



Sorghum für die Verwendung in Biogasanlagen

Allgemeines

Weltweit wird Sorghum in erster Linie zur Körnernutzung angebaut. Dabei rangiert es unter den wichtigsten Getreidearten an fünfter und in Afrika an erster Stelle. Der größte Produzent war im Jahr 2010 Nigeria, dicht gefolgt von den USA und Indien (Abbildung 1).

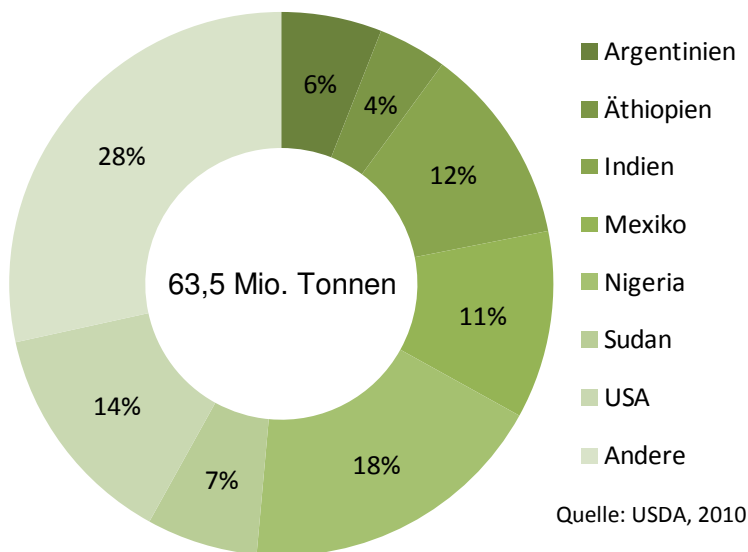


Abbildung 1: Weltweite Körnersorghumproduktion im Jahr 2010, Stand November 2010

Sorghumkörner sind darüber hinaus ein wichtiges Futtermittel für Milchkühe, Mastrinder, Schweine, Legehennen, Mastgeflügel und sogar für den Haustierbereich. Mit 13,13 MJ ME liegt ihr Futterwert nur knapp unter dem von Maiskörnern (14,08 MJ ME). Etwa 12 % des gesamten Aufkommens an Sorghumkörnern fließen gegenwärtig in die Produktion von Bioethanol ein. Auch für diesen Verwendungszweck wird eine steigende Tendenz prognostiziert.

Der Fokus des Sorghumanbaus in Deutschland liegt allerdings auf seinem Einsatz als Substrat für Biogasanlagen, um hier den Mais sinnvoll zu ergänzen. Für diese Nutzungsrichtung ist der Trockenmasseertrag der Gesamtpflanze interessant, der je nach Sorghumart und -sorte in günstigen Lagen 20 t/ha übersteigen kann. Als C4-Pflanze ist Sorghum wie der Mais bei hoher Temperatur und Sonnenstrahlung sehr massewüchsig. Wegen der Gefahr der Blausäureakkumulation unter unseren kühlen Bedingungen wird von einer Verfütterung von Ganzpflanzen frisch oder als Silage dringend abgeraten.

Systematik und Sorten

Die großkörnigen Sorghumhirsen stammen mit großer Wahrscheinlichkeit von der Wildart *Sorghum arundinaceum* ab, deren Domestikationsgebiet im nordöstlichen Teil Afrikas vermutet wird. Alle daraus abgeleiteten einjährigen Kulturformen werden unter der Art *S. bicolor* gefasst, für die zahlreiche Synonyme existieren, unter anderem *S. vulgare*, *S. saccharatum*, forage sorghum, sweet sorghum, broomcorn und Kaffir-Corn. Eine Unterteilung von *S. bicolor* auf der Basis der Ährchenmorphologie in Rassen (bicolor, guinea, caudatum, kafir, durra), die eng mit ihrer geo-

