

## Mais/*Zea mays*

Familie: Poaceae (Süßgräser)

Der aus Südamerika stammende Mais zählt weltweit zu den wichtigsten Kulturpflanzen. Dementsprechend wurde und wird er stark züchterisch bearbeitet, um den unterschiedlichen Anforderungen gerecht zu werden. Mais zählt zu den effizienten C<sub>4</sub>-Pflanzen. Biochemische und anatomische Eigenschaften bewirken bei C<sub>4</sub>-Pflanzen eine besonders leistungsfähige CO<sub>2</sub>-Assimilation, eine höhere Ausnutzung der Lichtenergie und dadurch eine höhere potentielle Photosyntheseleistung im Vergleich zu europäischen Gräsern (C<sub>3</sub>-Pflanzen). Bei hohen Temperaturen und ausreichender Wasserversorgung sind C<sub>4</sub>-Pflanzen daher sehr leistungsstark und produktiv.



### Erträge

Das Ertragsniveau von Silomais liegt zwischen 350 und 750 dt/ha FM, das entspricht bei 35 % TM etwa 125-260 dt TM/ha. Wird CCM erzeugt, liegen die Erträge bei 120-160 dt/ha FM, das entspricht bei 60 % TM 72-96 dt TM/ha. Biogasanlagen werden mit Silomais gefüttert, nur bei langen Transportstrecken zur Anlage kann der Einsatz von CCM sinnvoll sein.

### Qualitätskriterien/Sorten

Voraussetzung für eine gesicherte Substratversorgung der Anlagen ist die Bereitstellung entsprechender Silagemengen. Hierbei spielt die Sortenwahl neben produktionstechnischen Maßnahmen sicherlich eine entscheidende Rolle.

Sorten, die in Landessortenversuchen ihr Leistungsvermögen unter unterschiedlichen Standortbedingungen und Jahreseinflüssen unter Beweis gestellt haben, sind für die Substratversorgung der Biogasanlagen empfehlenswert. Hierbei werden vornehmlich die ertrags- und weniger die besonders qualitätsbetonten Sorten berücksichtigt. Daher wird zur Sortenbeurteilung für die Nutzungsrichtung „Energienmais“ der Trockenmasseertrag als wichtigstes Kriterium genutzt. Wohl wissend, dass von einigen Züchtern bzw. Sortenvertretern Parameter wie Energiedichte oder Stärkegehalt als Kenngröße zur Beurteilung der Gasausbeute mit herangezogen werden, nehmen wir derzeit davon noch Abstand, weil einzelne positive Ergebnisse noch nicht verallgemeinernd als Beurteilungskriterium ausreichen.

Die Abreife der Sorten sollte in jedem Fall Berücksichtigung finden, um für den jeweiligen Standort bzw. die Nutzungsoption entsprechend angepasste Sorten auszuwählen. Damit für die Beerntung, die sich für größere Anlagen über einige Tage hinzieht, ein entsprechendes Erntefenster zur Verfügung steht, kann es durchaus sinnvoll sein, Sorten mit unterschiedlichem Abreifeverhalten auszuwählen. Während der Ernte sollten die Sorten für eine gute Silierung TM-Gehalte von etwa 30, besser 32 % erreichen. Eine Ernte unterhalb von 30 % TM-Gehalt führt in der Regel bei hohen Silagemieten zu unnötigem Sickersaftanfall und das Leistungsvermögen der Sorten wird nicht ausgeschöpft.

Überzogene TM-Gehalte von über 36 % mit einer zunehmenden Lignifizierung der Restpflanze sind ebenfalls zu vermeiden.

Sorten aus der frühen Reifegruppe werden bevorzugt für klimatisch ungünstigere Lagen verwandt, wo die Vegetationszeit im Frühjahr und/oder auch im Herbst nur begrenzt genutzt werden kann; oder auch bei einer Vornutzung von beispielsweise Grünschnittroggen.

