

Nachwachsende Rohstoffe vom Acker



Herausgeber:

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen

Nevinghoff 40, 48147 Münster

Tel.: 0251 2376-0

Fax: 0251 2376-521

E-Mail: info@lwk.nrw.de

www.landwirtschaftskammer.de

Redaktion:

Reinhard Lemke

Reinhard.Lemke@lwk.nrw.de

Petra Paffrath

Petra.Paffrath@lwk.nrw.de

Autoren:

Dr. Clara Berendonk

Arne Dahlhoff

Michael Dickeduisberg

Dr. Anton Dissemond

Norbert Erhardt

Dr. Waldemar Gruber

Hans-Bernd Hartmann

Dr. Joachim Holz

Günter Jacobs

Dr. Peter Kasten

Dr. Ludger Laurenz

Reinhard Lemke

Dr. Harald Lopotz

Dr. Joachim Matthias

Dr. Ullrich Schulze

Fotos:

Dr. Clara Berendonk

Ludger Bütfering

Michael Dickeduisberg

Stefan Bohres

Holger Dietzsch

Norbert Erhardt

Hans-Bernd Hartmann

Dr. Joachim Holz

Holger Huffelmann

Dr. Peter Kasten

Günter Kortmann

Natascha Kreuzer

Dr. Ludger Laurenz

Uwe Niemz

Dr. Ullrich Schulze

Uwe Spangenberg

Titelfoto:

Dr. Ludger Laurenz

DTP/Design:

Uwe Niemz

Münster, im Juli 2012

Inhalt

Seite

Vorwort

4

Nutzungsmöglichkeiten und Ansprüche

6

Rahmenbedingungen für nachwachsende Rohstoffe

9

Anbausysteme

12

Biogaserzeugung

14

Energiemais

20

Getreide-Ganzpflanzensilagen (GPS)

22

Rüben

24

Mais, Sonnenblumen, Futterhirse und Sudangras im Zweitfruchtanbau

26

Feldgras und Klee gras

28

Anbau von Zwischenfrüchten

30

Sonnenblumen

34

Durchwachsene Silphie

35

Staudenknöterich

36

Riesen-Weizengras

37

Weitere Energiepflanzen

37

Dauergrünland

38

Wirtschaftliche Bewertung der Kulturen

40

Festbrennstoffe

44

Miscanthus

44

Kurzumtriebsplantagen (KUP)

47

Biogene Treibstoffe

50

Raps-Diesel

52

Getreide-Ethanol

52

Stoffliche Nutzung

54

Ausblick

56

Quellenverzeichnis

58

Internetadressen

59



Johannes Frizen

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

aufgrund der Diskussionen zum Ersatz fossiler Energieträger und möglicher CO₂-Einsparungen im Rahmen des Klimaschutzes ist die Biomasseproduktion auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Folge günstiger politischer Rahmenbedingungen in den letzten Jahren fortlaufend gestiegen. Von den Anbauflächen für nachwachsende Rohstoffe in Deutschland mit 2,28 Millionen Hektar in 2011 entfielen nach Schätzung der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR) rund 40 Prozent auf den Anbau von Raps zur Gewinnung von Biodiesel und Pflanzenöl, 11 Prozent auf Flächen für die Ausgangsrohstoffe der Bioethanolproduktion und 35 Prozent auf Pflanzen für die Biogasgewinnung. Der Flächenanteil für Pflanzen zur Festbrennstoffnutzung lag bei 6.000 Hektar. Zu diesen Energiepflanzenflächen kommen noch rund 14 Prozent für den Anbau von Industriepflanzen. Diese Gesamtfläche entspricht 19 Prozent der bundesdeutschen Ackerfläche. In Nordrhein-Westfalen werden zurzeit rund 12 Prozent der Ackerfläche für den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen genutzt.

Bereits heute wird aufgrund des Biokraftstoffquotengesetzes ein erheblicher Anteil der bundesdeutschen Rapsproduktion fossilen Mineralölprodukten beigemischt. Darüber hinaus hat das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) in den vergangenen Jahren einen verstärkten Ausbau von Biogasanlagen auch in Nordrhein-Westfalen bewirkt.

