

Betriebswirtschaft Kalkulation

Wirtschaftliche Alternativen

Die mehrjährigen Kulturen Riesenweizengras und Durchwachsene Silphie können als Biogassubstrat eine wirtschaftliche Alternative zu Silomais darstellen. Dies gilt vor allem bei längerer Nutzungsdauer und auf weniger guten Standorten.

Silomais stellt für die Erzeugung von Biogas das bedeutendste Substrat aus dem Feldanbau dar. Diese Position nimmt er nicht zuletzt aufgrund seines hohen Ertragspotenzials, des raschen Zuchtfortschritts und der vergleichsweise guten Selbstverträglichkeit ein. Andererseits wird der Maisanbau, insbesondere wegen seines hohen Flächenanteils auch kontrovers diskutiert. Kritisiert werden negative Auswirkungen hinsichtlich Bodenerosion oder einer Verarmung der Vielfalt in der Agrarlandschaft als Folge einer zu engen Fruchtfolge.

Auch manche Alternativkulturen sind als Substrat für Biogasanlagen gut geeignet. Der Anbau dieser Feldfrüchte wurde in verschiedenen Versuchen erprobt und hat sich dabei als praxistauglich erwiesen. Der folgende Beitrag zeigt, dass Alternativen zum Silomais auch wirtschaftlich rentabel sein können. Das ökonomische Abschneiden der verschiedenen Kultursubstrate zur Biogasproduktion wird wesentlich durch drei Parameter bestimmt. Dies sind der Trockenmasseertrag, die Methanausbeute und die Kosten der Substraterzeugung.

Welche Erträge können erzielt werden?

Dabei hängt der erzielbare Trockenmasseertrag sehr stark von den jeweiligen Standortverhältnissen ab. Für die Wirtschaftlichkeit der Erzeugung spielt deshalb das standortspezifische Ertragsverhältnis der einzelnen Kulturen zueinander eine wesentliche Rolle. **Abb. 1** zeigt Trockenmasseerträge ausgewählter Biogasfrüchte für drei unterschiedliche Standorte. Um aus den Versuchsergebnissen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), des Technologie- und Förderzentrums im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ) und der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG) die für die Praxis relevanten Erträge abzuleiten, wurden für die Kalkulationen die üblichen Abschläge von rund 20 % angesetzt.

Silomais erreicht unter allen drei Standortbedingungen den höchsten Trockenmasseertrag pro Flächeneinheit. Außerdem ist ersichtlich, dass sich die Erträge zwischen einem sehr günstigen und einem ungünstigen Standort je nach Kultur deutlich unterscheiden können. Während Silomais, Hirse und Zuckerrüben gute Verhältnisse belohnen, reagieren die übrigen Kulturen weniger und teilweise auch deutlich weniger auf den Standort. Daher fällt beispielsweise der Ertragsvorteil von Silomais gegenüber Riesenweizengras oder Silphie unter ungünstigen Bedingungen deutlich geringer aus als auf sehr günstigen Standorten.

Wie hoch ist die Methanausbeute?

Im Hinblick auf die Methanausbeute erreicht Silomais mit $0,293 \text{ m}^3_n \text{ CH}_4/\text{kg TM-Ertrag Silage}$ einen vergleichsweise hohen Wert und wird lediglich von der Zuckerrübe übertroffen. Hirse, Riesenweizengras und Wickroggen unterschreiten das Niveau von Silomais leicht. Dagegen zeigen Silphie, Getreide-GPS und die Wildpflanzenmischung deutlich geringere Werte (**Abb. 2**).

