998, 68-72

Walther, U. (1995): Stickstoffdüngung zu Mais - zur Saat oder später? Agrarforschung 2 (4), 129-132

Weißbach, F. & H. Auerbach (2000): Wann ist der Mais siloreif? Mais 27 (2), 72-77

Zscheischler, J., M. C. Estler, W. Staudacher, F. Groß, G. Burgstaller, H. Streyl & T. Rechmann (1990): Handbuch Mais – Umweltgerechter Anbau – Wirtschaftliche Verwertung. DLG-Verlag, Frankfurt a. M.