In vielen Teilen der Welt gehört Sorghum zu den Grundnahrungsmitteln; traditioneller Weise werden die stärkehaltigen Karyopsen zu Brei, ungesäuertem Brot, Dauergebäck, Couscous und sogar zu Bier verarbeitet. Im Sudan zum Beispiel werden *kisra*-Fladen gebacken und in Westafrika wird aus den geschroteten Körnern *tuwo* gekocht. Sorghum hat als Nahrungsmittel einzigartige Eigenschaften - alle Sorten sind glutenfrei und etliche von ihnen reich an Antioxidantien. Auch die moderne Lebensmittelindustrie insbesondere in den USA und in Japan hat Sorghum für die Produktion von hochwertigen Snacks wiederentdeckt.

Sorghumkörner sind darüber hinaus ein wichtiges Futtermittel für Milchkühe, Mastrinder, Schweine, Legehennen, Mastgeflügel und sogar für den Haustierbereich.



Abbildung 2: Morphologisch zeichnet sich Sorghum durch eine bemerkenswerte Vielfalt aus

graphischen Herkunft korrelieren, wird mitunter noch in der Pflanzenzüchtung gebraucht. Für praktische Belange erscheint es sinnvoll, die Sorten von *S. bicolor* nach deren Hauptnutzungsrichtung und dementsprechend ihrem Gesamthabitus in den Körnertyp, den Futtertyp und den Dualtyp einzuteilen. Zahlreiche weitere wirtschaftlich relevante Sorghumarten sind das Ergebnis einer natürlichen oder züchterischen interspezifischen Hybridisierung. So ist die Art *S. sudanense* oder das echte Sudangras (Synonym: *S. x drummondii*) ein natürliches Kreuzungsprodukt von *S. bicolor* und *S. arundinaceum*. Die interspezifischen Zuchthybriden von *S. bicolor* und *S.*

sudanense werden im OECD Sortenkatalog in der Kategorie *S. bicolor* x *S. sudanense* gelistet. In unseren Breiten ohne Bedeutung sind die Arten *S. halepense* (Johnsongras) und *S. x alnum* (Columbusgras). *S. halepense* entstammt der Kreuzung von *S. bicolor* und *S. propinquum*, die als Futterpflanze genutzt wird, verwildert allerdings weltweit zu den lästigsten, schwer bekämpfbaren Ungräsern gehört. *S. x alnum* schließlich ist ein Kreuzungsprodukt zwischen *S. bicolor* und *S. halepense* und wird als Futterpflanze zur Beweidung angebaut.

S. bicolor - Futtertyp:

Der Futtertyp von *S. bicolor* zeichnet sich durch dickstängelige (bis zu 2,5 cm Stängeldurchmesser) und wenig bestockende Pflanzen mit breitem Blatt (bis zu 7 cm) aus. Hierunter fallen sehr massewüchsige Sorten, die unter niederbayerischen Anbaubedingungen bis 4,5 m Wuchshöhe erreichen und deren Aussehen in den frühen Entwicklungsabschnitten sehr dem Mais ähneln. Erst der fehlende Kolbenansatz ermöglicht es auch einem Laien, Mais und Sorghum sicher zu unterscheiden. In der Praxis wird dieser Typ auch unter Zuckerhirse geführt. Allerdings sollte diese Bezeichnung Sorten mit sehr hohem Zuckergehalt im Stängel vorbehalten bleiben, die in den USA zur Gewinnung von Sirup geschätzt und neuerdings auch in Bayern auf ihre Eignung zur Ethanolgewinnung in Anlehnung an das Produktionsverfahren von Zuckerrohr untersucht werden. Die Sorten des Futtertyps eignen sich zur Silagegewinnung. Unter günstigen Bedingungen sind Trockenmasseerträge von bis zu 25 t/ha möglich. Bei einem Ertrag von 15 t/ha TM kann mit einer Ausbeute von ca. 4.500 m³ Methan gerechnet werden. Beispiele für in Deutschland verfügbare Sorten sind Sucrosorgo 506 (spät), Goliath, Herkules (mittelspät), Maja und Zerberus (mittelfrüh), die im OECD-Sortenkatalog als *Sorghum bicolor* klassifiziert werden.