### **Versuchsergebnisse der LWK Niedersachsen 2009**

Aus der frühen Reifegruppe erzielte die bewährte Sorte Amadeo 2009 sehr gute Erträge und ist daher niedersachsenweit empfohlen. Weitere Sorten, wie Saludo, Sensation, Calvin und Aurelia überzeugten in bestimmten Anbauregionen. Mit Fabregas und Ambrosini wurden zwei neue ertragsbetonte Sorten geprüft, die sich für den Probeanbau empfehlen, wobei erstgenannte Sorte sich im Jahr 2009 als sehr früh abreifend gezeigt hat.

Ertragsbetonte Sorten aus der mittelfrühen Reifegruppe sind die am stärksten nachgefragten Sorten für die Biomasseproduktion. In dieser Reifegruppe bieten sich eine Vielzahl ertragsstarker Sorten an. Mit Torres, Ronaldinio, Filippo, Agro Lux und Clemente stehen mehrjährig geprüfte Sorten zur Verfügung, die sich über die Jahre durch hohe Leistungen ausgezeichnet haben. Darüber hinaus bieten sich für den Norden zusätzlich Mintal und für östliche Standorte PR39T45 und Winn an. Von den zweijährig geprüften Sorten konnten Amaryl, Marcelinio und Sebastiano ihre guten Ergebnisse aus dem Vorjahr bestätigen. Ricardinio überzeugte vor allem auf den südlichen Standorten, während die bis 2008 geprüften Sorten NK Magitop und Asteri CS vornehmlich für die östlichen Anbauregionen geeignet erscheinen. Bei den einjährig geprüften Sorten erwiesen sich Agro Yoko und Fernandez als ausschließlich ertragsbetonte Sorten und empfehlen sich daher für den Probeanbau.

Eine zunehmende Bedeutung erlangen Sorten der mittelspäten und späten Reifegruppe. Unter günstigen klimatischen Bedingungen und bei der Gewähr, dass die Sorten in kühleren Jahren bei Ernte ab Mitte Oktober noch ihr Ertragsvermögen abrufen, können sie für den Anbau interessant sein.

Als ertragsstärkste Sorten erwiesen sich PR38H20, Franki und Seiddi. Kabanass, Ingrid und Marcello liefern neben hohen Trockenmasseerträgen gleichzeitig auch gute Stärkeerträge, während Atletico, PR38V12 und Agro Gas als rein massenbetonte Sorten einzustufen sind. Aabsolut und Busti CS erweisen sich als ertragsbetonte Silomaisarten. Von den einjährig geprüften Sorten zeigt LG 3216 ein überragendes Ergebnis, indem sie bei früher Abreife nicht nur beim Trockenmasse- sondern auch im Stärke- und Energieertrag beste Leistungen gezeigt hat. Cannavaro und Puyol liefern sehr hohe Masseerträge bei sehr später Abreife.

**Tabelle 1: Maissorten für den Biogasanbau**
**Sortenempfehlung für die Biomasseproduktion**

Darstellung der für die Biomasseproduktion empfohlenen Sorten inkl. Einstufung für die "normale" Silomaisnutzung

