

# TFZ-KOMPAKT 1

## ENERGIEPFLANZEN FÜR DIE BIOGASPRODUKTION

VIelfALT FÜR DIE KULTURLANDSCHAFT





**A**uf der Suche nach Alternativen zur klimaschädlichen Nutzung von fossilen Brennstoffen wurden Pflanzen als nachwachsende Rohstoffe neu entdeckt. Pflanzen speichern Sonnenenergie in ihrer Biomasse, diese kann dann auf unterschiedliche Art und Weise als Energiequelle dienen. Eine wichtige Rolle

spielt dabei die Biogasproduktion. Neben bekannten Ackerkulturen wie Mais und Getreide können auch bisher wenig verbreitete Pflanzen genutzt werden und damit das Kulturartenspektrum erweitern. So birgt der Energiepflanzenanbau die Chance, die biologische Vielfalt auf unseren Äckern zu erhöhen.



In Biogasanlagen werden organische Stoffe unter Luftsabschluss vergoren. Als gasförmiges Endprodukt dieses Gärprozesses entsteht Methan, aus dem in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) Strom und Wärme gewonnen werden. Es ist auch möglich, das Biogas aufzureinigen und in das Erdgasnetz einzuspeisen. Dieses „Bio-Erdgas“ kann flexibler und auch als Kraftstoff genutzt werden.

Als Substrate kommen neben Gülle und Kofermenten

(wie z. B. Schlachtabfälle) überwiegend nachwachsende Rohstoffe (NawaRos) zum Einsatz. Dabei können mit angepasster Technik viele verschiedene Pflanzen als Substrat genutzt werden. Die Gärreste, die nach der Vergärung zurückbleiben, enthalten alle Pflanzennährstoffe und können als wertvoller organischer Dünger auf den Feldern ausgebracht werden.

Für die Berechnung der im Folgenden ausgewiesenen Energieerträge werden die Trockenmasseerträge um 15 % Siliverluste reduziert. Die ausgewiesenen Stromerträge basieren auf einem elektrischen Wirkungsgrad des BHKW von 38 %. Gleichzeitig wird ein erheblicher Anteil an Wärme produziert (Wirkungsgrad ca. 42 %).

## Mais (*Zea mays*)

Mais stammt ursprünglich aus dem mittelamerikanischen Raum. Als C4-Pflanze kann er eine besonders effiziente Form der Photosynthese betreiben und dadurch hohe Biomasseerträge produzieren. Neben der Nutzung als Futtermittel wird Maissilage bei uns seit einigen Jahren als Biogassubstrat zur Energiegewinnung verwendet. Speziell für diese Nutzung gezüchtete Energiemais-Sorten erreichen Höhen von bis zu 4 Metern. Mais liefert mit Praxiserträgen von etwa 180 dt Trockenmasse sehr hohe Stromerträge je Hektar von etwa 18.500 kWh und stellt geringe Ansprüche an die Anlagentechnik. Deswegen ist Mais das pflanzliche Substrat, das mit etwa 60 % am häufigsten zur Biogasproduktion eingesetzt wird. Der Maisanbau erhöht jedoch das Erosionsrisiko und bei einem Anbau in Selbstfolge (Mais nach Mais) sind eine Zunahme von Schädlingspopulationen und ein Rückgang der Bodenfruchtbarkeit durch Humusabbau zu erwarten. Deswegen sollte Mais immer in nachhaltige Fruchtfolgen eingebettet werden.

Weitere Verwendungsmöglichkeiten:

In Amerika wird aus den stärkereichen Maiskörnern Ethanol für die Biokraftstoffnutzung hergestellt. Zudem ist die Maisstärke Ausgangsprodukt für Biokunststoffe, beispielsweise für kompostierbares Einweg-Geschirr, Bioabfallbeutel oder Verpackungsmaterial.