S. bicolor - Körnertyp:

Dieser wurde züchterisch dahingehend bearbeitet, dass ein maschineller Drusch möglich ist. Das Ergebnis sind vergleichsweise kurzstängelige (ca. 1,5 m) Pflanzen mit hoher Standfestigkeit und kompakter, gleichmäßig abblühender Rispe. Unter bayerischen Anbaubedingungen ist eine Kornnutzung selbst bei frühen Sorten nicht ratsam. Für eine Nutzung als Biogassubstrat stehen dem vergleichsweise niedrigen Ertragsniveau der Körnerhirschen von ca. 10 t/ha Trockenmasse ihre regelmäßig hohen Trockensubstanzgehalte gegenüber. Sorten sind z. B. Friggo, Arlys und Alföldi (früh bis mittelfrüh). Sie werden im OECD-Katalog als *Sorghum bicolor* geführt.

S. bicolor - Dualtyp:

Sorten dieses Typs nehmen eine Zwischenstellung zwischen dem Futter- und dem Körnertyp ein und weisen dementsprechend eine sehr große Variabilität in Habitus und Ertragsleistung auf. Mit Wuchshöhen bis zu 3 m können sie Trockenmasseerträge von ca. 15 t/ha realisieren. Sorten, wie z. B. Arbatax (mittelfrüh), Top Silo und Super Sile 15 (mittelspät), stehen im OECD-Katalog unter *Sorghum bicolor*.

S. sudanense - Sudangras:

Sudangras ist eine dünnstängelige (ca. 1 cm Stängeldurchmesser), schmalblättrige (ca. 2,5 cm Blattbreite) und stark bestockende Sorghumart mit einer mittleren Wuchshöhe von 3 m. Nach der Blüte schreitet seine Verholzung rasch voran. Die Fähigkeit Seitentriebe auszubilden steht in Zusammenhang mit der Stickstoffversorgung, dem Wasserangebot und der Belichtung des Bestockungsknotens und bleibt bis zum Vegetationsende erhalten. Aufgrund seines starken Wiederaustriebsvermögens eignet sich Sudangras auch zur mehrschnittigen Nutzung (mit Anwelken). Das Ertragsniveau bei einschnittiger Nutzung bewegt sich in der Straubinger Gäulage zwischen 12 und 15 t/ha Trockenmasse. Die fortlaufende Bestockung bis weit in den Herbst hinein bedingt häufig unterdurchschnittliche Trockensubstanzgehalte. Beispiele für in Deutschland verfügbare Sorten sind Piper, Vercors, Akklimat und Trudan Headless (mittelspät bis spät), die im OECD-Sorten katalog als *Sorghum sudanense* klassifiziert werden.

Sorghum bicolor x Sorghum sudanense:

Diese interspezifischen Hybriden stellen hinsichtlich Stängeldicke, Blattbreite, Bestockungsneigung und Wiederaustriebsvermögen eine Zwischenstellung zwischen *S. bicolor* (Futtertyp) und *S. sudanense* dar. Mittelspäte und späte Sorten erreichen ähnlich hohe Biomasseerträge wie die Futtersorten von *S. bicolor* vergleichbarer Reifegruppen. Beispiele für in Deutschland verfügbare Sorten sind Susu, Green Grazer (mittelspät), Mithril, Freya, Bovital (mittelfrüh) oder Lussi (früh). Im OECD-Sorten katalog werden diese Sorten als *Sorghum bicolor x Sorghum sudanense* geführt.

