

## **Amarant als spurenelementreiches Biogassubstrat**



**Nr. 1 – 5/2018**

---

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

Technologie- und Förderzentrum  
im Kompetenzzentrum  
für Nachwachsende Rohstoffe



Veronika Eberl  
Dr. Maendy Fritz

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemeines</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Standortansprüche</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung</b> .....	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Saattermin, Saatgut, Saattechnik, Saatstärke und Reihenweite</b> .....	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>Sortenwahl</b> .....	<b>4</b>
<b>6</b>	<b>Platz in der Fruchtfolge</b> .....	<b>4</b>
<b>7</b>	<b>Pflege und Pflanzenschutz</b> .....	<b>4</b>
<b>8</b>	<b>Düngung und Gärrestverwertung</b> .....	<b>4</b>
<b>9</b>	<b>Ernte und optimaler Erntetermin</b> .....	<b>5</b>
<b>10</b>	<b>Eignung als Zweitkultur</b> .....	<b>5</b>
<b>11</b>	<b>Ertragspotenzial und Methanausbeute</b> .....	<b>5</b>
<b>12</b>	<b>Spurenelementgehalte im Substrat</b> .....	<b>6</b>
<b>13</b>	<b>Fazit</b> .....	<b>7</b>
<b>14</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>7</b>

## Kurzsteckbrief

<b>Saattermin:</b>	Anfang bis Mitte Mai, bei Frostgefahr erst nach den Eisheiligen ab 15.05.
<b>Saatstärke:</b>	150 keimfähige Körner/m <sup>2</sup> ; je nach TKG 0,5 – 1,5 kg/ha
<b>Saattechnik:</b>	Drillsaat mit 37,5 cm Reihenabstand
<b>Arten- und Sortenwahl:</b>	aktuell nur eine, vom Bundessortenamt zugelassene Sorte: Bärnkrafft
<b>Pflanzenschutz:</b>	mechanische Unkrautbekämpfung mit Hacke oder Herbizideinsatz (Mikado, 1,5 l/ha im Nachauflauf, Zulassungsende 31.12.2016) wegen geringer Konkurrenzkraft des Amarants im Jugendstadium
<b>Düngung:</b>	N: 130 kg/ha Bedarfswert (+10 kg bzw. -15 kg N/ha je 50 dt FM/ha Ertragsunterschied) P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : 50 kg/ha K <sub>2</sub> O: 100 kg/ha
<b>Ernte:</b>	GPS-Ernte ab Anfang Oktober mittels Häcksler, möglichst spät für weitestgehende Abreife, jedoch unbedingt vor Einsetzen der ersten Fröste  Ertragsniveau etwa 100 dt TM/ha
<b>Pot. Methanausbeute:</b>	etwa 270 NI/kg oTM
<b>Besonderheit:</b>	außergewöhnlich hohe Spurenelementgehalte im Substrat

## 1 Allgemeines

Amarant (*Amaranthus*) ist eine Kulturart mit großer Historie, deren Korn bereits vor Jahrtausenden von den Hochkulturen Südamerikas als nahrhaftes Nahrungsmittel geschätzt wurde, im Laufe der Zeit aber zunehmend in Vergessenheit geriet. Im Gegensatz zu den klassischen Getreidearten wie Weizen, Gerste oder Roggen ist Amarant nicht den Süßgräsern sondern der Familie der Fuchsschwanzgewächse (*Amaranthaceae*) zuzuordnen und wird mit seinen getreideähnlichen Eigenschaften auch als Pseudocerealie bezeichnet.

Als C4-Pflanze verfügt Amarant über eine besonders effiziente Form des Stoffwechsels, die es ihm erlaubt, auch unter trockenen Bedingungen und auf kargen Böden bestehen zu können. Gleichzeitig hat Amarant – ähnlich wie Sorghum – einen hohen Wärmeanspruch und ist sehr frostempfindlich.

