

Silomais als Biogassubstrat



www.biogas-forum-bayern.de/bif56

Biogas Forum Bayern, Verfasser:

Barbara Eder, Alexander Kavka, Luitpold Scheid,
Klaus Gehring, Jörg Reisenweber

Foren der ALB Bayern e.V.

Die ALB Bayern e.V. ist ein offiziell anerkannter, gemeinnützig tätiger, eingetragener Verein mit Mitgliedern aus Landwirtschaft, Wissenschaft, Beratung und den landwirtschaftlichen Organisationen. Weiterhin sind die staatliche Verwaltung, Firmen sowie Dienstleistungsunternehmen aus Industrie, Handel, Gewerbe sowie dem Umweltbereich vertreten.

Die ALB unterstützt die Landwirtschaft mit Wissensvermittlung in den Themenbereichen Bauen in der Landwirtschaft, Bewässerung, Biogas und Landtechnik. Hierzu handelt sie als neutraler Mittler und Bindeglied zwischen landwirtschaftlicher Praxis, Forschung, Umwelt, staatlicher Verwaltung, Gewerbe und Industrie.

Für umfassende Informationen zur umweltschonenden und effizienten Anwendung in der Praxis

werden zu den einzelnen Tätigkeitsbereichen Foren mit folgenden Aufgaben organisiert:

- ▶ Zusammenführen des aktuellen Wissensstandes,
- ▶ Reflektieren mit allen an der Thematik Beteiligten,
- ▶ Erarbeiten/Bekanntmachen konsensfähiger Lösungen

Foren der ALB Bayern e.V.:

- ▶ Bau Forum Bayern (BaF),
Leitung: Jochen Simon, LfL-ILT
- ▶ Bewässerungsforum Bayern (BeF),
Leitung Dr. Martin Müller
- ▶ Biogas Forum Bayern (BiF),
Leitung: Dr. Martin Müller, ALB
- ▶ Landtechnik Forum Bayern (LaF),
Leitung: Dr. Markus Demmel, LfL-ILT

Förderer



Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Tourismus



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Impressum

Herausgeber Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und Landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V. (ALB), Vöttinger Straße 36, 85354 Freising

Telefon 08161 / 887-0078

Telefax 08161 / 887-3957

E-Mail info@alb-bayern.de

Internet www.alb-bayern.de

3. Auflage 2025

© ALB Alle Rechte vorbehalten

Titelfoto Wolfgang Eckert, Pixabay

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Allgemeines	4
2. Standortansprüche	4
3. Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung.....	5
4. Saattermin, -technik, -menge, Bestandesdichte, Reihenentfernung	5
5. Sortenwahl	6
6. Platz in der Fruchtfolge.....	9
7. Pflege - Pflanzenschutz.....	9
8. Düngung und Gärrestverwertung	10
9. Ernte und optimaler Erntetermin	11
10. Erträge	12
11. Eignung zum Zweitfruchtanbau	12
12. Ökologische Aspekte	13

1. Allgemeines

Silomais, Körnermais, aber auch Körnermaisstroh kann für die Biogaserzeugung genutzt werden. Silomais ist dabei die wichtigste Energiepflanze zur Erzeugung von Biogas aus nachwachsenden Rohstoffen. In Bayern lag die Maisanbaufläche bis zum Jahr 2002 für einen Zeitraum von über 20 Jahren konstant bei rund 400.000 ha (Abb. 1). Danach ließ sich ein deutlicher Anstieg feststellen. Während die Körnermaisfläche nur wenig ausgedehnt wurde, ist beim Silomais ein deutlicher Zuwachs zu verzeichnen, der der Biogaspro-

duktion zuzurechnen ist. Für die ca. 2700 landwirtschaftlichen Biogasanlagen in Bayern ist der Silomais eine der wichtigsten Energiepflanzen. Seit 2012 ist der Maisanteil gesetzlich begrenzt, so dass die Fläche, die für die Biogaserzeugung in Bayern verwendet wird, nunmehr relativ stabil mit ca. 102.000 ha Mais geschätzt wird. Ein Fünftel der gesamten Maisanbaufläche Bayerns werden dementsprechend für die Biogasproduktion beansprucht.