## Sorghum (*Sorghum bicolor* und *S. bicolor* x *S. sudanense*)

Sorghum stammt ursprünglich aus der Sahelzone in Afrika und ist ein sehr trockenolerantes Süßgras. Mit seinem tief reichenden Wurzelsystem kann es noch bis in 2 Meter Tiefe Wasser und Nährstoffe erschließen. Bei Trockenstress legt Sorghum einen Wachstumsstopp ein, ohne abzusterben. Als C4-Pflanze kann es durch eine besonders effiziente Form der Photosynthese viel Biomasse bilden. Die hoch ertragreichen Futtersorten innerhalb der Art *Sorghum bicolor* erreichen Wuchshöhen zwischen 2 bis 5 Metern und an warmen Standorten ein mit Mais vergleichbares Ertragsniveau. Die interspezifische Kreuzung *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* sieht *Sorghum bicolor* sehr ähnlich, hat aber schmalere Blätter, wird nicht ganz so hoch

und bildet mehr Bestockungstriebe. Sie wird in Amerika auch oft als Weidefutter oder als mehrschnittige Futterpflanze genutzt. Züchter setzen in den letzten Jahren vermehrt auf flexibel verwertbare Dualtypen, die Standfestigkeit mit Qualität, also hohem Stärkegehalt durch Körner, kombinieren. Da eine Aussaat des kälteempfindlichen Sorghums erst ab Mitte Mai möglich ist, können über Winter bodenbedeckende Kulturen angebaut und als zusätzliches Biogassubstrat genutzt werden. Üblich ist ein Anbau als Zweitfrucht nach Wintergerste oder -roggen, die Anfang Juni als Ganzpflanze geerntet werden. Sorghum liefert etwa einen Stromertrag von 13.100 kWh je ha bei Praxiserträgen um 150 dt TM.

---

### Was machen C4-Pflanzen anders?

C3-Pflanzen wie Weizen, Zuckerrüben oder Kartoffeln wandeln das Kohlendioxid der Atmosphäre in der Photosynthese direkt zu einem Zucker-Molekül mit drei Kohlenstoffatomen (C3) um. Bei C4-Pflanzen wie Mais und Sorghum wird das Kohlendioxid zunächst in Molekülen mit 4 Kohlenstoffatomen (C4) zwischengespeichert. Diese C4-Moleküle werden in benachbarte Zellen transportiert und dort angereichert. In diesen Zellen kann die Photosynthese nun sehr effizient ablaufen, weshalb bei gleicher Einstrahlung mehr Zucker-Moleküle gebildet werden als bei C3-Pflanzen. Dank dieses Zwischenspeichers können C4-Pflanzen auch bei Wassermangel weiter Photosynthese betreiben und sind damit trockenresistenter als C3-Pflanzen.

## Getreide

Neben den C4-Gräsern Mais und Sorghum können auch Gerste (*Hordeum vulgare*), Roggen (*Secale cereale*), Triticale (x *Triticosecale*) und Weizen (*Triticum aestivum*) als Ganzpflanzen in der Biogasproduktion eingesetzt werden. Die im Herbst gesäten Winterformen dieser Getreidearten erreichen ihre maximale Biomassebildung zwischen Anfang Juni und Anfang Juli und können dann wie Mais gehäckselt und siliert werden. Die TM-Erträge liegen je nach Getreideart und Erntetermin im Mittel bei 110 dt/ha, damit werden ca. 11.350 kWh je ha erzeugt. Danach bleibt noch ausreichend Vegetationszeit für eine zweite Kultur oder eine Zwischenfrucht, die als Gründüngung den Boden mit organischer Substanz versorgt. Sommergetreide liefert im Allge-

meinen niedrigere Erträge als das Wintergetreide und ist deshalb im Energiepflanzenanbau kaum von Bedeutung.

Auch qualitativ minderwertiges Getreidekorn, das zu Nahrungs- und Futterzwecken wenig geeignet ist, wird als energiereiches Substrat in Biogasanlagen verwertet.