Sorte	Reifezahl	Vertrieb durch	Empfehlung für				Mittel von Niedersachsen							Toleranz geg. Helm. turc. <sup>3)</sup>
			Silomais Anbauregion			Bio-gas <sup>1)</sup>	Abreife T %	TM dt/ha	Stärke dt/ha	GJ NEL/ha	MJ NEL/kg	Stärke %	Restpfl. in vitro	
			N	S	O									
<b>Maissorten des frühen Sortimentes bis S 220</b>														
<b>3-jährig geprüfte Sorten (31 Versuche)</b>														
Amadeo	S 220	KWS	X	X	X	X	++	+	++	+	O	+	--	O
Saludo	S 210	RAGT	X	X	X	O	O	O	+	+	O	O	+	O
Sensation*	ca. S 220	LG	X			N	O	O	O	O	O	O	++	-
Kalvin	S 220	Syngenta		X		S	-	+	O	O	-	-	-	+
<b>2-jährig geprüfte Sorten (22 Versuche)</b>														
Aurelia <sup>2)</sup>	S 220	Advanta				N	O	O	-	O	-	-	O	--
<b>1-jährig geprüfte Sorten (11 Versuche); für den Probeanbau</b>														
Fabregas	S 210	KWS	X	X	X	X	++	++	++	+	-	O	--	(O)
Ambrosini	S 220	Agromais		X		X	O	++	O	++	-	--	-	(+)
<b>Maissorten des mittelfrühen Sortimentes S 230 - S 250</b>														
<b>3-jährig geprüfte Sorten (33 Versuche)</b>														
Torres	S 250	KWS	X	X	X	X	-	++	+	++	O	-	O	O
Ronaldino	S 240	KWS	X	X	X	X	O	++	+	++	O	O	O	O
Filippo	S 240	Agromais	X	X	X	X	O	++	+	++	O	O	O	O
Agro Lux	S 240	Agromais	X			X	O	+	+	+	O	O	O	O
Clemente	S 230	Monsanto	X	X	X	X	+	+	+	+	O	O	O	O
Mintal	S 250	Agromais				N	-	+	O	O	-	O	---	O
PR39T45*	S 250	Pioneer	X		X	O	-	O	O	O	O	O	O	+
Winn	S 240	Syngenta				O	O	O	O	O	-	-	-	O
<b>2-jährig geprüfte Sorten (22 Versuche)</b>														
Amaryl	S 250	Agromais	X	X		X	+	++	++	++	-	O	--	O
Marcelino	S 230	KWS				X	+	++	++	+	-	O	--	-
Sebastiano <sup>4)</sup>	S 250	KWS				X	-	++	-	+	--	---	-	O
Ricardinio	S 230	KWS	X	X	X	S	+	+	++	+	O	+	O	-
NK Magitop <sup>2)</sup>	S 240	Syngenta			X	O	O	+	--	+	O	--	++	O
Asteri CS <sup>2)</sup>	S 240	Caussade				O	O	O	-	-	--	-	--	O
<b>1-jährig geprüfte Sorten (11 Versuche); für den Probeanbau</b>														
Agro Yoko	S 240	Agromais				X	-	++	---	+	--	---	-	(O)
Fernandez	S 250	KWS				X	-	++	---	O	---	---	+	(O)
<b>Maissorten des mittelspäten Sortimentes ab S 260 (für klimatisch günstige Standorte)</b>														
<b>3-jährig geprüfte Sorten (22 Versuche)</b>														
PR38H20*	S 260	Pioneer		X		X	-	++	O	+	-	-	+	+
Franki*	S 280	Caussade				X	--	++	O	O	-	-	--	O
Seiddi*	S 280	Caussade				X	--	++	O	O	-	-	--	+
Kabanas	S 260	Agromais		X		X	++	+	+++	+	+	++	--	+
Ingrid	S 260	LG		X		X	+	+	+	+	O	O	+	+
Marcello	S 260	KWS		X		X	+	+	+	+	O	+	-	+
Atletico	S 280	KWS				X	--	+	--	O	-	--	+	+
PR38V12	S 280	Pioneer				X	-	+	O	O	-	-	+	+
Agro Gas	S 280	Agromais				X	---	+	---	O	-	---	+	+
<b>2-jährig geprüfte Sorten (14 Versuche)</b>														
Aabsolut	S 260	Advanta		X		X	+	+	++	+	O	+	O	+
Busti CS	S 260	Caussade		X		X	O	+	+	O	-	O	--	+
<b>1-jährig geprüfte Sorten (6 Versuche); für den Probeanbau</b>														
LG 3216*	S 260	LG		X		X	++	+++	+++	+++	-	O	--	(+)
Cannavaro	S 310	KWS				X	---	+++	---	+++	--	---	++	(+)
Puyol	S 290	Agromais				X	---	++	O	+	-	--	-	(+)

Erläuterungen:

Bewertungsschema: ++ = überdurchschnittlich, O = durchschnittlich, - = unterdurchschnittlich

 \* = EU-Sorte **X** = Empfehlung für den Anbau 2010

 Restpflanzenabreife: **früh** **spät**
<sup>1)</sup> Biogas: Einstufung X = generelle Empfehlung, N= Nord, S= Süd, O= Ost