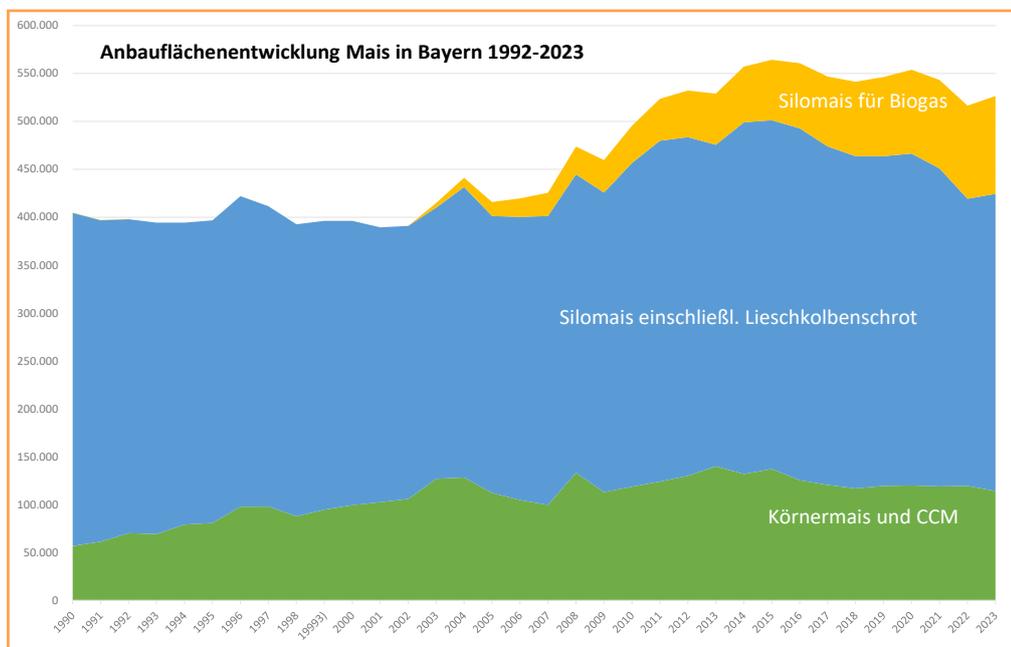


Abb. 1: Entwicklung der Maisanbauflächen in Abhängigkeit der Verwertungsrichtung von 1992 - 2023 in Bayern (Quelle: M. Strobl, LfL-Agrarökonomie)

2. Standortansprüche

Die Standortansprüche für Energiemais (Temperatur, Niederschlag, Boden) sind identisch mit denen für andere Verwertungsrichtungen, weitaus entscheidender ist die Reifezahl. Mais stammt ursprünglich aus Mexiko und benötigt dementsprechend während der Vegetationsperiode warme Temperaturen. Optimal sind durchschnittliche Tagestemperaturen von 18 - 20°C. Die Bodentemperatur zur Aussaat sollte mindestens

8 - 10°C betragen. Silomais ist frostempfindlich, daher sollte durch geeignete Wahl des Saattermines das Risiko von Spätfrösten minimiert werden. Er gedeiht am besten auf tiefgründigen, gut durchlüfteten Böden. Leichte bis mittelschwere Böden (Sand-, Lehm-, Lössböden) sind optimal. Schwere Tonböden sollten gut drainiert sein, um Staunässe zu vermeiden, die der Silomais nur kurzfristig toleriert.

3. Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung

Im Wesentlichen gibt es keine Unterschiede zu den anderen Verwertungsrichtungen. Im Frühjahr erfolgt eine flache Bodenbearbeitung (5 - 10 cm) zur Einebnung und Zerkleinerung des Bodens, meist mit einer Kreiselegge oder einem Grubber. Das Saatbett sollte feinkrümelig, eben und gut abgesetzt sein. Denn eine optimale Krümelstruktur fördert die gleichmäßige Saatgutablage und das schnelle Keimen. Durch die zunehmenden Starkregenereignisse sind geeignete Maßnahmen zur Erosionsvermeidung entscheidend.

Wichtige Maßnahmen sind Mulch- und Direktsaat, Untersaat, Erosionsschutzstreifen, Arbeiten quer zum Hang sowie Standortwahl. Bei ungünstiger Wasserversorgung des Standortes ist auch beim Anbau von Mais als Zweitfrucht (z. B. Mais nach Grünroggen) eine wasserschonende, nicht wendende Bodenbearbeitung bzw. Saatbettbereitung mit Mulchsaattechnik zu empfehlen. Weitere Informationen dazu: [Erosion](#); [Direktsätechniken](#); [Zwischenfrucht](#); [Bestellverfahren](#).

4. Saattermin, -technik, -menge, Bestandesdichte, Reihentfernung

Der Saattermin, die Saattechnik, die Saatmenge sowie die Reihentfernung beim Anbau von Mais zur Biogaserzeugung entsprechen den allgemeinen Empfehlungen zum Silomaisanbau. Die Aussaat erfolgt in Bayern in der Regel ab Mitte April bis Mitte Mai, wenn die Bodentemperatur mindestens 8 - 10°C erreicht hat. Die Saattiefe beträgt in der Regel 4 - 6 cm, abhängig von der Bodenbeschaffenheit und der Feuchtigkeit. Je wärmer desto tiefer, je kälter desto flacher, um Austrocknung zu vermeiden und die Keimung zu fördern.

Üblicherweise wird ein Reihenabstand von 75 cm gewählt, jedoch kann dieser je nach Betrieb und Technik variieren. Zunehmend wird Mais auch mit Reihenabständen von 50 cm oder weniger angebaut (dementsprechend vergrößern sich die Abstände in der Reihe), um die für andere Kulturen vorhandene Hacktechnik zu nutzen. Vorteil ist auch der schnellere Bestandsschluss und dadurch geringere Unkrautdruck, Verdunstung und niedrigeres Erosionsrisiko.

Die Saatstärken sind in Abhängigkeit des Sortentyps zu wählen, in der Regel werden 10 Pfl./m² (Reihenweite 75 cm) ausgesät. Höhere Pflanzenzahlen (bis 12 Pfl./m²) können den Massenertrag weiter erhöhen, bedeuten aber unter Umständen ein erhebliches Lagerrisiko. Sie sind nur mit

Sorten möglich, die über eine gute Standfestigkeit verfügen.