Zur Ermittlung der abgebildeten Methanausbeuten konnte zum Teil auf Angaben aus der Literatur zurückgegriffen werden. Für die etablierten und auch in der Internetanwendung „Lfl Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten“ eingepflegten Kulturen wurden die Werte aus der Biogasausbeuten-Datenbank übernommen (www.lfl.bayern.de/iba/energie/049711/). Allerdings sind sich die Experten noch nicht ganz einig, ob die genannten Werte für die Praxis hundertprozentig zutreffen. Dies gilt insbesondere für die Methanausbeute der Zuckerrübe. Bei den alternativen Biogassubstraten fand die Bestimmung des zu gewinnenden Methans über eine Berechnung statt. Darin gingen die Gehalte an stickstofffreien Extraktstoffen (NfE), an Rohfaser (R_{fas}), Rohprotein (RP) und Rohfett (R_{fett}) mit den jeweiligen Verdauungsquotienten (VQ) ein. Das genaue Vorgehen kann auf der Internetseite der LfL unter www.lfl.bayern.de/iba/energie/031560/ nachvollzogen werden. Bei großen Unterschieden zwischen den berechneten Werten und Angaben aus der Literatur wurde ein Durchschnittswert aus beiden Quellen gebildet. Eine Bestätigung bzw. Korrektur der über dieses Verfahren ermittelten Methanausbeuten müssen künftige Versuche unter Praxisbedingungen erbringen. Für die Wildpflanzenmischung sind die Anteile an stickstofffreien Extraktstoffen, Rohfaser, Rohprotein und Rohfett bisher unbekannt. Die Bewertung der Methanausbeute dieses Substrats erfolgte deshalb mit Versuchsergebnissen der Landesanstalt für Wein- und Gartenbau.

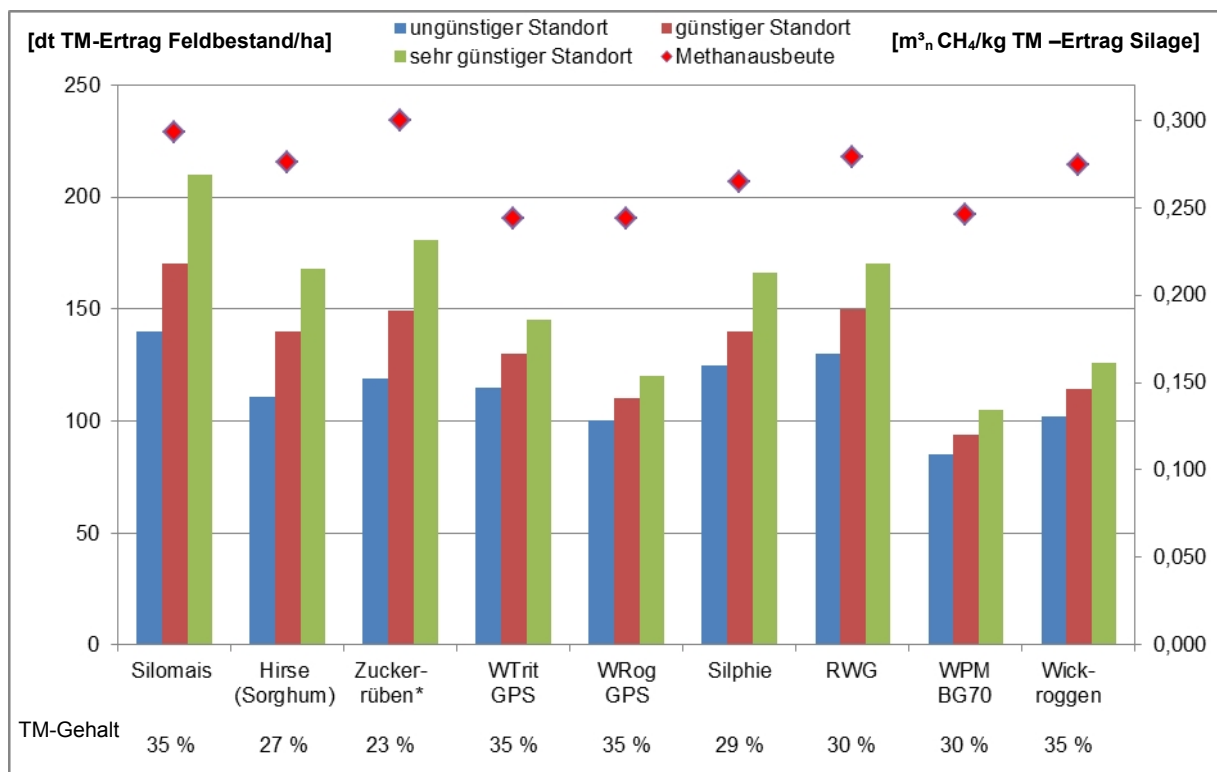


Abb. 1 TM-Erträge Feldbestand und Methanausbeuten der Silage von Biogassubstraten im Vergleich
 WTrit = Wintertriticale WRog = Winterroggen GPS = Ganzpflanzensilage
 RWG = Riesenweizengras WPM = Wildpflanzenmischung
 *Zuckerrüben werden nicht als Silage, sondern als Frischrüben frei Fermenter bewertet

Niedrige Anbaukosten mehrjähriger Kulturen

Bei den Kosten der Substraterzeugung wurden in der Berechnung lediglich die Kosten angesetzt, welche für einen Vergleich der Kulturen unbedingt erforderlich sind. Darunter fallen die variablen Kosten von Anbau, Konservierung und Transport, ein Lohnansatz sowie die Flächenkosten. Außerdem

sind die Kosten für das Gärrestlager und für die Gärrestausrückführung mit einbezogen. Der Nährstoffwert des Gärrestes ist gegengerechnet.