<sup>2)</sup> in 2009 nicht mehr geprüft

<sup>3)</sup> Boniturergebnisse aus den Jahren 2007 und 2008, Beobachtungen aus 2009 (sehr geringer Befall)

<sup>4)</sup> nur wenig Saatgut vorhanden

Quelle: Sortenratgeber Silomais und Energiemais 2010, LWK Niedersachsen

## Produktionstechnik/Düngung

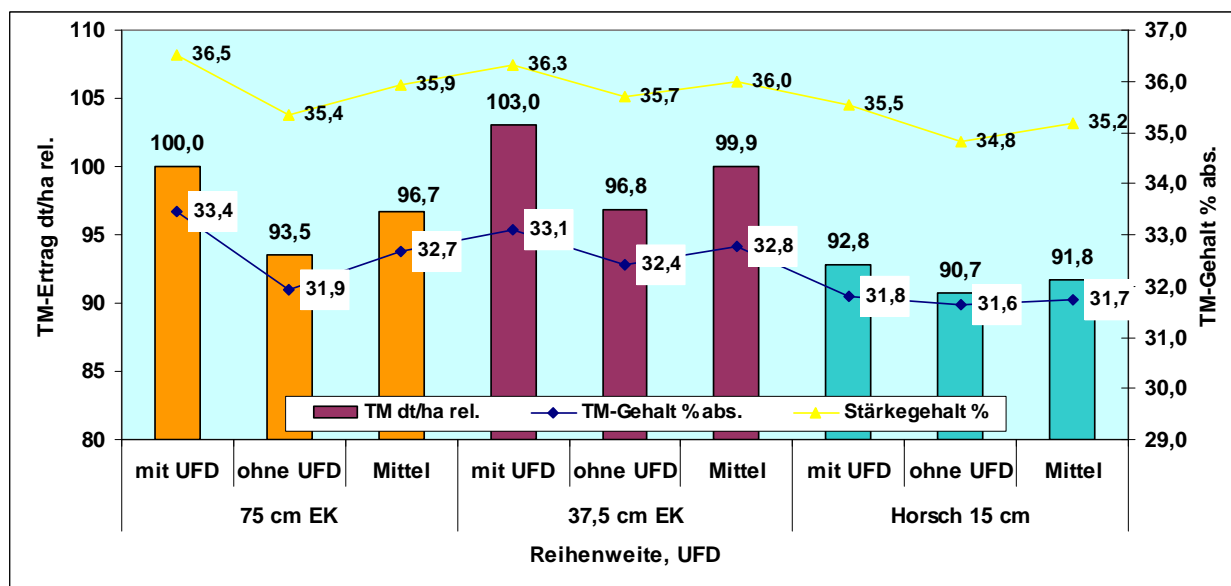
Die Aussaat sollte möglichst früh ab dem 15. April bei Bodentemperaturen von ca. 8 °C in ein gut vorbereitetes rückverfestigtes Saatbett erfolgen. Dabei ist die Bodenstruktur von größerer Bedeutung als die Bodenart. Der Mais stellt relativ geringe Ansprüche an den Boden. Für den Anbau gut geeignet sind mittlere bis schwere Böden. Sie sollten sich im Frühjahr leicht erwärmen und nicht zu Verkrustungen neigen. Kalte und staunasse Böden sowie Moorböden sind für den Maisanbau weniger gut geeignet.

Die Aussaattiefe beträgt bei leichten Böden 4-6 cm, bei schweren Böden 3-4 cm. Eine ausreichende Bodenfeuchtigkeit ist wichtig für die Quellung der Saatkörner, daher ist die Ablagetiefe dem Feuchtezustand des Bodens anzupassen. Die Bestandesdichte ist abhängig von der Wasser- und Nährstoffversorgung und vom Sortentyp.