Neben der klassischen Einzelkornsätechnik kann der Einsatz von Universaldrilltechnik eine sinnvolle, weil schlagkräftige Alternative darstellen. Zudem können beim Einsatz von Universaldrilltechnik unter Umständen Reihen- und Spurweiten an die Hack- bzw. Gülletechnik angepasst werden, falls eine Gärrestdüngung in den Maisbestand geplant ist. Die Ernte mit Selbstfahrern wird heute größtenteils mit reihenunabhängigen Maisvorsätzen durchgeführt, so dass eine Aussaat mit Reihenweite 75 cm nicht mehr zwingend ist. Beim Einsatz schlagkräftiger Getreide-Universaldrilltechnik ist darauf zu achten, dass der Feldaufgang in der Regel niedriger ist als bei der Einzelkornsätechnik. Die Aussaatstärke sollte deshalb um etwa 10 % erhöht werden.

5. Sortenwahl

Wichtigste Zielgröße für den wirtschaftlichen Betrieb einer Biogasanlage ist der Methanertag je Hektar Anbaufläche. Dieser setzt sich zusammen aus dem pro Fläche erzielten Biomassertrag (dt Trockenmasse/ha) und der daraus erzielbaren Methanausbeute, ausgedrückt in Normliter Methan pro kg organi-

sche Trockensubstanz ($\text{NI CH}_4 \text{ (kg oTS)}^{-1}$). Zur Höhe der Methanausbeute liegen zwischenzeitlich eine Vielzahl von Ergebnissen vor (siehe dazu Biogasausbeuten verschiedener Substrate). Im Mittel der Versuche kann für Silomais eine Methanausbeute von durchschnittlich ca. $300 \text{ NI CH}_4 \text{ (kg oTS)}^{-1}$ angesetzt werden.

Einfluss des Kolbens

Zum Thema des Einflusses der Sortenqualität auf die Methanausbeute von Mais wurden an der LfL umfangreiche Untersuchungen durchgeführt. Insbesondere der immer wiederkehrenden Frage nach dem Einfluss des Kolben- und Kornanteils, also dem Gehalt an Stärke, auf die Gasausbeute wurde nachgegangen. Bei den Versuchen von Mais-Ganzpflanzen war nur ein geringer Einfluss der Inhaltstoffzusammensetzung, des Kolbenanteils, des Stärkegehalts oder der Wahl des Erntetermins (früh, spät) feststellbar. Die Sorten erzielten in diesen Versuchen unabhängig ihrer Reife ähnlich hohe Gasausbeuten von etwa $350 \text{ NI CH}_4 \text{ (kg oTS)}^{-1}$ (siehe Abb.2).

Wurden die Maispflanzen in Kolben und Restpflanze (Stängel und Blätter) getrennt auf die Methanausbeute analysiert, so lieferten die Kolben eine höhere Gasausbeute als die Restpflanze (Bild 1). Die Ergebnisse des Versuches zeigen, dass die Gasbildung aus den einzelnen Pflanzenteilen unterschiedlich verläuft. Aus den Kolben bilden sich zwischen dem 5. und 10. Tag der Vergärung deutlich höhere Gasmengen. Ab dem 11. Tag ist die Gasbildung nur noch gering und für die verschiedenen Pflanzenteile in etwa gleich. Letztendlich erzielten die reinen Kolben die höchsten Ausbeuten von $370 \text{ NI CH}_4 \text{ (kg oTS)}^{-1}$, Stängel und Blätter $300 \text{ NI CH}_4 \text{ (kg oTS)}^{-1}$, also etwa 25 % weniger. Die Methanausbeute der Ganzpflanze betrug in diesem Versuch ca. $350 \text{ NI CH}_4 \text{ (kg oTS)}^{-1}$.



Bild 1: Der Kolben bringt die höchste Gasausbeute, aber die Restpflanze ist auch nicht zu vernachlässigen (Quelle: B. Eder, LfL)

