

## **Wintergetreide zur Erzeugung von Ganzpflanzensilage als Biogassubstrat**



**Nr. 1 – 2/2010**

---

Zusammengestellt für die Arbeitsgruppe I (Substratproduktion) im  
„Biogas Forum Bayern“ von:

# Wintergetreide zur Erzeugung von Ganzpflanzensilage als Biogassubstrat

## 1. Allgemeines

In Bayern wird Getreide-Ganzpflanzensilage (GPS) für die Biogaserzeugung auf einer Fläche von rund 20 000 ha angebaut. GPS hat ein deutlich niedrigeres Ertragspotential als der Silomais, allerdings lassen sich mit GPS maisbetonte Fruchtfolgen auflockern und vielgliedrige Energiefruchtfolgen gestalten. Der Anbau von GPS ist somit ein Beitrag zur langfristigen Sicherung der Bodenfruchtbarkeit und des Ertragspotentials.

## 2. Standortansprüche, Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung, Saattechnik, Saattermin, Saatmenge

Hinsichtlich der Standortansprüche, Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung und Saattechnik, bestehen keine Unterschiede zwischen Getreide für die GPS-Nutzung bzw. für die Kornnutzung.

## 3. Arten- und Sortenwahl

Bei der Wahl der Getreideart für die GPS-Nutzung und deren Einbindung in die Fruchtfolge sind die Ansprüche an den Saat- und Erntetermin der jeweiligen Art zu berücksichtigen. Einen Überblick über die Saat- und Erntetermine gibt Tabelle 1.

Tabelle 1: Saattermine und mittlerer Eintritt der Siloreife von Wintergetreide in Bayern

	Saattermin	Siloreife
Wintergerste	15. Sep. - 25. Sep.	29. Mai - 15. Juni
Winterroggen	25. Sep. - 10. Okt.	8. Juni – 25. Juni
Wintertriticale	25. Sep. - 10. Okt.	10. Juni – 30. Juni
Winterweizen	1. Okt. – 20. Okt.	15. Juni – 5. Juli

Das Ertragspotential der Getreidearten entspricht der Abfolge der Erntereife. So hat die am frühesten räumende Getreideart Wintergerste ein geringeres Ertragspotential als Winterroggen (Tab. 2). Die spätreifen Arten Weizen bzw. Triticale haben dagegen das höchste

Ertragspotential. Grünschnittroggen, der bereits zum Beginn des Ährenschiebens (erste Maiwoche) geerntet wird, bleibt hier unberücksichtigt. Aufgrund seiner hervorragenden Eignung als Vorfrucht vor Silomais wird Grünschnittroggen in einem eigenen Beitrag betrachtet ([Grünroggen für die Biogasanlage](#)), eine detaillierte Darstellung findet sich unter [http://www.lfl.bayern.de/ipz/pflanzenbau\\_biogas/30222/gruenroggen\\_substrat.pdf](http://www.lfl.bayern.de/ipz/pflanzenbau_biogas/30222/gruenroggen_substrat.pdf).

In einem aktuellen Versuchsvorhaben der LfL wird der GPS-Ertrag von Wintergetreide für unterschiedliche Sorten geprüft. Erste Ergebnisse zeigen, dass innerhalb der jeweiligen Art die sortenbedingten Ertragsunterschiede durchaus 20 dt Trockenmasse je Hektar betragen können.

Bei der Sortenwahl ist auf eine gute Standfestigkeit der Sorten zu achten, insbesondere wenn hohe Gärrestgaben eingeplant werden. Lagerndes Getreide führt nicht nur zu Ertragsverlusten und Ernteerschwernissen, nachteilig ist auch der hohe Schmutzeintrag in den Fermenter. Aus diesem Grund ist auch der Einsatz von Wachstumsreglern in der Regel zu empfehlen.