**Tabelle 2:** Angestrebte Bestandesdichte von Mais für die Biogasproduktion

Sortentyp	Wasserversorgung der Böden		
	schlecht	mittel	gut
	häufige Trocken- schäden Ackerzahl < 30	Acker- zahlen 30 - 40	Grundwasser- anschluss, Beregnung oder Acker- zahl > 40
	<b>anzustrebende Pflanzenzahl/m<sup>2</sup></b>		
<b>massenwüchsig</b>	<b>7 - 8</b>	<b>8 - 9</b>	<b>9 - 11</b>
kompakt	7,5 - 9	9 - 10	10 - 12

Durch den Einzug des Maises in die klassischen Ackerbauregionen (z.B. Raum Braunschweig, Hildesheimer Börde) wurde die Frage nach veränderten Reihenweiten bzw. Einzelkorn- oder Drillsaat wieder zunehmend aktuell. Ein vergleichender Anbau der drei Varianten 75 cm Einzelkornablage, 37,5 cm Einzelkornablage sowie Drillsaat auf 15 cm lieferte folgende Ergebnisse. Die Einzelkornablage auf 37,5 cm erreichte gegenüber der Standardvariante (75 cm) etwas bessere TM-Erträge; die Erträge bei der Drillsaat fielen dagegen deutlich ab. Die Effekte der Unterfußdüngung (40 kg N/ha, 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) waren bei Aussaat 75 cm und 37,5 cm am stärksten ausgeprägt. Auf Grundlage der bisherigen Erfahrungen sollten die Landwirte an der Einzelkornablage festhalten. Die engere Reihenweite erlangt in Regionen mit Erosionsgefährdung zunehmende Bedeutung.



**Grafik 1:** Versuch Drillsaattechnik

3 Standorte: (Werlte (EL), Wehnen (WST), Poppenburg (HI)); 2008 - 2009

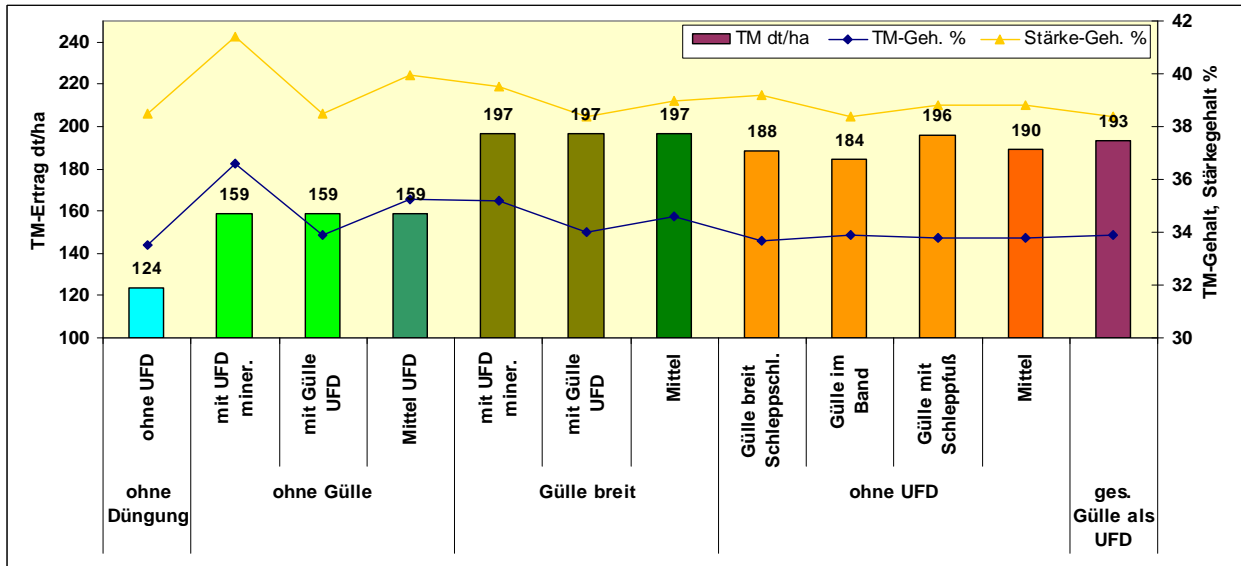
Der N-Bedarf ist beim Mais nicht dem N-Entzug gleichzusetzen, da der Mais die Stickstoffmineralisation im Boden während der Vegetation sehr gut nutzen kann. In neueren Versuchen wurde der N-Sollwert von 180 kg N/ha bestätigt. Entscheidend ist, dass die N-Düngung an das Mineralisationsvermögen des Standortes angepasst wird. Auf Standorten mit langjährig organischer Düngung (in der Regel bei P-Gehalten in der Krume > 13 mg P-CAL / 100 g Boden) ist der Sollwert um -40 kg N/ha zu korrigieren. Bei standortbedingter schlechter Nachlieferung ist der Sollwert um 20 kg N/ha zu erhöhen, bei standortbedingter guter N-Nachlieferung um 20 kg N/ha zu erniedrigen. Weitere Einzelheiten zu den Düngeempfehlungen Stickstoff sind im Internetauftritt der Landwirtschaftskammer Niedersachsen veröffentlicht.