Aus der Verrechnung von Trockenmasseertrag, Methanausbeute und Erzeugungskosten lassen sich zum einen der in **Abb. 2** dargestellte Methanertrag und zum anderen die Kosten je Kubikmeter Methan ableiten. Da eine Verwendung der Kulturen in Biogasanlagen in der Regel als silierte Ware erfolgt, wurden die dargestellten Erträge um Feld- und Lagerverluste in Höhe von 3 bzw. 8 % auf den Trockenmasseertrag Silage korrigiert. Lediglich bei Zuckerrüben, für die eine Verwendung als Frischrüben angenommen wurde, blieb diese Korrektur aus.

Silomais zeigt unter den genannten Rahmenbedingungen auf einem günstigen Standort mit gut 4500 m³_n CH₄/ha das größte Potential in Bezug auf einen hohen Methanertrag (**Abb. 2**). Ein annähernd ähnliches Niveau bringt lediglich der Anbau von Zuckerrüben (4200 m³_n CH₄/ha). Alle anderen Kultursubstrate schneiden schlechter ab. Riesenweizengras liegt zusammen mit Silphie und Hirse im mittleren Bereich. Deutlich niedrigere Methanerträge von weniger als 3000 m³_n CH₄/ha sind bei den Getreide-Ganzpflanzensilagen sowie bei der Wildpflanzenmischung und bei Wickroggen festzustellen.

Die Kosten pro Kubikmeter Methan liegen für Silomais auf einem ertragsgünstigen Standort und Flächenkosten von 600 €/ha bei 0,46 €. Des Weiteren ist ersichtlich, dass Methan aus Riesenweizengrassilage (RWG) bei 10-jähriger Nutzungsdauer günstiger erzeugt werden kann als aus Maissilage. Durchwachsene Silphie im Aussaatverfahren schneidet mit 0,49 €/m³_n CH₄ bei 10-jähriger Nutzungsdauer nur geringfügig schlechter ab als Maissilage und wird damit für die Praxis ebenfalls interessant. Die Produktion von Biogas aus Hirse und Wickroggen ist rund 0,10 €/m³_n CH₄ teurer als aus Silomais. Mit Kosten von über 0,60 €/m³_n CH₄ schneiden Getreide-GPS, die Wildpflanzenmischung und die Zuckerrüben noch schlechter ab (**Abb. 2**). Für die ökonomische Bewertung der einzelnen Früchte ist die Differenz in den Bereitstellungskosten entscheidend. Daher wurden nur diejenigen Kostenpositionen bewertet, in denen sich Unterschiede ergeben können.