#### 4. Platz in der Fruchtfolge

Getreide-GPS eignet sich als Erstfrucht in einem Zweikulturnutzungssystem (ZKNS). Die Besonderheiten dieses Anbauverfahrens sind unter <http://biogas-forum-bayern.de/publikationen/ZKNS.im.Vergleich.zu.herkoemmlichen.Anbauverfahren.pdf>) nachzulesen. Unter bayerischen Anbaubedingungen ist für einen ertragreichen Zweitfruchtanbau eine frühräumende Erstfrucht, also bevorzugt Wintergerste oder Winterroggen, vorzusehen. Nach späträumender Triticale oder Weizen ist ein Zweitfruchtanbau nicht mehr sinnvoll, da die Zweitfrüchte bei solch späten Saatterminen keinen ausreichend hohen Trockensubstanzgehalt erreichen.

Nach einer spät räumenden Getreide-GPS können auch Zwischenfrüchte angebaut werden. Als Substrat für die Biogasproduktion sind Zwischenfrüchte nicht unproblematisch (z.B. [http://www.lfl.bayern.de/ipz/pflanzenbau\\_biogas/30222/zwischenfrucht\\_substrat.pdf](http://www.lfl.bayern.de/ipz/pflanzenbau_biogas/30222/zwischenfrucht_substrat.pdf)). Je nach den betrieblichen Gegebenheiten ist zu prüfen, ob der Zwischenfruchtanbau nach Getreide-GPS bewährte Funktionen erfüllen soll (z.B. Bodenpflege, Humusmehrung, Erosionsschutz) oder der Substratproduktion dienen kann.

Weizen und Triticale sind so spätsaatverträglich, dass sie in den meisten Fällen nach Silomais angebaut werden können. Gleichzeitig sind diese beiden Arten deutlich ertragsstärker als Roggen oder Gerste, so dass sich die Kombination aus Wintergetreide-Hauptfrucht nach Silomais als eine robuste Alternative anbietet, die deutlich geringere Ansprüche als das ZKNS stellt.

#### 5. Pflege, Pflanzenschutz

Pilzbefall stört nach derzeitigem Kenntnisstand die Methanproduktion nicht. Demzufolge können Krankheiten in einem höheren Maße als bei der Kornnutzung toleriert werden.

## 6. Düngung, Gärrestverwertung (LfL-IAB; F. Lichti)

Bei einem Frischmasseertrag von ca. 300 dt/ha werden durch das Erntegut etwa 170 kg N/ha, 70 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha und 140 kg K<sub>2</sub>O/ha entzogen. Die Kali und Phosphorversorgung ist auf organisch gedüngten Böden meist im ausreichenden Bereich, dennoch sollte auch hier die Bodenversorgungsstufe im Auge behalten werden. Für die Stickstoffdüngung gilt, dass eine frühjahrsbetonte Düngung für die Produktion von GPS vorteilhaft ist, da insbesondere die Förderung des vegetativen Apparates im Vordergrund steht. Um die auszubringende Stickstoffmenge festlegen zu können, sollte auch der N<sub>min</sub>-Gehalt des Bodens berücksichtigt werden. Zu Vegetationsbeginn können über Gärreste bis zu 120 kg NH<sub>4</sub>-N/ha ausgebracht werden. Je nach Ertragserwartung und Bestandsentwicklung kann eine mineralische Ergänzung von 40-60 kg N/ha im 1-Knoten-Stadium nötig sein. Frühe Ausbringungszeitpunkte bei kühler Witterung zu Vegetationsbeginn verringern darüberhinaus gasförmige Stickstoffverluste bei Gärresten. Dies ist insbesondere wichtig, da der in Gärresten vorhandene Stickstoff zu einem hohen Anteil aus Ammonium besteht, welcher bei höheren Temperaturen verlustgefährdeter ist. Auch bei den frühen Ausbringungsterminen ist eine bodennahe Ausbringung vorzuziehen. Aufgrund der Verwertungsrichtung als GPS und den vorgezogenen Ernteterminen sind N-Spätgaben (3. Gabe) nicht sinnvoll.