Für einen Einsatz in der Biogasproduktion prädestiniert sich die Kulturart mit ihrem hohen Gehalt an Spurenelementen, welche den Gärprozess im Fermenter positiv beeinflussen können. Es wäre damit unter Umständen möglich, entsprechenden Mangelerscheinungen wie Prozessstörungen vorzubeugen und dennoch auf einen Zusatz von Spurenelementpräparaten zu verzichten, wie es in der TRGS 600 mit der Pflicht zur Substitutionsermittlung und –prüfung vorgesehen ist.

## 2 Standortansprüche

Vom erhöhten Wärmebedarf abgesehen stellt sich Amarant als eine genügsame Kulturart dar, die sich verschiedensten Boden- und Standortbedingungen anzupassen vermag. Die geringe Konkurrenzkraft der Jungpflanzen gegenüber Unkräutern sollte bei der Auswahl einer geeigneten Anbaufläche berücksichtigt werden.

## 3 Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung

Um ein sicheres Auflaufen des feinkörnigen Saatgutes zu gewährleisten, bedarf es einer optimalen Saatbettbereitung mit einem feinen, gut abgesetzten Saatbett. Auf Standorten mit verstärkter Verschlammungsgefahr ist ein etwas gröberes Saatbett zur besseren Wasserinfiltration zu bevorzugen, da die oberirdisch keimenden Amarantpflanzen nicht über ausreichend Triebkraft verfügen um verkrustete Oberflächen zu durchbrechen. Optimale Bedingungen für einen guten Feldaufgang werden mit einem lockeren Boden mit stabiler Struktur und gleichzeitig guter Wasserführung geschaffen.

## 4 Saattermin, Saatgut, Saattechnik, Saatstärke und Reihenweite

Amarant ist sehr frostempfindlich und als ähnlich wärmeliebend wie Sorghum einzustufen. Um Frostschäden vorzubeugen, sollte die Aussaat deshalb erst ab Anfang Mai erfolgen, bei Spätfrostgefahr besser erst ab Mitte Mai.

Als Saatverfahren eignen sich sowohl der Einsatz üblicher Drilltechnik als auch die Verwendung spezieller Einzelkornsäegeräte für Feinsämereien mit exakter Tiefenablage. Der Reihenabstand kann dabei auf den üblichen Getreideabstand festgelegt werden. Um die Option

einer mechanischen Unkrautbekämpfung zu einem späteren Zeitpunkt offen zu halten, hat es sich jedoch bewährt, den Reihenabstand, abhängig von der vorhandenen Hacktechnik, auf bis zu 37,5 cm zu erweitern.

Für eine angemessene Bestandesdichte ist eine Saatedichte von 150 keimfähigen Körnern/m<sup>2</sup> anzustreben. Je nach Keimfähigkeit und Tausendkorngewicht entspricht dies einer Saatemenge von 0,5 bis 1,5 kg/ha. Um bei dieser geringen Menge eine gleichmäßige Ablage sicherzustellen, empfiehlt sich bei Einsatz des Drillverfahrens eine Aufmischung des Saatgutes mit zweckmäßigen Füllmaterialien wie z.B. Gries oder Semmelbrösel.

## 5 Sortenwahl

Aktuell existiert auf dem deutschen Saatgutmarkt nur eine einzige vom Bundessortenamt zugelassene Amarantsorte. Die Sorte Bärnkrafft ist der Art des *Amaranthus cruentus* zuzuordnen und wird vorwiegend zur Körnernutzung angebaut.

## 6 Platz in der Fruchtfolge

Da Amarant mit keiner der üblichen landwirtschaftlichen Kulturen verwandt ist, stellt er keine besonderen Ansprüche an die Fruchtfolgestellung. Zu vermeiden ist der Anbau auf Flächen mit großen Mengen an Vorfruchtückständen. Diese bergen die Gefahr einer unkontrollierten Stickstoffnachlieferung, welche ein starkes vegetatives Wachstum fördert und somit die Lagerneigung der Bestände begünstigt.