Weitere Verwendungsmöglichkeiten:

Aus den Körnern wird durch alkoholische Gärung Ethanol hergestellt, das als Biokraftstoff oder als Grundstoff in der chemischen Industrie Verwendung findet. Daneben kann auch das Stroh in speziellen Heizkesseln als Brennstoff genutzt werden.



## Wickroggen – eine neue Züchtung?

Nein, Wickroggen ist eine alte Form des Mischanbaus von Winterroggen und Winterwicke. Früher wurde dieses Gemenge als Grünfutter angebaut und auch heute wird es wegen seiner guten Unkrautunterdrückung in der Ökologischen Landwirtschaft geschätzt. Als Energiepflanze für die Biogasproduktion liefert Wickroggen vergleichbare Erträge wie Winterroggen. Der Praxisertrag liegt bei ca. 105 dt TM, der Stromertrag bei etwa 8.800 kWh je ha.

---

### Wickroggen punktet beim Naturschutz

---

Dafür punktet das Gemenge in Sachen Naturschutz: Die violett blühenden Wickern ziehen zahlreiche Insekten an und bieten ihnen Nektar und Pollen. Die Leguminose Wicke kann mit Hilfe von Knöllchenbakterien Stickstoff aus der Luft binden und in eine für Pflanzen verwertbare Form umwandeln. Daher kann durch die Mischung mit Wicke mineralischer Stickstoffdünger eingespart werden, der sonst unter hohem Energieaufwand produziert wird.



## Kleegras

Ackergrasmischungen mit Klee, Luzerne und/oder Wicken, oft auch vereinfachend als Kleegras bezeichnet, sind Teil innovativer Fruchtfolgekonzepte im Energiepflanzenanbau. Sie bieten viele pflanzenbauliche Vorteile: Sie bedecken den Boden über längere Zeiträume, schützen vor Erosion, reichern Humus an, können Wirtschaftsdünger gut verwerten, Unkräuter unterdrücken und lassen sich in Form von Silage als Biogassubstrat nutzen.

Je nach Standortbedingungen und Stellung in der Fruchtfolge

stehen angepasste Mischungen zur Verfügung. In Betrieben mit viel Energiepflanzenanbau und dementsprechend hohen Gärrestmengen werden Mischungen ohne Leguminosen bevorzugt, um nicht zu viel Stickstoff im Betriebskreislauf anzureichern. Wie bei Grünland wird der Aufwuchs mehrmals jährlich geerntet. Bei ausreichender Wasserversorgung lassen sich mit Ackergrasmischungen Stromerträge von etwa 9.400 kWh je ha bei TM-Erträgen von 105 dt/ha erzielen.



## Sonnenblume (*Helianthus annuus*)

Die Sonnenblume stammt ursprünglich aus Nord- und Mittelamerika und ist relativ wärmebedürftig. Typisch für Sonnenblumen ist, dass die Blütenstände dem Sonnenlauf folgen. Zahlreichen Insekten wie Bienen, Hummeln und Tagfaltern bietet die Sonnenblume ein reichliches Nahrungsangebot an Nektar und Pollen. Bei der

Verwendung als Biogassubstrat werden die ganzen Sonnenblumenpflanzen nach der Blüte mit dem Feldhäcksler geerntet und einsiliert. Unter bayerischen Anbaubedingungen sind die TM- und Stomerträge von Sonnenblume mit 70 dt/ha und 5.300 kWh/ha allerdings relativ bescheiden.

Die Samen der Sonnenblumen werden zur Pflanzenöl- und Futtermittelgewinnung genutzt. Sonnenblumenöl kann als Grundstoff für die chemische Industrie und für zahlreiche Produkte eingesetzt werden, sogar für die Herstellung von Schaumstoffmatratzen. Auch zur Kraftstoffproduktion (Biodiesel) ist Sonnenblumenöl geeignet.