Abb.1 soll ein Beispiel zur Düngung von Wintertriticale GPS aufzeigen. Hierbei wird von einem Gesamtsollwert von 190 kg N/ha ausgegangen. Davon ist der standortsspezifische N<sub>min</sub>-Gehalt (in diesem Fall mit 40 kg N/ha angesetzt) abzuziehen. Je nach zur Verfügung stehenden Gärrestmengen kann sowohl die erste als auch die zweite Gabe durch Biogasgärreste oder mineralische Düngung abgedeckt werden, wobei zur Berechnung des im Anwendungsjahr zur Verfügung stehenden Stickstoffes der gesamte Ammoniumanteil sowie 10% des org. Stickstoffanteils herangezogen werden. Hiervon werden 75% angerechnet.

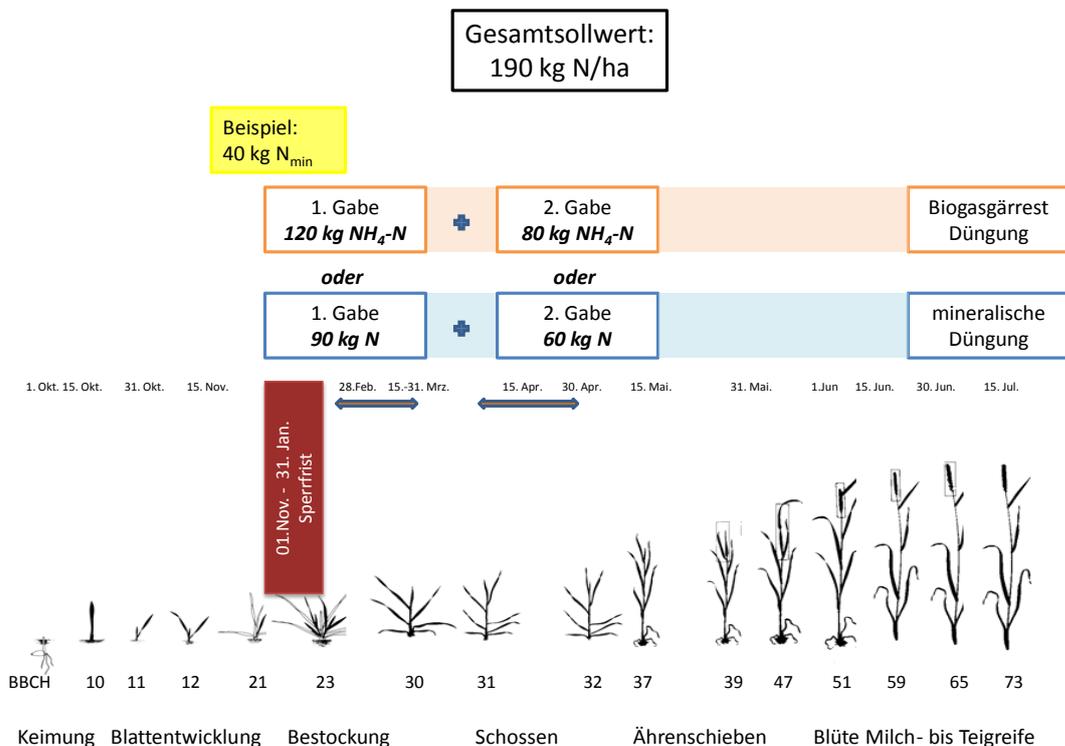


Abb. 1 : Beispiel einer Düngempfehlung zu Wintertriticale Ganzpflanzensilage

## 7. Ernte, optimaler Erntetermin

Die Ernte von GPS ist ab einem Trockensubstanzgehalt von 28 % möglich, wenn aus dem Stand gehäckselt und siliert werden kann. Unabhängig von der jeweiligen Getreideart ist dieser Wert etwa ab der Milchreife erreicht (Abb. 2). Der Korninhalt sollte bei der Nagelprobe noch spritzen, die Pflanzen sind noch grün und beginnen, sich von der Halmbasis her gelb zu verfärben.