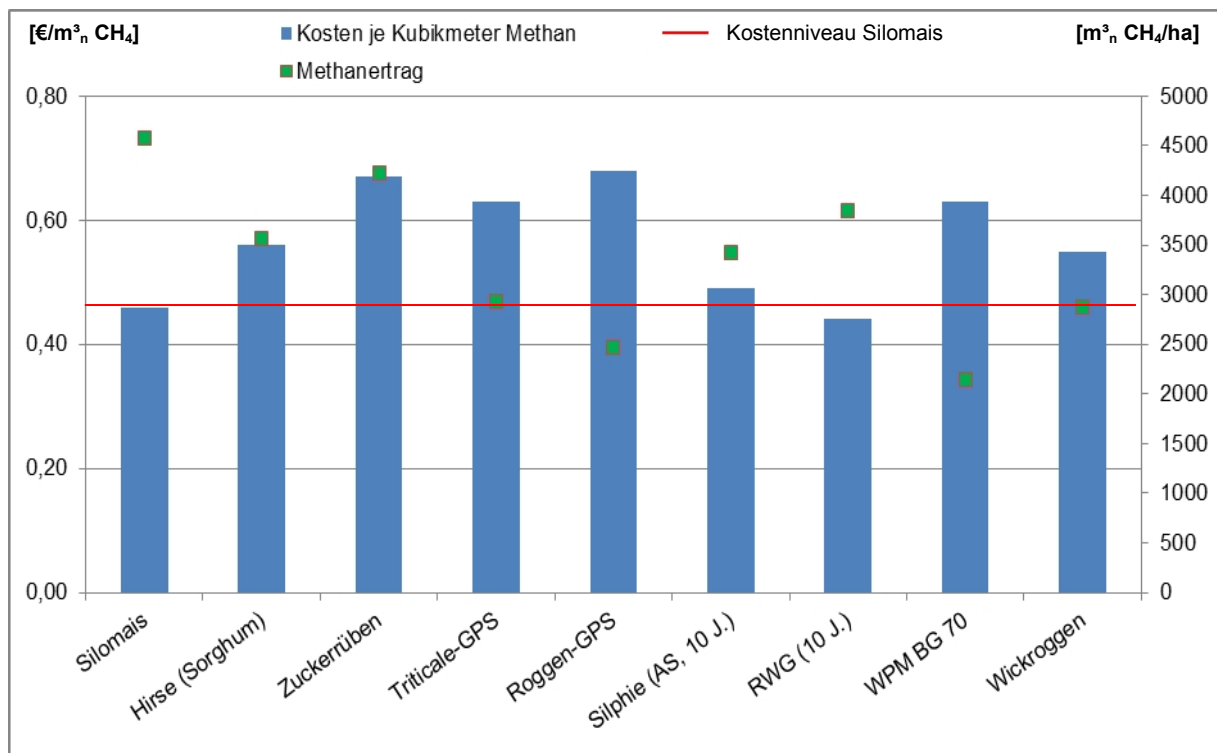


Abb. 2 Kosten von Biogassubstraten (ohne USt.) bei günstigen Standortbedingungen und Flächenkosten in Höhe von 600 €/ha
 GPS = Ganzpflanzensilage AS = Aussaat
 RWG = Riesenweizengras WPM = Wildpflanzenmischung

Die meisten der aufgeführten Feldfrüchte weisen je Hektar deutlich niedrigere variable Kosten und einen niedrigeren Aufwand für die Gärrestausbringung sowie das Gärrestlager auf als Silomais. Allerdings schlagen sich die geringeren Methanerträge am Ende in höheren Kosten pro Kubikmeter Methan nieder. Zuckerrüben erbringen aufgrund einer hohen Methanausbeute sowie verhältnismäßig hohen Trockenmasseerträgen hohe Methanerträge je Hektar. Die auf die Fläche bezogenen Kosten liegen jedoch um 30 % über den Kosten für Maissilage.