Im Rahmen der Energie- und Klimaschutzaktivitäten soll der Anteil von Biomasse an der Strom- und Wärmeproduktion weiter steigen. In Nordrhein-Westfalen wurden in 2010 aus Biomasse mit 8,6 Milliarden kWh etwa 82 Prozent der regenerativen Wärme und mit 4,8 Milliarden kWh rund 46 Prozent des regenerativen Stroms produziert.

Ferner wurden 380.000 Tonnen regenerativer Treibstoffe aus Biomasse erzeugt." Daher ist davon auszugehen, dass die Verwendung landwirtschaftlicher Nutzpflanzen als Energieträger und Rohstoff in den nächsten Jahren weiter zunehmen wird. Allerdings werden die Zuwachsraten voraussichtlich geringer ausfallen als bislang.

In Anbetracht dieser Entwicklung müssen die Anbauverfahren für nachwachsende Rohstoffe den ökonomischen und ökologischen Forderungen angepasst werden. Die Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen hat bereits seit geraumer Zeit pflanzenbauliche Versuchsaktivitäten in landwirtschaftliche Energiepflanzen intensiviert. Neben dem Anbau von Energiepflanzen im Zentrum für Nachwachsende Rohstoffe (ZNR) beim Landwirtschaftszentrum Haus Düsse werden mittlerweile auch an mehreren Versuchsstandorten in Nordrhein-Westfalen verschiedene Fragestellungen zu nachwachsenden Rohstoffen bearbeitet.

Diese Broschüre enthält einen Überblick über den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen in Nordrhein-Westfalen. Dabei werden die bisherigen Erfahrungen und Einschätzungen wiedergegeben. Aktuelle Sorten- und Anbauempfehlungen werden regelmäßig im Internet der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen unter www.landwirtschaftskammer.de, im jährlich erscheinenden Ratgeber „Pflanzenbau und Pflanzenschutz“ sowie in den landwirtschaftlichen Fachzeitschriften veröffentlicht.



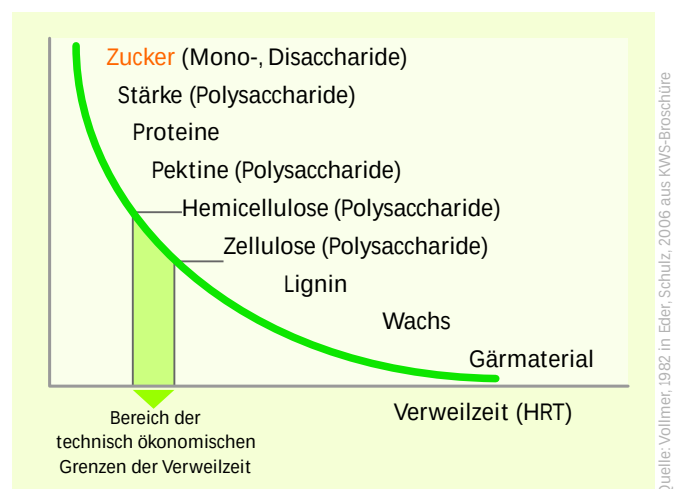
Johannes Frizen
Präsident der Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen

Nutzungsmöglichkeiten und Ansprüche

Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen tragen durch den Ersatz von fossil basierten Produkten zur CO₂-Minderung bei. Zugleich steht die Erzeugung nachwachsender Rohstoffe aufgrund der Flächenkonkurrenz im Spannungsfeld zur Erzeugung von Nahrungs- und Futtermitteln, auch „Teller-Tank-Trog-Diskussion“ genannt. Hinzu kommen die pflanzenbaulichen Ansprüche an die Einhaltung von Fruchtfolgen, Anforderungen an eine ausgeglichene Humusbilanz, Aspekte des Schädlingsbefalls sowie zunehmend Forderungen zur Verbesserung der Agrobiodiversität und Aspekte des Wildschutzes. Des Weiteren müssen die Belange des Wasserschutzes, insbesondere bei Kulturen mit hohem Düngbedarf und hohem Anteil an Silagesickersäften, beachtet werden.