TS-Gehalte von weniger als 28 % führen im Silo zu Sickersaftbildung und sind unbedingt zu vermeiden. Der optimale Erntezeitpunkt liegt somit in einem Bereich von 28 – 33 % TS in der Gesamtpflanze. Insbesondere bei großen Siloanlagen mit einer hohen Stapelhöhe sind die höheren Werte anzustreben. Bei TS-Gehalten der Silage unter 30 % kommt es in sehr hohen Silostapeln durch den hohen Druck zu unerwünschter Sickersaftbildung. Zu hohe Trockensubstanzgehalte (> 40 %) sind nicht zu empfehlen, da der Getreidehalm mehr Luft einschließt als beispielsweise der markgefüllte Stängel der Maispflanze.

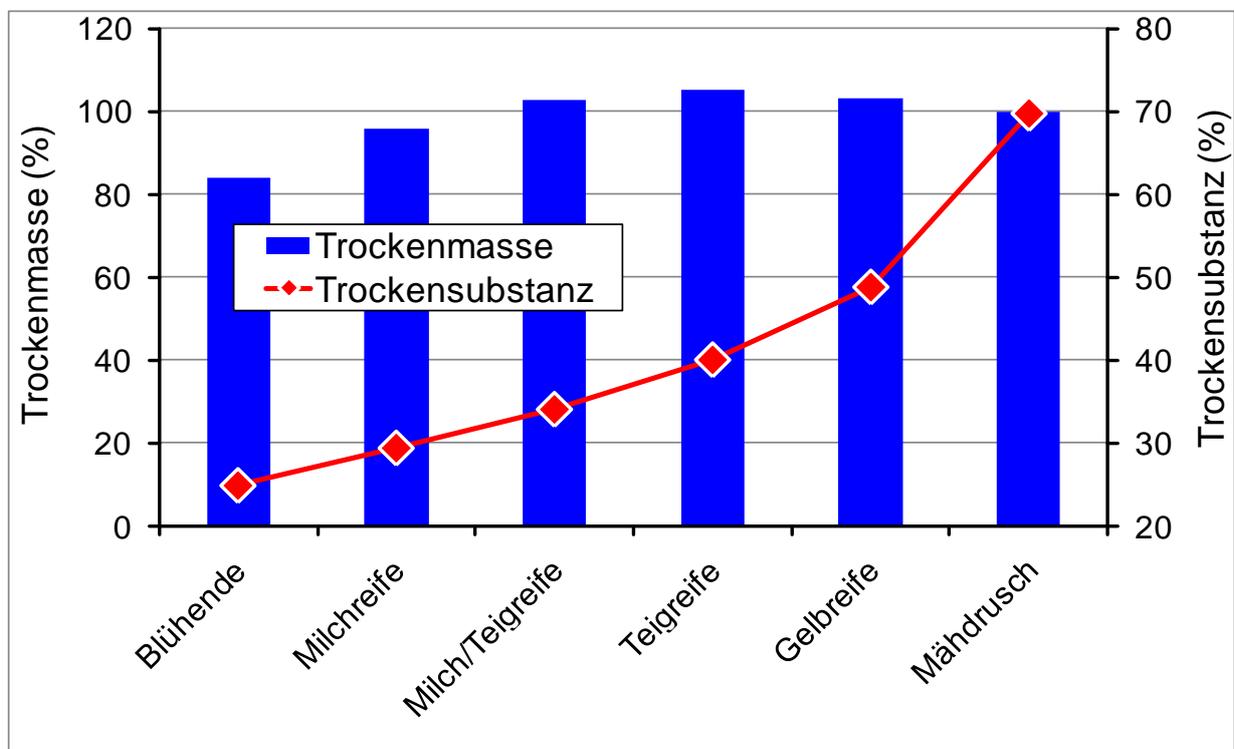


Abbildung 2: Schematischer Verlauf der Trockenmassebildung und des Trockensubstanzgehaltes von Getreide (Trockenmasseertrag zur Druschreife = 100%)