Anbauhinweise

Ansprüche an Boden und Klima

Kalte und staunasse Standorte sind unbedingt zu meiden, ansonsten stellt Sorghum keine besonderen Bodenansprüche. Es gedeiht in einem pH-Bereich von 5,0 bis 8,5 und ist salz- und alkalitolerant. Sorghum ist wie der Mais eine sehr wärmeliebende Kulturart. Es verträgt jedoch Trockenheit besser und viele Sorten können bei 450 mm Jahresniederschlag noch gute Erträge bilden. Sorghum ist noch kälteempfindlicher als der Mais, was seiner verfügbaren Vegetationszeit unter hiesigen Verhältnissen sehr enge Grenzen setzt. Das Reifeprognosemodell von Mais nach AGPM zugrunde gelegt und mit einer Basistemperatur von 10 °C an Sorghum angepasst, benötigen mittelspäte Sorten bis zum Rispschieben eine Wärmesumme von 850 - 900 und bis zur Blüte von 950 - 1000. Frühe Sorten befinden sich dann bereits in der Milch- oder Teigreife.

Fruchtfolge

Sorghum ist mit sich selbst verträglich. An die Vorfrucht werden zwar keine besonderen Ansprüche gestellt, aufgrund ihrer zögerlichen Jugendentwicklung sind allerdings Vorfrüchte zu bevorzugen, die das Feld möglichst unkrautfrei räumen. Besonders geeignet ist Wintergetreide, das spätestens Anfang Juni als GPS-Getreide geerntet wird. Der Erreger für die Späte Rübenfäule (*Rhizoctonia solani*) wird vereinzelt an Sorghumwurzeln gefunden, so dass Sorghum in Gebieten mit intensivem Rübenanbau nicht als Gesundungsfrucht gewertet werden kann.

Bodenbearbeitung

Es kann die übliche Anbaukombination wie bei Mais, Getreide oder Zuckerrüben zur Saatbettbereitung verwendet werden. Allerdings sind die Ansprüche von Sorghum an einen gut durchgearbeiteten, abgesetzten Boden mit feinkrümeligem Saatbett deutlich höher als bei Mais. Auf den kapillaren Wasseranschluss des Saatgutes ist unbedingt zu achten.

Aussaat

Sorghum benötigt für ein gleichmäßiges rasches Auflaufen einen auf mindestens 12 °C erwärmten Boden. Aufgrund der hohen Kälteempfindlichkeit ist die Aussaat mit Ausnahme der wärmsten Regionen erst ab Mitte Mai ratsam. Eine Aussaat Ende Juni ermöglicht nur in Gunstlagen für frühe bis mittelfrühe Sorten bei entsprechend später Ernte noch ausreichend hohe Trockensubstanzgehalte für eine sichere Silierung. Allgemein sollte der Saatzeitpunkt nicht nach dem

20. Juni liegen. Die Saatmenge ist abhängig von der Sorghumart und dem Verwendungszweck. Zur Biomasseproduktion sollte *S. bicolor* mit einer Saatstärke von 20 bis 25 keimfähigen Körnern/m² ausgebracht werden. Für *S. bicolor* x *S. sudanense* und *S. sudanense* empfiehlt sich eine Saatstärke von 40 keimfähigen Körnern/m². Zu hohe Pflanzendichten können die Lagerneigung verstärken. Die Saattiefe beträgt 3 bis 4 cm, bei Trockenheit eher tiefer. Geeignete Reihenweiten liegen zwischen 25 bis 50 cm für die Biomassenutzung. Im Gegensatz zu Mais ist eine Drillsaat ausreichend. Eine Einzelkornsaat ist nicht erforderlich, kann aber bei den sehr großkörnigen *S. bicolor* Sorten von Vorteil sein.