## Riesenweizengras (*Agropyron elongatum*)

Das Riesenweizengras wird häufig auch als Ungarisches Riesengras, Hirschgras oder Hohes Weizengras bezeichnet. Es zählt zur Familie der Süßgräser (*Poaceae*) und ist, wie der Name verrät, tatsächlich mit dem Weizen verwandt. Ursprünglich stammt das ausdauernde Gras aus Vorderasien. Es wird bis zu zweieinhalb Meter hoch, bildet Horste und ein sehr tiefreichendes Wurzelsystem. Das Riesenweizengras gilt als wärmeliebend, trocken tolerant und liefert unter geeigneten klimatischen Bedingungen stattliche Erträge von durchschnittlich 155 dt TM/ha. Im Gegensatz zu anderen Ackergräsern kann es aus dem Stand, also ohne Anwelken, beerntet werden,

dabei sind zwei Schnitte im Jahr üblich. Die mögliche Nutzungsdauer beträgt etwa sechs Jahre, unter günstigen Bedingungen auch über zehn Jahre. Bei Codierung als „Riesenweizengras (Szarvasigras) (853)“ im Flächen- und Nutzungsnachweis bleibt der Ackerstatus der Fläche trotz der Anbaudauer von über fünf Jahren erhalten. Im Etablierungsjahr bildet das Gras vor allem die unterirdischen Pflanzenteile aus, sodass erst ab dem zweiten Standjahr geerntet werden kann. Derzeit überwiegt die Nutzung als Biogassubstrat, jedoch ist auch die Verwendung als Brennstoff oder eine stoffliche Verarbeitung denkbar.

### Dauerkulturen für mehr Klimaschutz

Landwirtschaftliche Böden können große Mengen an Kohlendioxid in Form von Humus speichern. Der Humusgehalt eines Bodens wird dabei stark durch die Bewirtschaftungsform beeinflusst. Unter Grünland ist der Humusgehalt höher als bei Ackernutzung. Denn bei jeder Bodenbearbeitung wird die Umsetzung von Humus gefördert und dabei klimaschädliches Kohlendioxid freigesetzt. Bei Dauerkulturen wie der Durchwachsenen Silphie herrscht über einen Anbauzeitraum von vielen Jahren Bodenruhe. Über diesen Zeitraum wird Humus im Boden angereichert und damit atmosphärisches Kohlendioxid gespeichert.

### Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum*)



Die Durchwachsene Silphie stammt ursprünglich aus Nordamerika. Diese mehrjährige Pflanze wird über zwei Meter hoch. Verwachsene Blattpaare am Stängel bilden eine Art Becher, in dem sich Tau und Regenwasser sammeln können, daher auch die Bezeichnung Becherpflanze.

Die Durchwachsene Silphie hat Potenzial für beachtliche Flächenerträge von 130 dt TM mit Stromerträgen von etwa 9.300 kWh je ha. Aufgrund der guten Gäreigenschaften eignet sich die Pflanze besonders für die Produktion von Biogas. Ökologisch von Vorteil ist die langandauernde Blütezeit mit dem reichlichen Angebot an Nektar und Pollen im Spätsommer. Die Durchwachsene Silphie findet man aufgrund ihrer ökologischen Vorzüge mehr und mehr auf Praxisflächen. Auch weil das Saatverfahren das aufwändige und teure Pflanzen der Setzlinge ersetzt hat. Besonders oft wird die Durchwachsene Silphie als Untersaat im Mais etabliert, da so auch im ersten Jahr Substrat für die Biogasanlage produziert werden kann.



## Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*)

Buchweizen stammt ursprünglich aus Asien. Er gehört trotz der stärkehaltigen Körner nicht zu den Getreidearten, sondern zu den Knöterichgewächsen. Ökologisch vorteilhaft sind die lange Blüh-

dauer und das reichliche Nektarangebot. Im Ökolo-

gischen Landbau wird er außerdem zur Unkrautunterdrückung genutzt, da Buchweizen sehr schnell sehr dichte Pflanzenbestände bildet. Dank seiner kurzen Entwicklungszeit kann er auch noch bis Anfang Juli gesät werden. Damit

bietet Buchweizen die Option, nach einem als Ganzpflanze geernteten Wintergetreide die verbleibende Vegetationszeit zur Biomasseproduktion zu nutzen. Gleichzeitig wird damit ein sehr wertvolles,

spätes Nektarangebot für Honigbienen und andere Insekten ge-

schaffen. Dabei kann mit einem TM-Ertrag von bis zu 50 dt/ha ein Stromertrag von 3.500 kWh je ha erzielt werden. Bisher wird diese Kultur aber noch wenig in der Bio-gasproduktion eingesetzt.

”“  
**Buchweizen beeindruckt mit seinen attraktiven Blüten und seiner Unkrautunterdrückung**

## Fruchtfolgen zur nachhaltigen Ertragssicherung

Um die Fruchtbarkeit von landwirtschaftlichen Böden langfristig zu erhalten, ist die Fruchtfolgegestaltung ein wichtiges Steuerungselement. Durch den Wechsel von humuszehrenden (wie Mais und Kartoffeln) und humusmehrenden Kulturarten (wie Klee gras und Zwischenfrüchte) kann eine ausreichende Versorgung mit organischer Substanz gesichert werden. Zudem kann mit vielgliedrigen Fruchtfolgen die Ausbreitung von Schädlingen und Krankheitserregern unterbrochen und die Selbstregulation von Agrarökosystemen gestärkt werden. Dies mindert auch die Notwendigkeit, Pflanzenschutzmittel einsetzen zu müssen. Nicht zu vergessen: Der Anbau von verschiedenen Feldfrüchten trägt auch zur Risikostreuung bei und führt zu einer besseren Verteilung der Feldarbeiten über die Vegetationszeit.





## Quinoa (*Chenopodium quinoa*)

Quinoa oder Reismelde ist ein Gänsefußgewächs, das aus der Andenregion Südamerikas stammt. Wie Buchweizen ist Quinoa eine sogenannte Pseudocerealie, das heißt, die Pflanze produziert stärkereiche Körner, zählt jedoch nicht zu den Getreidearten. Quinoa ist eine schnellwachsende Pflanze mit einem kurzen Entwicklungszyklus. Sie kann schon nach 100 Tagen als Ganzpflanze geerntet und siliert werden. Zudem ist Quinoa gegen Frühfröste unempfindlich. Zur Abreife im Herbst verfärbt sich die

gesamte Pflanze leuchtend rot.

Quinoa wird aktuell in Deutschland nur vereinzelt angebaut. Sie kann in Zukunft als Zwischenfrucht nach einer Ernte von Ganzpflanzengetreide im Juni die Vegetationslücke bis zur Folgefrucht schließen. Die Stromerträge belaufen sich auf etwa 3.500 kWh je ha, die Praxiserträge auf gut 40 dt TM je ha. Das Quinoa-Korn gilt als sehr gesund und ist besonders in der glutenfreien Ernährung beliebt.



## Impressum

Autoren:

Maendy Fritz

Michael Grieb

Hrsg.:

Technologie- und Förderzentrum  
(TFZ)

Leiter: Dr. Bernhard Widmann

Schulgasse 18

94315 Straubing

Gestaltung:

Ulrich Eidenschink

Fotos: TFZ

Erscheinungsjahr: 2019

[3. Auflage]

Erscheinungsort: Straubing

Verlag: Eigenverlag

Gedruckt auf recyceltem Papier  
mit mineralölfreien Farben.

© Alle Rechte vorbehalten



Auf unserer Webseite finden Sie viele weitere interessante Informationen.

[www.tfz.bayern.de](http://www.tfz.bayern.de)