Der Zeitraum von Beginn bis Ende Silierreife (28 – 40 % Trockensubstanz) beträgt etwa zwei bis längstens drei Wochen. Die tägliche Zunahme des Trockensubstanzgehaltes ist bei Triticale und Gerste etwas höher als bei Roggen, so dass Roggen über einen längeren Zeitraum im optimalen Trockensubstanzbereich siliert werden kann. Triticale hat während der Abreife höhere Werte der täglichen Zunahme an Trockenmasse als Gerste oder Roggen, deshalb ist es sinnvoll, bei Triticale einen späteren Erntetermin einzuplanen. Generell ist bei kühler Witterung während der Abreife der tägliche Zuwachs an Trockenmasseertrag und der Anstieg des Trockensubstanzgehaltes niedriger als bei warmer Witterung.

## 8. Erträge, Qualität des Ernteproduktes, Methanausbeuten

In Tabelle 2 sind die Trockenmasseerträge dargestellt, die in einem aktuellen Versuchsvorhaben der LfL bestimmt wurden. Für die absolute Höhe der Werte gilt, dass Parzellenerträge stets durch Randeffekte beeinflusst sind, so dass für den praktischen Anbau rund 20 % abzuziehen sind. Als spezifische Methanausbeute ist in Tabelle 2 sowohl ein berechneter Wert als auch ein experimentell bestimmter Wert angegeben. Dabei basiert die Berechnung der Methanausbeute auf einem Tabellenwerk, in dem durchschnittliche Nährstoffgehalte (Eiweiß, Fett, Kohlenhydrate) und Verdauungsquotienten zugrundegelegt werden (<http://www.lfl.bayern.de/ilb/technik/10225>). Die Laborwerte wurden nach der bei Heuwinkel et al. (2009) beschriebenen Methode bestimmt.

Die aus Tabellenwerten bestimmten spezifischen Methanausbeuten differenzieren nicht zwischen den Getreidearten (Tab. 2). Dagegen zeigen die im Labor ermittelten Werte einen leichten Nachteil für den Winterroggen und einen leichten Vorteil für Wintergerste und Winterweizen. Zukünftige Untersuchungen müssen klären, ob diese Beobachtung tatsächlich unterschiedliche Arteigenschaften bezüglich der Methanausbeute widerspiegelt oder methodisch (Probenahme und –aufbereitung, Jahrgangs- und Ortseffekte, Laborfehler) bedingt ist. **Bis eine abschließende Bewertung der artspezifischen Methanausbeute vorgenommen werden kann, ist davon auszugehen, dass bei Getreide-GPS als Biogassubstrat der Methanertrag je Hektar vom Trockenmasseertrag je Hektar abhängt.** Um den Methanertrag je Hektar zu steigern, sind deshalb die produktionstechnischen Maßnahmen auf die Ausschöpfung des art- und sortenspezifischen Ertragspotentials auszurichten.

Tabelle 2: Erträge, spezifische Methanausbeuten und experimentell bestimmte Methanerträge von Wintergetreide-GPS

	Trockenmasseertrag (dt/ha) <sup>1</sup>	spez. Methanausbeute (NI CH <sub>4</sub> /kg oTM)		Methanertrag (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /ha)
		experimentell	Tabellenwert <sup>4</sup>	experimentell
Wintergerste	105 – 125	395 (27) <sup>3</sup>		4 100 – 4 500
Winterroggen	125 – 140	355 (28)	260 – 280	4 500
Wintertriticale	140 – 165	365 (27)		5 000 – 5 600
Winterweizen <sup>2</sup>	140 – 165	385 (27)		n.b.