## 7 Pflege und Pflanzenschutz

Amarant weist eine langsame Jugendentwicklung auf und ist damit sehr empfindlich gegenüber Unkräutern. Zur chemischen Unkrautbekämpfung ist seit 2006 das Herbizid Mikado im Nachauflauf zur Bekämpfung von einjährigen zweikeimblättrigen Unkräutern (ausgenommen Unkraut-Amarantarten) vom 4-Blatt- bis zum 6-Blatt-Stadium zugelassen (Aufwandmenge: 1,5 l/ha in 200 bis 400 l Wasser, Zulassungsende 31.12.2016). Optional ist mechanisch ein- bis zweimaliges Hacken bei einer Wuchshöhe von 5 bis 10 cm möglich. Weitergehende Pflanzenschutzmaßnahmen sind im Allgemeinen nicht nötig.

## 8 Düngung und Gärrestverwertung

Die Düngung sollte generell verhalten erfolgen. Neben der bereits erwähnten Lagerproblematik ist auch im Hinblick auf das zögerliche Abreifeverhalten ein zu hohes Angebot an Stickstoff unerwünscht. Für eine gute Bestandsentwicklung auch zur GPS-Nutzung genügt der Bedarfswert von 130 kg N/ha für einen mittleren Ertrag von 350 dt FM/ha sowie etwa 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha und 100 kg K<sub>2</sub>O/ha. Bei Ertragsdifferenzen von jeweils 50 dt FM/ha sind Zuschläge von 10 kg N/ha bzw. Abschläge von 15 kg N/ha zu berücksichtigen. Auch Stallmist, Gülle und Gärreste sind, entsprechend des Nährstoffbedarfs bemessen, gut verträglich.

## 9 Ernte und optimaler Erntetermin

Um ein weitestgehendes Abreifen der Bestände mit möglichst hohen Trockensubstanzgehalten zu erreichen, sollte der Erntetermin im Oktober möglichst spät aber unbedingt noch vor Einsetzen der ersten Fröste angesetzt werden.

Als Erntetechnik empfiehlt sich für eine Bergung der Gesamtpflanze der Einsatz eines Feldhäckslers mit Maiserntevorsatz.

## 10 Eignung als Zweitkultur

Prinzipiell ist Amarant als Zweitkultur geeignet, beispielsweise nach Grünroggen. Bedingt durch die Frostempfindlichkeit der Bestände im Herbst ist aber auch bei der Nutzung als Zweitfrucht eine Aussaat bis spätestens Mitte Juni anzustreben, um den durchschnittlich notwendigen Vegetationszeitananspruch von 120 Tagen erfüllen und eine ausreichende Abreife der Bestände gewährleisten zu können.

## 11 Ertragspotenzial und Methanausbeute

Die in der Literatur ausgewiesenen Werte zur Ertragsleistung von Amarant differieren in Abhängigkeit des Anbaugesbietes und der klimatischen Rahmenbedingungen teils erheblich. Auf bayerischen Standorten sind Trockenmasseerträge in einer Größenordnung zwischen 80 und 100 dt TM/ha als realistisch einzustufen. Diese Einschätzung stützt sich auf die Ergebnisse eines einjährigen Sortenscreenings von 150 verschiedenen Amarant-Genotypen am Technologie- und Förderzentrum (TFZ) auf einem Lössstandort bei Straubing. Im eher schwierigen Vegetationsjahr 2013 konnte im Mittel der betrachteten Genotypen eine Ertragsleistung von 94 dt/ha realisiert werden. Die aktuell einzige in Deutschland eingetragene und damit für den Praxisanbau relevante Sorte, „Bärnkrafft“, lag mit einem Trockenmasseertrag von 98,2 dt/ha leicht über dem Durchschnitt.

Als kritisch ist das zögerliche Abreifeverhalten des Amarants zu beurteilen – der für eine verlustfreie Silierbarkeit angestrebter Trockensubstanzgehalt von über 28 % wurde von der Mehrheit der Genotypen, wie auch von der Sorte Bärnkrafft mit durchschnittlich 26 %, nicht erreicht. Zu empfehlen ist deshalb eine Mischsilierung mit trockenmassezreicheren Kulturarten wie z.B. Mais.