In Abhängigkeit von der angestrebten Nutzungsrichtung als Biogas, zur Verbrennung, als Kraftstoff, als Industrierohstoff oder als Baustoff ergeben sich unterschiedliche Ansprüche an die jeweilige Kultur und die Technik zur Nutzung. Für einige nachwachsende Rohstoffpflanzen, die noch nicht sehr weit verbreitet sind, liegen kaum Zulassungen und nur wenige Genehmigungen für den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln vor. Daher müssen vor dem Anbau der betreffenden Kultur der Pflanzenschutz geplant und gegebenenfalls rechtzeitig Genehmigungsanträge gestellt werden.

Für Biomasse zur Biogasproduktion ist ein möglichst hoher Trockenmasseertrag je Hektar bei gleichzeitig guter und zügiger Abbaubarkeit durch die Mikroorganismen anzustreben. Die Abbildung (rechts) verdeutlicht, dass dabei sowohl die erforderliche Zeit zum Abbau in Form des Fermentervolumens als auch die generelle Zugänglichkeit für die entsprechenden Bakterien von Bedeutung sind. Je mehr sich die Kohlenstoffquelle in Richtung Lignin verändert, desto schlechter ist ihre Verwertbarkeit. Besonders schnell werden Stärke und Zucker in den Anlagen umgesetzt.



Abbaugeschwindigkeit verschiedener Inhaltsstoffe in Biogasanlagen



Weitere Kriterien sind die Eignung der Rohstoffe für Lagerung, Konservierung und Verwertung. Aufgrund der Trockenmassegehalte, Struktureigenschaften und Nährstoffzusammensetzungen unterscheiden sich Mais, Gras, Getreide-Ganzpflanzensilage, Zuckerrüben und Zwischenfrüchte deutlich in ihren Siliereigenschaften.

Zu geringe Trockenmassegehalte führen zu einem hohen Sickersaftanfall und belasten zudem das Fermentervolumen der Biogasanlage. Die daraus resultierenden technischen Ansprüche und Investitionen sind unbedingt zu beachten.

Bei halmgutartiger Biomasse in Biogasanlagen ist für die Eindosierung der Substrate in der Regel eine aufwändigere Technik notwendig als zum Beispiel für Silomais. In der Biogasanlage selbst muss die Rührtechnik den jeweils eingesetzten Rohstoffen angepasst sein.

Eventuell kann zum Beispiel bei höheren Grasanteilen eine Separierung des Gärrestes notwendig werden, um Schwimmschichten sicher zu vermeiden. Für Anlagen mit einem hohen Anteil halmgutartiger Biomasse ergeben sich bis zu 20 Prozent höhere Investitionskosten und auch deutlich höhere Betriebskosten.

Auch beim Anbau von Biomasse zur thermischen Nutzung ist der gesamte Weg, von der Kultur über die Ernte und Lagerung bis hin zur geeigneten Kesseltechnik, zu berücksichtigen. Dabei ist die forstwirtschaftliche Biomasse Holz inklusive Kurzumtriebsplantagen hinsichtlich der Anforderungen an die Lagerung und an die Kesseltechnik wesentlich unproblematischer als landwirtschaftliche Biomasse wie Stroh, Miscanthus und Getreide.



Bei der Ernte, Lagerung und Nutzung von Stroh und Miscanthus stellt sich die Frage der Dichte bei der Lagerung und damit des notwendigen Lagervolumens. Brikettieren und Pelletieren sind zwar grundsätzlich möglich, verteuern aber das Verfahren. Ferner sind beim Einsatz dieser Stoffe die Emissionsanforderungen der ersten Bundesimmissionsschutzverordnung zu beachten. Um die vorgegebenen Grenzwerte zu erreichen, sind für die Verbrennung landwirtschaftlicher Biomasse entsprechend ausgelegte Kessel erforderlich.

Die Verwendung von Kraftstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen ist in der letzten Zeit kontrovers diskutiert worden. Sowohl Pflanzenöl im Dieselmotorkraftstoff als auch Ethanol im Benzin sind bei neueren Motoren bis zu bestimmten Anteilen technisch möglich.