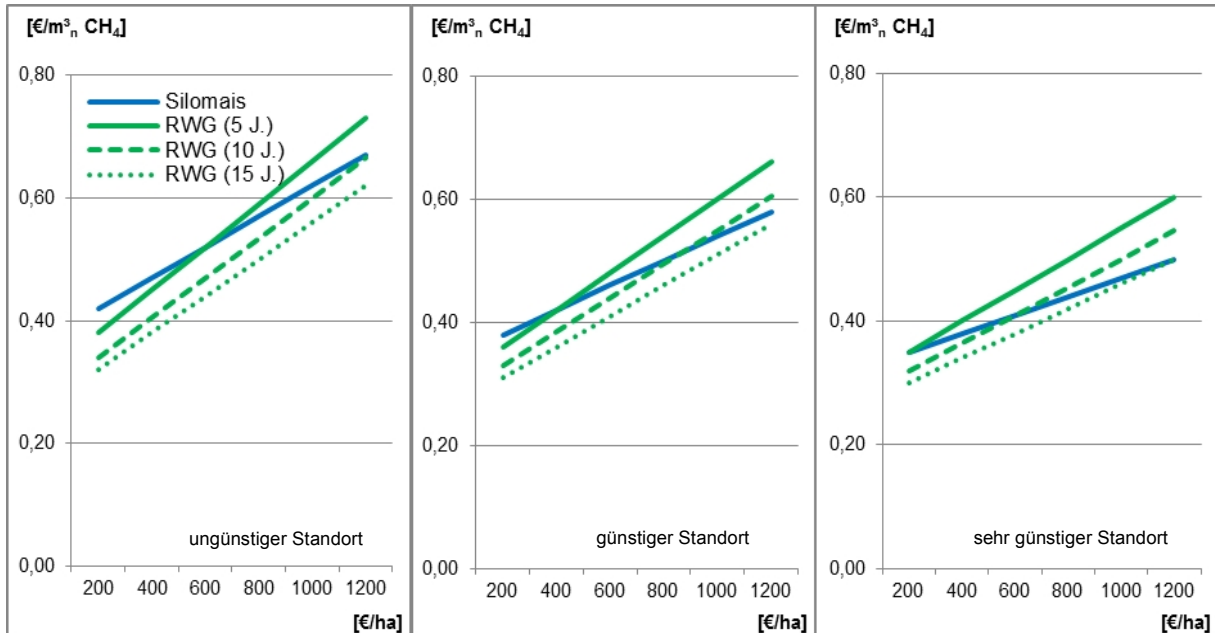


Abb. 3 Entwicklung der Kosten (ohne USt.) von Riesenweizengras (RWG) im Vergleich zu Silomais auf ungünstigem, günstigem und sehr günstigem Standort bei 5-, 10- und 15 jähriger Nutzungsdauer und variierenden Flächenkosten

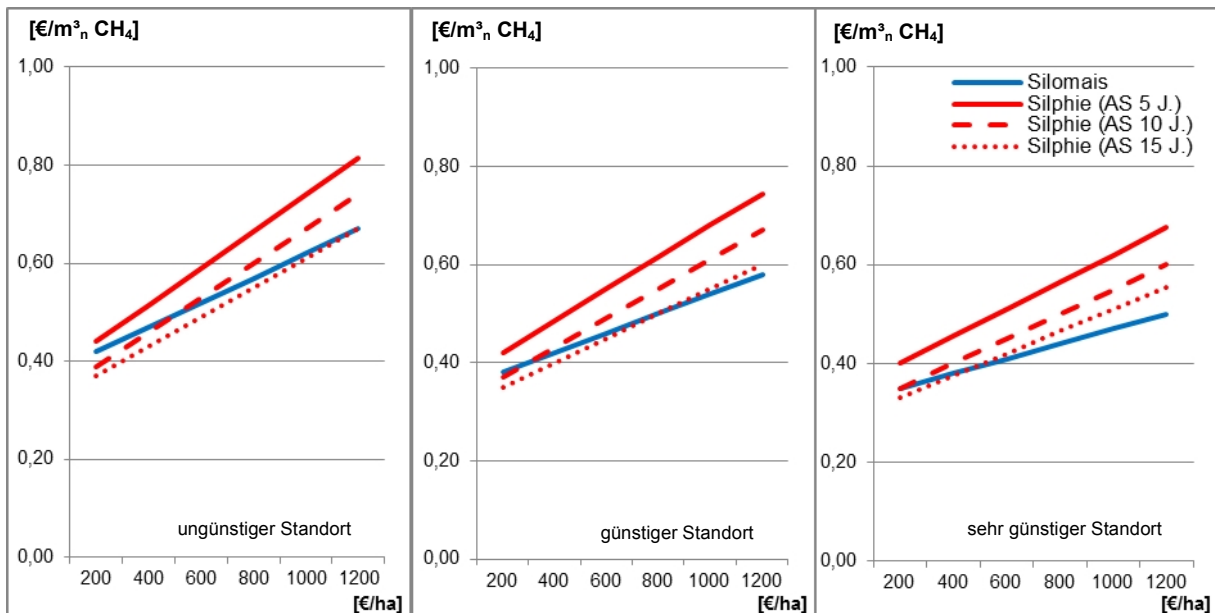


Abb. 4 Entwicklung der Kosten (ohne USt.) von Durchwachsener Silphie (Silphie) im Vergleich zu Silomais auf ungünstigem, günstigem und sehr günstigem Standort bei 5-, 10- und 15 jähriger Nutzungsdauer und variierenden Flächenkosten

Riesenweizengras und Silphie sind interessant

Silphie und Riesenweizengras zeigen sich im Vergleich der Kulturen als die aussichtsreichsten Alternativen zu Silomais. Daher lohnt es sich, für diese beiden mehrjährigen Kulturen den Einfluss von Standortverhältnissen, Flächenkosten und Nutzungsdauer auf die Kosten der Substratbereitstellung zu untersuchen. Es zeigt sich, dass alle drei Faktoren die Wettbewerbsfähigkeit entscheidend beeinflussen (siehe **Abb. 3** und **Abb. 4**).