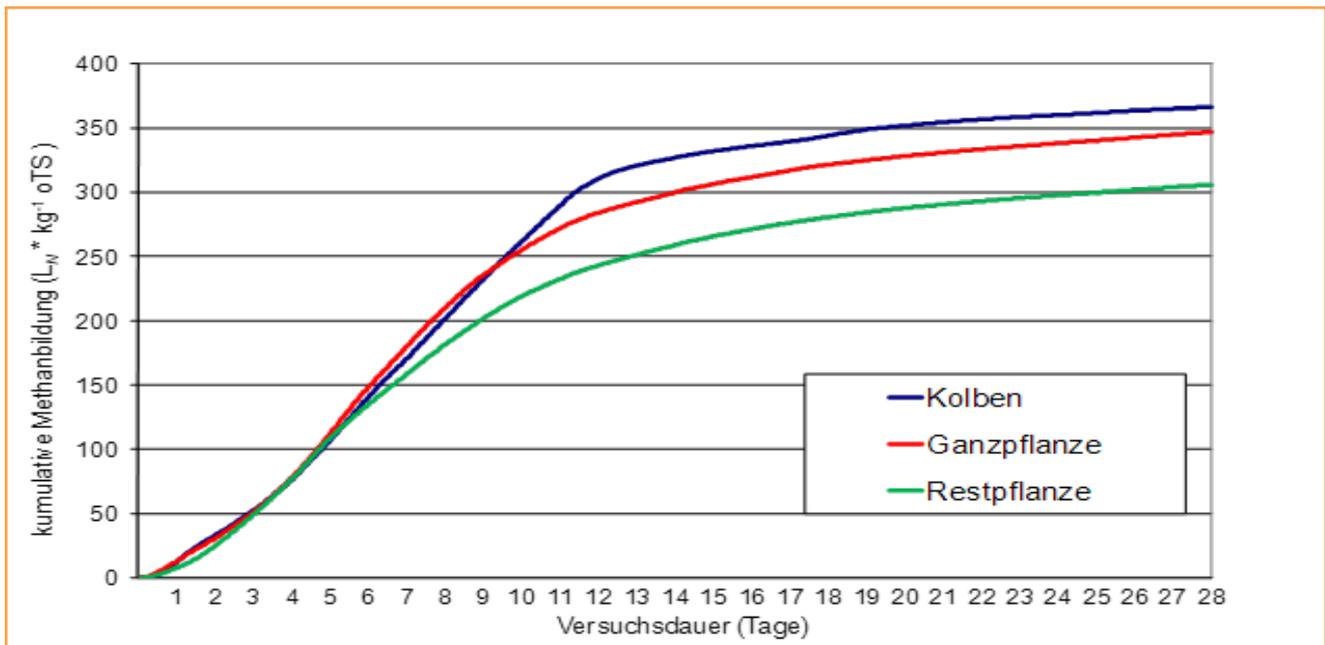


Abb. 2: Verlauf der Methanproduktion von Silomais in 30 Tagen im Fermenter (Batch-Versuch) Kolben, Rest- und Ganzpflanze (Mittelwert über 2 Sorten und 3 Ernteterminen und 4 Umwelten); Quelle: LfL

Das Maiskorn besteht zu großen Teilen aus gut verwertbarer Stärke und zusätzlich ist dort, wenn auch in geringen Mengen, Fett eingelagert, aus welchem sehr hohe Gasmengen gebildet werden können. Die Restpflanze besteht überwiegend aus in unterschiedlichem Umfang lignifizierter Zellulose und Hemizellulose, welche mikrobiell schwerer abzubauen sind. So liefert die Restpflanze etwa 75 % der Gasmenge, die aus dem Maiskolben zu erwarten ist.

Kolbenbetonte Sorten haben somit aufgrund ihres höheren Kolbenanteils einen geringfügigen Vorteil bei der Gasbildung, kolbenarme aber massenwüchsige Silomaisorten haben wiederum ihre Vorteile in der Massenproduktion. Bezüglich des Ertrages an Gesamttrockenmasse sind sie den Sorten mit hohen Kolbenanteilen (Typ Körnermais) in der Regel deutlich überlegen. Die höheren Trockenmasseerträge bedeuten hohe Gashektarerträge, so dass diese Sorten den geringfügigen Vorteil der kolbenbetonten Sorten in der Regel kompensieren, wenn nicht gar überkompensieren.

Qualitätsaspekte für Maissorten, die in der Rin-

derfütterung erforderlich sind, wie der Stärke- oder der Rohfasergehalt spielen somit in der Biogasproduktion keine bedeutende Rolle. Sonst als schwerverdaulich eingestufte Bestandteile der Maispflanze, wie sie in Stängel und Blättern vorkommen, werden in der Biogasanlage ebenfalls gut abgebaut, da die Verweilzeiten im Fermenter um ein Vielfaches höher sind als im Verdauungstrakt eines Wiederkäuers. Den Bakterien bleibt wesentlich mehr Zeit, die Pflanzennährstoffe aufzuschließen, auch stärker faserhaltiges Material wird abgebaut. Auch Körnermaisstroh kann als Reststoff in der Biogasanlage gut verwertet werden und liefert dabei ca. 90 % der Gasausbeute von Silomais. Die Methanausbeuten liegen bei 300 – 330 l/kg oTS. Bei typischen Körnermaissorten kann mit ca. 48 – 63 dt TM Strohertrag pro Hektar gerechnet werden ([Verwertung von Körnermaisstroh für die Biogaserzeugung](#)).

Für den Maisanbau zur Biogasproduktion bedeutet dies, dass das vorrangige Ziel sein muss, auf der vorhandenen Fläche möglichst viel organische Masse, die sich gut konservieren lässt, zu gewinnen. Dies ist auch der wichtigste Gesichtspunkt für die Sortenwahl.

Sortenwahl

Für die Energieproduktion eignen sich deshalb besonders gut massenwüchsige Silomaisarten, eventuell auch spätreifere Typen, die viel organische Masse pro Flächeneinheit produzieren.

Reifegruppe

Bei der Wahl der Reifegruppe ist darauf zu achten, dass bei der Ernte Trockensubstanzgehalte (TS-Gehalte) von mindestens 28 – 30 % erreicht werden. Diese sind in der Regel ausreichend, um eine ordnungsgemäße Silierung zu gewährleisten. Somit können auch etwas spätreifere Sorten, als im regulären Silomaisanbau üblich, verwendet werden.