<sup>1</sup>Parzellenerträge sind um 20 % höher als Praxiserträge

<sup>2</sup>Trockenmasseerträge Winterweizen geschätzt

<sup>3</sup>Stichprobenumfang in Klammern; Methodenbeschreibung siehe Heuwinkel et al. 2009

<sup>4</sup><http://www.lfl.bayern.de/ilb/technik/10225>

## 9. Ökologische Aspekte

Der Anbau von Wintergetreide hat günstige Effekte in einer Biogasfruchtfolge. Dabei ist an erster Stelle die Auflockerung maisbetonter Anbaufolgen zu nennen. Bei der Bekämpfung von Fruchtfolgeschädlingen wie dem Maiswurzelbohrer sind Anbaupausen das wirksamste Mittel. Auch die Bodenbedeckung im Winterhalbjahr und die zeitig im Frühjahr einsetzende Nährstoffaufnahme bringen hinsichtlich der Verminderung der Nährstoffauswaschung und der pflanzenbaulich sinnvollen Ausbringung des organischen Düngers Vorteile gegenüber dem Mais. Zudem stellt sich der kulturarten- und bewirtschaftungsbedingte Bodenabtrag in getreidereichen Fruchtfolgen günstiger dar als in maisbetonten Fruchtfolgen. Bei GPS-Nutzung können Krankheiten und Schädlinge in einem höheren Maße toleriert werden als dies beim Drusch der Fall ist. Daraus ergibt sich beim Pflanzenschutzmitteleinsatz ein Einsparpotential gegenüber der herkömmlichen Korunnutzung.

Mit dem Anbau von Getreide-GPS können allerdings auch Nachteile verbunden sein. Bei der GPS-Nutzung ist das Produktionsziel silierfähige Biomasse. Das Erntegut besteht aus Korn plus Stroh und hat einen höheren Wassergehalt als bei der Druschreife, so dass bei der GPS-Ernte deutlich mehr Masse anfällt als beim Mähdrusch (ca. Faktor 5). Damit erhöht sich das Risiko von Schadverdichtungen. Außerdem ist der Erntetermin gegenüber dem Drusch vorverlegt. Da im Mai und Juni aber viele Tierarten der Agrarlandschaft ihre Hauptbrut- und Aufzuchtzeit haben, besteht die Gefahr von Störungen und Verlusten.

## 10. Literatur:

Heuwinkel, H., A. Aschmann, R. Gerlach und A. Gronauer (2009): Die Genauigkeit der Messung des Gasertragspotentials von Substraten mit der Batchmethode. In: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.): Internationale Wissenschaftstagung Biogas Science 2009, Erding; Band 1. LfL-Schriftenreihe 15/2009: 95-103.

## Das „Biogas Forum Bayern“ ist eine Informationsplattform zum Wissenstransfer für die landwirtschaftliche Biogasproduktion in Bayern

### Arbeitsgruppe I (Substratproduktion)

hier erarbeiten Experten Publikationen zu folgenden Themen:

- Züchtung und Anbau von Nachwachsenden Rohstoffen
- Fruchtfolgen
- Gärrestverwertung und Düngung

### Mitglieder der Arbeitsgruppe I (Substratproduktion)

- **Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Ansbach und Bamberg**
- **Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V.**
- **Bayerisches Landesamt für Umwelt**
- **Fachverband Biogas**
- **Landesanstalt für Landwirtschaft**
  - Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
  - Institut für Landtechnik und Tierhaltung
  - Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz
- **Landeskuratorium für pflanzliche Erzeugung**
- **Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe**



#### Herausgeber:

Arbeitsgemeinschaft Landtechnik  
und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V.  
Vöttinger Straße 36  
85354 Freising  
Telefon: 08161/71-3460  
Telefax: 08161/71-5307  
Internet: <http://www.biogas-forum-bayern.de>  
E-Mail: [info@biogas-forum-bayern.de](mailto:info@biogas-forum-bayern.de)

2. Auflage März 2010