**Tabelle 3:** Entzugswerte für N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und K<sub>2</sub>O bei Silomais in Abhängigkeit vom Ertragsniveau (kg/ha)

Entzüge (kg/ha) für	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Ertrag 400 dt/ha FM	176	72	196
Ertrag 450 dt/ha FM	198	81	220
Ertrag 500 dt/ha FM	220	90	245
Ertrag 550 dt/ha FM	242	99	270

Zur Verbesserung der Jugendentwicklung und zur Förderung des Ertrages ist eine Unterfußdüngung bei der Aussaat mit Stickstoff- und leicht löslichen Phosphordüngern auf den meisten Standorten sinnvoll. Bei mittlerer P-Bodenversorgung sind 30/30 kg/ha N/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> zu empfehlen, auf Standorten mit geringer P-Versorgung sollte auch der bewährte DAP-Dünger 18/46 (Diammonphosphat) mit 1 bis 2 dt/ha eingesetzt werden.

Neue Versuche zum Einsatz von Gärsubstrat bzw. Gülle als organischen Unterfußdünger zeigen durchweg positive Ergebnisse, wenn während der Jugendentwicklung des Maises relativ feuchte Bodenverhältnisse vorherrschen, die eine entsprechende Nährstofflieferung aus der organischen Masse begünstigen. Auf diese Weise können Mineraldünger eingespart und die Gärsubstrate effizient eingesetzt werden.



**Grafik 2:** Gülle Unterfußdüngungsversuch

Standorte: Dasselsbruch (CE) u. Bramstedt (DH) 2008; Wehnen (WST) u. Rockstedt (ROW)

Pflanzenschutzmaßnahmen sollten standortangepasst in Abstimmung mit der Pflanzenschutzberatung vor Ort erfolgen, siehe auch [www.lwk-niedersachsen.de](http://www.lwk-niedersachsen.de).

## Ernte

Die Ernte erfolgt bei TM-Gehalten von 30-34 % in der Gesamtpflanze, was bei der Maispflanze dem Entwicklungsstand Beginn bis Mitte der Teigreife entspricht. Der Häckselgrad des Erntegutes sollte abhängig vom Abreifestadium eingestellt werden, um eine hohe Verdichtung und eine sichere Lagerstabilität des Erntegutes zu erreichen. Bestände mit TM-Gehalten um 32 % sollten mit einer Schnittlänge von 4-6 mm beerntet werden, Bestände unter 32 % TM-Gehalt können mit 6-8 mm, abgereifte Bestände über 34 % TM sollten unter 4 mm Schnittlänge gehäckselt werden. Die Bildung von Sickersaft bei der Silagebereitung ist zu vermeiden. Unnötig kurze Häcksellängen bei geringen TM-Gehalten verursachen erhöhte Erntekosten durch vermehrten Energieverbrauch.

Umfassendere Auskünfte erteilt der Fachbereich Grünland und Futterbau der Landwirtschaftskammer Niedersachsen.

## Literatur:

Energiepflanzen; Hrsg. KTBL, Darmstadt 2006

Sortenratgeber Silomais und Energiemais 2010, LWK Niedersachsen