Die besten und zuverlässigsten Resultate wurden in den Versuchen der LfL in den letzten Jahren mit Sorten erzielt, die den ortsüblichen Reifebereich um nicht mehr als 30 bis 40 Reifeinheiten übersteigen (Reifezahl Energiemais = Reifezahl ortsüblich + 30 bis 40).

Den spätreifen Sorten sind jedoch Grenzen ge-

Züchtung

Einige Züchter beschäftigen sich mit der Entwicklung spezieller Maissorten für die Biogasproduktion. Sorten mit besonders hoher Gasausbeute wurden jedoch bisher nicht entwickelt. Spezielle

Regionale Sortenempfehlungen

[Aktuelle regionale Empfehlungen zur Sortenwahl](#) von Biogas für Bayern werden von der LfL jährlich zur Verfügung gestellt.

Grundlage der Empfehlungen sind mehrortige und mehrjährige Sortenversuche, in denen neben dem Biomassertrag je Hektar und dem zu-

Kolbenreiche Sorten sind nur dann von Vorteil, wenn sie ebenfalls einen hohen Massenertrag bringen.

setzt. In Regionen, deren klimatischen Bedingungen den zur Silierung erforderlichen TS-Gehalt nicht sicherstellen können (Grenzlagen), sollte man keine höheren Reifezahlen als ortsüblich vorsehen.

Extrem spätreife Sorten (Reifezahlen 350 und höher) haben sich generell als für Bayern ungeeignet herausgestellt. Sie bringen keine höheren Erträge (bezogen auf die Trockenmasse) als Sorten aus einem angepassten Reifebereich. Vor allem aber besteht die Gefahr, dass sie den für eine erfolgreiche Konservierung erforderlichen TS-Gehalt nicht erreichen. Sie belasten die Wirtschaftlichkeit der Biogasproduktion durch hohe Transportkosten der nassen Ware.

Biogassorten sind deshalb solche, die sich durch einen besonders hohen Massenertrag pro ha und guter Standfestigkeit auszeichnen.

gehörigen TS-Gehalt auch die Biogausbeute, der Biogasertrag pro ha sowie weitere Sorteneigenschaften wie Standfestigkeit und Krankheitsresistenz erfasst werden. Dabei wird die Biogausbeute anhand der Inhaltsstoffe nach der Formel von Rath ([Rath et al 2013](#)) geschätzt.

6. Platz in der Fruchtfolge

Für Energiemais gelten die gleichen Fruchtfolgeansprüche wie für Mais anderer Verwertungen. Mais ist anspruchslos in der Fruchtfolge, sollte idealerweise aber nicht häufiger als alle zwei bis drei Jahre auf derselben Fläche angebaut werden. Eine häufigere Anbaufolge kann zu einer Anreicherung von Krankheiten und Schädlingen führen, was wiederum den Einsatz von Pflan-

zenschutzmitteln erhöhen kann. Zwischen dem Maisanbau sollten andere Kulturen wie Getreide, Leguminosen oder Zwischenfrüchte eingeplant werden oder ein Misanbau mit Stangenbohnen, Sonnenblumen u.ä. erfolgen, um die Bodenstruktur zu verbessern und die Nährstoffverfügbarkeit zu optimieren.

7. Pflege - Pflanzenschutz

Die wichtigste Pflanzenschutzmaßnahme bleibt auch bei Biogasmais die Unkrautregulierung ([Unkrautmanagement bei Mais](#)). Sie ist ein zentraler Aspekt des Anbaus, da Unkräuter erhebliche Ertragsverluste verursachen können. Eine ernsthafte Problematik ist das Resistenzpotenzial von Unkräutern gegen den Einsatz bestimmter Herbizide. Ein bereits bestehendes Problem ist die Widerstandsfähigkeit von Acker-Fuchsschwanz gegen Wirkstoffe aus der Gruppe der ACCase- und ALS-Hemmer (HRAC 1 und 2). Auch weitere, wichtige Unkräuter wie Hühnerhirse, Weidelgräser oder Amarant haben ein erhebliches Resistenzpotenzial gegenüber wichtigen Mais-Herbiziden. Es ist daher ratsam, bei der Unkrautbekämpfung nicht ausschließlich und regelmäßig auf den Einsatz von Herbiziden zu setzen. Durch kombinierte mechanisch-chemische Verfahren kann der Herbizidaufwand und das Resistenzrisiko deutlich reduziert werden. Ein moderater Unkrautbesatz ist für den Erfolg von alternativen Regulierungsverfahren wesentlich. Eine ausgewogene, vielfältige Fruchtfolge und angepasste Bodenbearbeitung ist daher die Basis für ein erfolgreiches und effizientes Unkrautmanagement ([Systemvergleich Unkrautregulierung bei Mais](#)).

Schadvögel, Drahtwürmer, Maiszünsler, Westlicher Maiswurzelbohrer etc. machen dem Mais zu schaffen. Der Maiszünsler ist der wichtigste Schädling im Mais. Die erfolgversprechendste Vorsorgemaßnahme ist das Mulchen und tiefe Unterpflügen der Maisstoppen. Auch hat sich die

biologische Bekämpfung mit der Trichogramma-Schlupfwespen mittels Drohnen stark verbreitet ([Maisschädlinge und Krankheiten](#)).