Neben dem Trockenmasseertrag wird das Biogasertragspotenzial einer Kultur als weiteres Kriterium herangezogen, um deren Eignung als Energiepflanze beurteilen zu können. Im Hohenheimer Biogasertragstest wurde von den betrachteten Amarant-Genotypen eine mittlere potenzielle Methanausbeute von 270 l CH<sub>4</sub>/kg oTS erzielt, wobei die Spannweite der ermittelten Werte von 240 bis 310 l CH<sub>4</sub>/kg oTS reichte und damit das Potenzial in Abhängigkeit des betrachteten Genotyps relativ stark streute.

Mit den realisierten Trockenmasse- und Methanerträgen bleibt Amarant zwar noch deutlich hinter den etablierten und züchterisch bereits intensiv bearbeiteten Energiepflanzen wie Mais und Sorghum zurück, bietet aber eine solide Ausgangsbasis für eine weitere züchterische Bearbeitung in Richtung Biogasnutzung.

## 12 Spurenelementgehalte im Substrat

Auf Grundlage der im Sortenscreening integrierten Spurenelementanalyse konnten für Amarant zudem außergewöhnlich hohe Spurenelementgehalte im Substrat bestätigt werden. Mit dieser herausragenden Eigenschaft eröffnet sich die Option, allein mit der Zugabe von Amarant als spurenelementreiches Cosubstrat eine ausreichende Versorgung der am Biogasprozess beteiligten Mikroorganismen mit den für sie essentiellen Mikronährstoffen sicher zu stellen. Auf eine Zugabe der in vielerlei Hinsicht umstrittenen, industriell hergestellten Spurenelementadditive könnte auf diese Weise verzichtet werden.

Eine besondere Bedeutung wird dabei den Spurenelementen Cobalt, Nickel, Selen und Natrium zugemessen. Diese Elemente liegen in manchen Pflanzen wie z.B. Mais in sehr geringen Konzentrationen vor und haben als limitierende Faktoren für die Aktivität und das Wachstum der Mikroorganismen im Gärprozess eine besondere Funktion für eine maximale Methanausbeute (Munk et al., 2010; Pobeheim et al. 2011; Feher et al. 2013; Munk et al., 2014).

Im Vergleich zu Mais lagen die Cobaltgehalte von Amarant im Durchschnitt bei der 11-fachen Konzentration, bei Nickel wurden in Abhängigkeit des Genotyps bis zu viermal so hohe Werte erzielt (Abbildung 1).

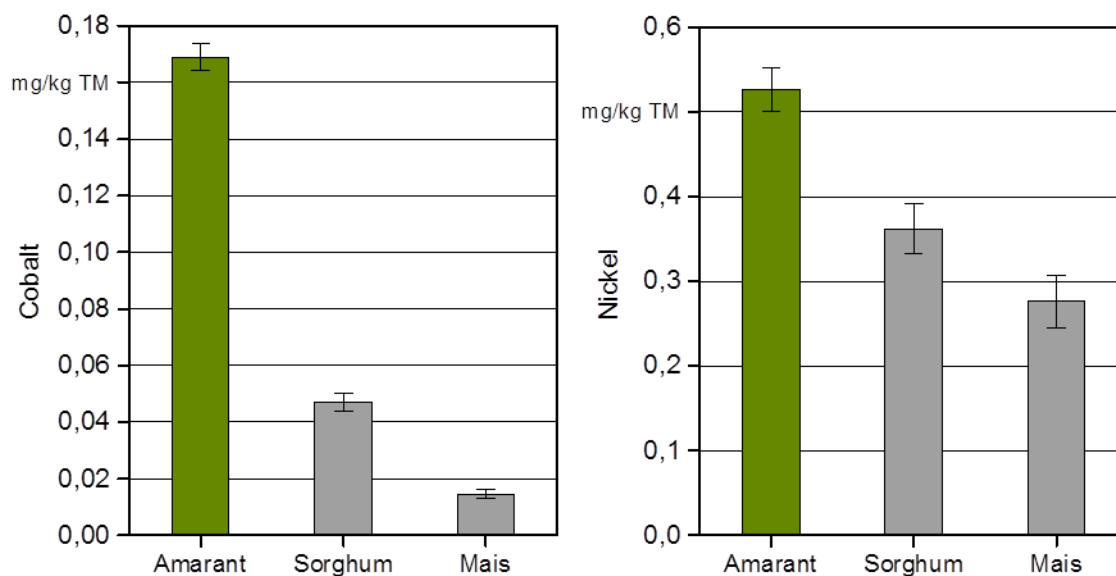


Abbildung 1: Cobalt- und Nickelgehalt von Amarant im Vergleich zu Mais und Sorghum