Düngung

Sorghum verfügt über ein gutes Nährstoffaneignungsvermögen. Unter Anrechnung der N_{min}-Gehalte ist eine Stickstoffversorgung von insgesamt 120 bis 150 kg N/ha in der Regel ausreichend. Organische Dünger, wie Stallmist, Gülle, Jauche und Gärrest, die möglichst vor der Saat einzuarbeiten sind, werden gut verwertet. Je nach Bodengüte und Versorgungsstufe müssen für die Folgefrucht Nährstoffentzüge wie folgend berücksichtigt werden: 12 kg N, 6 kg P₂O₅, 19 kg K₂O (jeweils je Tonne Trockenmasse).

Pflanzenschutz

Wegen der zögerlichen Jugendentwicklung von Sorghum unter den hiesigen Bedingungen ist eine Unkrautbekämpfung in der Regel unverzichtbar. Bei einem späten Anbau kann die erste Unkrautwelle abgeeggt werden, auch ein Striegeleinsatz ist möglich. Felder mit starkem Unkrauthirsedruck sollten generell gemieden werden. Zur chemischen Unkrautbekämpfung im Nachauflauf (**ab BBCH 13**) sind Arrat, Bromoxynil 235/ Certrol B, Gardo Gold/ Primagran Gold, Stomp Aqua und Mais Banvel WG (Zulassung bis 30.11.10, Stand 30.11.10) durch das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit zugelassen. Wird Sorghum als Zwischenfrucht genutzt, ist auf eventuell vorhandene Nachbaubeschränkungen zu achten.

- Arrat gegen zweikeimblättrige Unkräuter; Aufwandmenge 200 g/ha
- Certrol B und Bromoxynil 235 gegen einjährige zweikeimblättrige Unkräuter (Amarant, Windenknöterich, Gänsefußarten, Melden, Kamille, etc.); Aufwandmenge 1,5 l/ha
- Gardo Gold und Primagran Gold gegen Einjähriges Rispengras, Unkrauthirsens und einjährige zweikeimblättrige Unkräuter; Aufwandmenge 4,0 l/ha.
- Mais Banvel WG gegen Gemeine Zauwinde, Ackerwinde, Gänsefußarten und Windenknöterich; Aufwandmenge 0,5 kg/ha.
- Stomp Aqua gegen einjährige zweikeimblättrige Unkräuter; ausgenommen: Acker-Hundskamille, Kletten-Labkraut, Kamille-Arten, Gemeines Kreuzkraut, Franzosenkraut-Arten; Aufwandmenge 2,5 l/ha.

Weitere Genehmigungen müssten im Einzelfall beantragt werden (§ 18b).

Nach dem derzeitigen Wissensstand ist Sorghum keine Wirtspflanze für den Westlichen Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera virgifera*). Der Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) befällt Sorghum weniger als Mais. Im Versuchsanbau wurden regelmäßig Blattläuse und Helminthosporium Blattflecken (*H. turcicum*) festgestellt, jedoch ohne wirtschaftlichen Schaden zu verursachen. Eine genaue Aussage zur Wirtseignung von Sorghum für Schädlinge und Krankheiten wird erst bei einer Ausweitung seines Anbauumfangs zu treffen sein.

Ernte

Sorghum wird mit der für Mais üblichen Häckseltechnik geerntet. Das Häckselgut kann problemlos siliert werden.

Um einen sicheren Gärverlauf zu gewährleisten, wird ein Trockensubstanzgehalt von 28 bis 32 % im Erntegut angestrebt. Gehalte unter 25 und über 35 % verursachen Probleme bei der ordnungsgemäßen Verdichtung des Substrates. Die sehr massewüchsigen mittelspäten und späten Sorten kommen nur auf ausgesprochen warmen Standorten dem angestrebten Gehalt nahe. Für die meisten Anbauggebiete sind aus diesem Grund die etwas ertragsschwächeren frühen und mittelfrühen Sorten zu bevorzugen. Es sollte beachtet werden, dass Sorghum erst mit Beginn des Rispenschiebens Trockensubstanzgehalte über 20 % erreicht.