Bild 2: Die biologische Bekämpfung des Maiszünslers mit Schlupfwespen mittels Anhänger (Bild) oder Kugeln und Drohnen hat sich bewährt. (Quelle: B. Eder, LfL)

Der Westliche Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera virgifera*) ursprünglich in Mexiko beheimatet, nimmt hierzulande deutlich zu. Weltweit zählt er zu den wirtschaftlich bedeutendsten Maisschädlingen. Der Käfer ist ein Fruchtfolge-schädling; dabei konzentrieren sich die Schäden vor allem in Regionen mit einem sehr hohen Maisanteil. Betroffen ist dementsprechend bislang fast ausschließlich das südbayerische Gebiet. Bei einem Maisanteil von unter 1/3 auf derselben Fläche sind die Ertragsverluste zu vernachlässigen. Der größte Schaden entsteht durch die Fraßaktivität der im Boden lebenden Larven. Durch den Fraß an den Maiswurzeln werden die Wasser- und Nährstoffaufnahme, sowie die Standfestigkeit der Pflanzen stark beeinträchtigt.

Nach den Erfahrungen in anderen Ländern lässt sich sagen: Landwirte, die auf derselben Fläche nur alle zwei bis drei Jahre Mais anbauen, haben durch den Wurzelbohrer keine nennenswerten Schäden zu befürchten und es sind auch bei eta-

bliertem Befall keine anderen Abwehrmaßnahmen erforderlich.

Aktuelle Zahlen und Entwicklungen zum Maiswurzelbohrer-Monitoring in Bayern finden sich [hier](#).

8. Düngung und Gärrestverwertung

Zur Biogaserzeugung werden aufgrund hoher Biomasserträge und Gasausbeuten vorrangig Maissilagen und auch Körnermais eingesetzt. Im Sinne geschlossener Kreisläufe sollte das daraus entstandene Gärsubstrat wieder zur Nährstoffversorgung dieser Kulturen verwendet werden. Zudem kann Mais die Nährstoffe aus Gülle und Gärresten und aus dem organischen Bodenvorrat gut nutzen. Die Nährstoffmenge oder dessen Verteilung unterscheidet sich nicht von Mais für andere Verwertungen. Beispiele für optimale Gärrestausrückführung finden sich unter [Düngung](#).

Abb. 3 soll ein Beispiel zur Düngung von Silomais aufzeigen. Der Stickstoffbedarfswert liegt bei einem Ertrag von 550 dt FM/ha (entspricht 176 dt TM/ha bei einem TM-Gehalt von 32 %) bei 220 kg N/ha. Davon ist der standortspezifische N_{\min} -Gehalt (in dem Beispiel mit 70 kg N/ha angesetzt) abzuziehen. Nach Berücksichtigung aller weiteren nach Düngeverordnung (DüV) vorzunehmenden Abschläge (z.B. N-Nachlieferung aus Bodenvorrat [Humusgehalt], Nachlieferung aus organischer Düngung im Vorjahr) ergibt sich in dem Beispiel ein Stickstoffdüngbedarf von 132 kg N/ha, der in der Praxis zum größten Teil mit organischen Düngern gedeckt wird.

Beim Einsatz organischer Dünger gibt die DüV Mindestwerte für die Verfügbarkeit des Stickstoffs im Anwendungsjahr vor, die auch in der Düngbedarfsermittlung angesetzt werden müssen. Diese Werte entsprechen im Wesentlichen dem Ammoniumgehalt (NH_4 -N) der Düngemittel. Bei der Ausbringung von flüssigen Biogasgärresten auf Ackerland liegt die Mindestwirksamkeit nach DüV bei 60 %. Wird bei Untersuchungen festgestellt, dass der Ammoniumanteil des Dün-

gers diesen Wert überschreitet, muss der Ammoniumanteil in % vom Gesamtstickstoff als Mindestwirksamkeit verwendet werden. Grundsätzlich zeigt sich die Tendenz, dass Gärreste im Vergleich zu Rindergülle höhere Stickstoffgehalte und vor allem einen höheren Anteil an Ammoniumstickstoff (NH_4 -N) (ca. 65 % des N-Gesamt) aufweisen, jedoch mit größeren Schwankungen. In dem Beispiel werden 90 kg verfügbarer N über Gärreste mit einer Einmalgabe vor der Maissaat ausgebracht (sofort einarbeiten!).

Bei schlecht versorgten Standorten gehört die Unterfußdüngung zu Mais mit Phosphat (P_2O_5) für eine gesicherte Jugendentwicklung zum Standard. In der Regel wird eine Kombination aus Stickstoff- und Phosphatdünger ausgebracht. Bei ausreichender Bodenversorgung und regelmäßiger Ausbringung größerer Mengen Wirtschaftsdünger kann jedoch auf eine P_2O_5 -Unterfußdüngung verzichtet werden. Zudem ist zu beachten, dass unabhängig von der fachlichen Düngeempfehlung die DüV die Phosphat-Düngung auf hoch und sehr hoch mit Phosphat versorgten Flächen (Gehaltsklassen D und E) auf die Phosphat-Abfuhr innerhalb von drei Jahren beschränkt. Wird also zu Mais über den Phosphatdüngbedarf hinaus gedüngt, muss dafür bei anderen Kulturen wieder eingespart werden.