Greift man die Spitzenwerte der Sorte „Gelber Amarant“ heraus, welcher mit Cobaltgehalten von 0,26 mg/kg TM und einer Nickelkonzentration von 1,1 mg/kg TM die durchschnittlichen Spurenelementgehalte von Amarant nochmals deutlich übertrifft, könnte allein mit der Zuzugabe von 30 % „Gelber Amarant“ zum Hauptsubstrat Mais eine ausreichende Spurenelementversorgung im Fermenter sichergestellt werden. Die Sorte Bärnkrafft erzielte mit einem Cobaltgehalt von 0,18 mg/kg TM und einem Nickelgehalt von 0,91 mg/kg TM noch leicht überdurchschnittliche aber deutlich geringere Ergebnisse als der Gelbe Amarant. Grundsätzlich ist bei der Nutzung als Cosubstrat auf eine höchstmögliche Spurenelementdichte zu achten, um bereits mit geringer Einsatzmenge die notwendigen Spurenelementkonzentrationen

zu erreichen und zusätzliche Aufwendungen wie z.B. den Mehrbedarf an Fläche möglichst gering zu halten.

### 13 Fazit

Auf Grundlage der Erkenntnisse aus dem einjährigen Versuchsanbau am Standort Straubing kann Amarant grundsätzlich Potenzial als Energiepflanze zugesprochen werden. Die hohen Spurenelementgehalte im Substrat prädestinieren die Kulturart für einen Einsatz in der Biogaserzeugung. Als kritisch zu bewerten ist bis dato das stark witterungsabhängige Abreifeverhalten des Amarants und die damit verbundene, schlechte Silierfähigkeit. Eine Anbauempfehlung für die Praxis wäre – zumindest unter den klimatischen Bedingungen Bayerns – deshalb aktuell verfrüht.

### 14 Literatur

Feher, A.; Fritz, T.; Loewen, A.; Nelles, M. (2013): Bedarfsgerechter Einsatz von Spurenelement-Biogasadditiven unter Berücksichtigung der Bioverfügbarkeit. Beitrag zum Biogas Innovationskongress am 23. - 24. Mai 2013 in Osnabrück

Munk, B.; Bauer, C.; Gronauer, A.; Lebuhn, M. (2010): Population dynamics of methanogens during acidification of biogas fermenters fed with maize silage. Eng. Life Sci. 10/6:496-508, doi:10.1002/elsc.201000056

Munk, B.; Lebuhn, M. (2014): Process diagnosis using methanogenic *Archaea* in maize-fed, trace element depleted fermenters. Anaerobe 29, 22-28; DOI:10.1016/j.anaerobe.2014.04.002

Pobeheim, H.; Munk, B.; Lindorfer, H.; Guebitz, G. (2011): Impact of nickel and cobalt on biogas production and process stability during semicontinuous anaerobic fermentation of a model substrate for maize silage. Water research 45, 781–787

TRGS 600: Technische Regeln für Gefahrstoffe – Substitution. <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/TRGS-600.html>

### Zitiervorschlag:

Eberl, V.; Fritz, M. (2018): Amarant als spurenelementreiches Biogassubstrat. In: Biogas Forum Bayern Nr. I - 5/2018, Hrsg. ALB Bayern e.V., [Link], Stand [Abrufdatum]



---

**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 Bamberg und Ansbach**
- **Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft**  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung  
Institut für Landtechnik und Tierhaltung  
Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz
- **Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau**
- **Bayerisches Landesamt für Umwelt**
- **C.A.R.M.E.N. e.V.**
- **Landeskuratorium für pflanzliche Erzeugung in Bayern**
- **Landwirtschaftliche Lehranstalten Triesdorf**
- **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)