Beide Kulturen schneiden im Vergleich zu Silomais auf weniger guten Standorten deutlich besser ab als auf Hohertragsstandorten. Je länger die Kulturen nach der Aussaat genutzt werden können, desto günstiger kann das Substrat erzeugt werden. Aufgrund der niedrigeren Methanerträge gegenüber Silomais nimmt ihre Wettbewerbsfähigkeit mit steigenden Flächenkosten ab.

Auf einem ungünstigen Standort ist Riesenweizengras demnach bei 10- und 15-jähriger Nutzungsdauer dem Silomais immer überlegen, bei 5-jähriger Nutzungsdauer bis zu Flächenkosten von 600 €/ha. Aber auch unter sehr ertragsgünstigen Standortverhältnissen kann das 10-jährige Riesenweizengras bis zu Flächenkosten von etwa 600 €/ha punkten.

Für eine Wettbewerbsfähigkeit der Silphie gegenüber Silomais ist eine mindestens 10-jährige Nutzung erforderlich. Auf ungünstigen Standorten kann damit das Substrat bis zu Flächenkosten von etwa 500 €/ha günstiger erzeugt werden als mit Silomais. Auf sehr günstigen Standorten ist für eine entsprechende Vorzüglichkeit schon eine 15-jährige Nutzungsdauer notwendig.

Ob Riesenweizengras und Durchwachsene Silphie über zehn Jahre und mehr stabile Erträge erbringen können und so diese lange Nutzungsdauer für die Praxis möglich wird, muss sich in Feldversuchen allerdings erst noch beweisen.

Sida als eine weitere mehrjährige Kultur zeigt bei langer Nutzungsdauer (15 Jahre) auf einem ungünstigen Standort, dass sie im Vergleich zu Silomais konkurrenzfähig sein kann (nicht abgebildet). Allerdings gilt dies nur bei Flächenkosten von bis zu 300 €/ha. Sobald ein höheres Kostenniveau für die Fläche erreicht wird, ist Silomais dieser Kultur vorzuziehen.

Über die anderen in **Abb. 2** dargestellten Kulturen (Hirse, Zuckerrüben, Getreide-Ganzpflanzensilagen, Wildpflanzenmischung und Wickroggen) kann unter den genannten Bedingungen das Substrat nicht günstiger erzeugt werden als mit Mais. Auch Zweikulturnutzungssysteme, wie sie in **Tab. 1** abgebildet sind, stellen keine wettbewerbsfähige Alternative zu Silomais dar. Der wesentliche Grund hierfür sind die hohen Erzeugungskosten je Hektar. Diese können trotz höherer Methanerträge, wie sie in der Kombination von Wintergersten- oder Winterroggen-GPS mit Silomais auf sehr günstigen Standorten bei ausreichender Wasserversorgung möglich sind, nicht wettgemacht werden. Auf Flächen mit geringer Standortgüte schneidet Silomais im Hauptfruchtverfahren bezüglich des Methanertrags immer besser ab als die Zweikulturnutzung mit Getreide-GPS. Die Zweikulturnutzungssysteme mit Buchweizen oder Quinoa liegen in ihren Methanerträgen generell niedriger als Mais im alleinigen Anbau.

Tab. 1 Zweikulturnutzungssysteme zur Erzeugung von Biogassubstrat

Erstfrucht	Zweitfrucht
Wintergersten-GPS	Silomais
Winterroggen-GPS	Silomais
Wintertriticale-GPS	Buchweizen
Wintertriticale-GPS	Quinoa
Winterweizen-GPS	Buchweizen
Winterweizen-GPS	Quinoa

Fazit

Die mehrjährigen Kulturen Riesenweizengras und Durchwachsene Silphie können für die Erzeugung von Biogassubstrat eine wirtschaftlich interessante Alternative zu Silomais darstellen. Dies gilt vor allem bei längerer Nutzungsdauer. Auf weniger guten Standorten wird ein Wettbewerbsvorteil eher erreicht als auf Standorten mit hohem Ertragspotential. Ob die beiden Kulturen in der Praxis über zehn Jahre und mehr stabile Erträge bringen, muss sich in Feldversuchen noch beweisen.

Lukas Wolf
Robert Schätzl
LfL Agrarökonomie
Anja Hartmann
TFZ