In dem dargestellten Beispiel werden über die Unterfußdüngung gleichzeitig die restlichen 42 kg N abgedeckt.

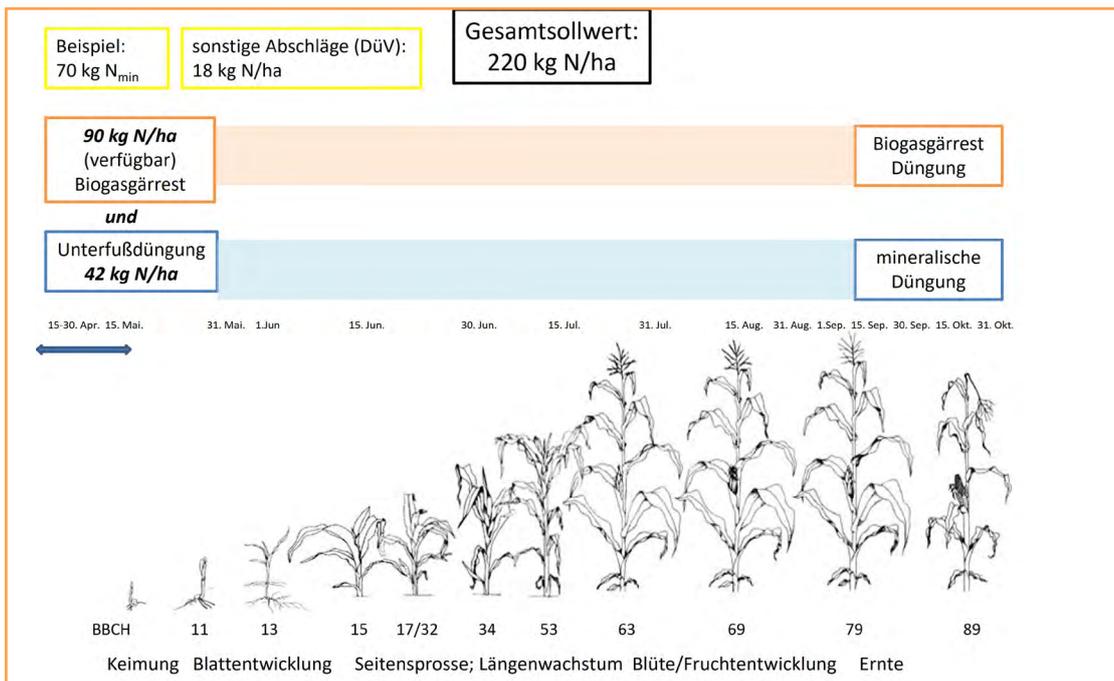


Abb. 3: Beispiel einer Düngempfehlung mit Gärresten zu Silomais (Quelle: A. Kavka, LfL-Agrarökologie)

Eine zweite Stickstoffgabe in den Maisbestand kann – soweit noch Bedarf besteht – bei entsprechender Technik nochmal organisch (z. B. über Biogasgärreste) zwischen 20 – 50 cm Wuchshöhe verabreicht werden, ansonsten mineralisch.

Ein vollständig dargestelltes Berechnungsbeispiel mit Berücksichtigung aller nach DüV vorzunehmenden Abschläge ist im Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland ([Gelbes Heft](#)) zu finden.

9. Ernte und optimaler Erntetermin

Wichtig ist es, ein gut silierfähiges Pflanzenmaterial mit einem TS-Gehalt von mindestens 28 % zu produzieren. Niedrigere TS-Gehalte führen im Silo zu Sickersaftbildung und sind unbedingt zu vermeiden. Insbesondere bei großen Siloanlagen mit einer hohen Stapelhöhe sind TS-Werte von mindestens 30 % einzuhalten, um die Sickersaftbildung zu verhindern. Der späteste Erntetermin ist bei einem TS-Gehalt von etwa 35 % anzusetzen, da die Silierfähigkeit und verlustarme Lagerung des Substrats sonst ebenfalls beeinträchtigt sein kann. Je trockener das Material, desto schwieriger ist eine ausreichende Verdichtung. Der optimale Erntezeitpunkt für Biogasm Mais liegt somit in einem Bereich von 30 – 33 % TS in der Gesamtpflanze. Zur sicheren Einschätzung des optimalen Erntetermins veröffentlicht die LfL

jährlich ab Mitte August im wöchentlichen Abstand TS-Gehalte von verschiedenen Silomaisorten aus verschiedenen Regionen Bayerns ([Reifemonitoring Mais](#)).

Weitere Informationen zur Silagebereitstellung und Sickersaftvermeidung sind in folgenden Publikationen zu finden:

- ▶ [Bereitung hochwertiger Silage – die Grundlage für hohen Biogasertrag](#)
- ▶ [Silagesickersaft und Gewässerschutz](#)
- ▶ [Praxishandbuch Futterkonservierung](#)
- ▶ [Trockenheit bei Silomais - was ist bei Ernte und Silierung zu beachten?](#)



Bild 3: Deutlich zu erkennen sind die unterschiedlichen Abreifeerscheinungen von Silomais in Abhängigkeit vom Reifetyp (Quelle: Eder, LfL)

10. Erträge

Der pro Flächeneinheit erzielbare Ertrag an Methan wird in erster Linie durch die produzierte Trockenmasse pro ha bestimmt. Bei durchschnittlichen Praxiserträgen von 140 - 180 dt/ha und einer Methanausbeute von 300 NI CH₄ (kg oTS)⁻¹ ergibt sich dementsprechend (entspricht ca. 420 und 550 dt/ha Frischmasse mit einen

Trockensubstanzgehalt von 33 %) eine Methanmenge von bis zu ca. 5.400 m³/ha.

Die Methanerträge, der in den Landessortenversuchen geprüften Maissorten, finden sich in den jährlich [aktualisierten Sortenbeschreibungen](#) der LfL.

11. Eignung zum Zweitfruchtanbau

Mais kann auf Standorten mit ausreichendem Wasserangebot als Zweitfrucht angebaut werden ([Ertragsleistung von Energiemais nach Winterzwischenfrüchten](#)). Bei der Wahl der Reifezahl ist der Saattermin zu berücksichtigen. Bei früher Vorfruchternte (z. B. Grünroggen) bis zur ersten Maidekade sind Sorten der ortsüblichen Reifezahl (ohne Zuschlag) zu empfehlen. Letzter sinnvoller Saattermin in klimatisch günstigen Regionen ist die erste Junidekade. Nur sehr frühreife Sorten kommen für einen solchen späten Saattermin in Frage. Als optimal haben sich hier in Versuchen Sorten mit Reifezahlen von S180 - S200 herausgestellt ([Sortenversuche Spätsaat](#)). Bei Saatterminen ab Anfang Juni ist nicht auszu-

schließen, dass unter ungünstigen Witterungsbedingungen die erforderlichen TS-Gehalte für die Silierung nicht mehr erreicht werden. Solches Erntegut ist für eine Lagerung in Feldsilos auf keinen Fall geeignet.

Weitere Information zu möglichen Vorfrüchten in folgenden Publikationen:

- ▶ [Optimierung des Getreide-GPS-Anbaus für die Biogasnutzung](#)
- ▶ [Welsches Weidelgras im Winterzwischenfruchtanbau für die Biogasanlage](#)
- ▶ [Grünroggen als Biogassubstrat](#)
- ▶ [Wintergetreide - Ganzpflanzensilage als Biogassubstrat](#)

12. Ökologische Aspekte

Der Anbau von Silomais birgt ökologische Vor- und Nachteile. Dies hängt stark von der Bewirtschaftungsform ab.

Die Vorteile sind eine hohe Energiedichte pro Flächeneinheit und damit geringer Flächenbedarf für die Produktion heimischer Energie (Strom, Wärme, Kraftstoff) bei gleichzeitiger, regionaler Wertschöpfung. Außerdem gehört Mais zu den Kulturen mit dem geringsten Pflanzenschutzmitteleinsatz und mit der effizientesten Stickstoffausnutzung aus organischen Düngern (Mineraldüngeräquivalent). Gegenüber anderen Kulturen zeigt Mais bisher die beste Toleranz gegenüber Klimawandelfolgen.

Der größte Nachteil des Silomaisanbaus ist seine hohe Erosivität. In erosionsgefährdeten Lagen ist die Mulchsaat (und andere Maßnahmen, siehe Kapitel 3) eine bedeutende Vorbeugungsmaßnahme, um Bodenabtrag zu verhindern. Ein langfristig überhöhter Maisanteil in der Fruchtfolge ohne Substratrückführung führt zum Humusabbau, wodurch die Bodenfruchtbarkeit

abnimmt. Auch die Vermehrung von Schädlingen kann begünstigt werden. Für eine nachhaltige Landwirtschaft ist daher eine ausgewogene Fruchtfolge unerlässlich, bei der Mais nur alle 2 bis 3 Jahre angebaut wird und Zwischenfrüchte auf dem Feld verbleiben.

Wie bei allen anderen Kulturen sind nachhaltige Anbaupraktiken, wie diversifizierte Fruchtfolgen, Misanbau, konservierende Bodenbearbeitung und präzises Nährstoffmanagement entscheidend.

Die Produktionstechnik für Mais zur Biogaserzeugung unterscheidet sich nicht wesentlich von der zur Futtermittel- oder Nahrungsmittelproduktion. Somit kann davon ausgegangen werden, dass alleine durch die Nutzung zur Energieerzeugung keine zusätzlichen oder erhöhten Umweltbelastungen auftreten ([Umweltwirkungen eines zunehmenden Energiepflanzenanbaus](#)).

Zitiervorlage: Eder, B., Kavka, A., Scheid, L., Gehring, K. und Reisenweber, J. (2025): Silomais als Biogassubstrat In: Biogas Forum Bayern, 3. Auflage - 02/2025, Hrsg. ALB Bayern e.V., www.alb-bayern.de/bif56, Stand [Abrufdatum]



Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und
Landwirtschaftliches Bauwesen (ALB)
in Bayern e.V.
Vöttinger Straße 36, 85354 Freising

Telefon	08161 / 887-0078
Telefax	08161 / 887-3957
E-Mail	info@alb-bayern.de
Internet	www.alb-bayern.de