Bei der Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen zur stofflichen Nutzung ergeben sich eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten. Dabei geht es insbesondere um die Nutzung von Fetten und Ölen sowie von Kohlehydraten als Rohstoff für die chemische Industrie.



Rahmenbedingungen für nachwachsende Rohstoffe

In den zurückliegenden Jahren ist der Absatz von nachwachsenden Rohstoffen als Ausgangsbasis für biogene Treibstoffe und auch für die Erzeugung von Strom durch verschiedene gesetzliche Regelungen unterstützt worden. Gleichzeitig sind neue Anforderungen an nachwachsende Rohstoffe, zum Beispiel aus dem Bereich der Nachhaltigkeit, eingeführt worden.

Absatzförderung von Biokraftstoffen

Auf der Grundlage des Biokraftstoffquotengesetzes vom 18. Dezember 2006 erfolgt seit dem 1. Januar 2007 in Deutschland eine Beimischung von Biokraftstoffen zu Motorenbenzin und Dieselmotorenkraftstoff.

Mit dem Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen vom 15. Juli 2009 wurden Teile der Regelung geändert. Mit dem Biokraftstoffquotengesetz besteht für die Mineralölwirtschaft die Verpflichtung, einen festen und weiter wachsenden Anteil von Biokraftstoffen zuzumischen. Dieser steigt jährlich um 0,25 Prozent bis 2015 auf 8 Prozent des Energiegehaltes der insgesamt in Verkehr gebrachten Kraftstoffe an.



Nachhaltigkeitszertifizierung für Pflanzenöle

Nach der Richtlinie 2009/28/EG von 2009 zur Förderung erneuerbarer Energien ist für Biokraftstoffe und Pflanzenöl, sofern diese als Biokraftstoffe im Verkehr eingesetzt werden, ein Herkunftsnachweis erforderlich. Für eine staatliche Förderung und Steuervergünstigung darf nur zertifiziertes und den Kriterien der Nachhaltigkeit entsprechendes Pflanzenöl als Treibstoff genutzt werden. Dadurch soll unter anderem der Schutz von Regenwäldern, Mooren und großem Grasland erreicht werden. Zu den Nachhaltigkeitskriterien zählt, dass durch die Nutzung von Biomasse im Vergleich zum fossilen Energiemix mindestens 35 Prozent Treibhausgase eingespart werden. Dieser Anteil steigt bis 2018 auf 60 Prozent. Die Zertifizierungsvorgaben der Europäischen Union gelten derzeit für Biomasse zur Verwendung als Biokraftstoff, für den Einsatz in Pflanzenöl-Blockheizkraftwerken oder als flüssiger Brennstoff für Heizzwecke. Mit der Änderung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) wurde in 2011 auch eine Ermächtigungsregelung für die Einführung von Nachhaltigkeitsanforderungen für Biomasse zur Stromerzeugung geschaffen. Danach kann das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit bei einem Vergütungsanspruch für Strom aus fester, flüssiger oder gasförmiger Biomasse per Rechtsverordnung Anforderungen an einen nachhaltigen Anbau festlegen.



Erneuerbare-Energien-Gesetz und Biomasse-Verordnung

Am 1. Januar 2012 ist das novellierte Gesetz zur Förderung der erneuerbaren Energien (EEG vom 30. Juni 2011) in Kraft getreten. In diesem wurden neue Rahmenbedingungen und eine neue Vergütungsstruktur für die Erzeugung von Strom aus Biomasse festgelegt. Für den Strom aus Biogas wurde der Einsatz von Mais und Getreide massebezogen auf 60 Prozent begrenzt. Biogasanlagen müssen entweder 60 Prozent Wärmenutzung oder 60 Prozent Gülleeinsatz nachweisen oder den Strom direkt vermarkten.

Gleichzeitig wurde die Vergütungsstruktur durch die weitgehende Abschaffung der Boni vereinfacht. Die Vergütung von Strom aus Biogasanlagen und Biomasseheizkraftwerken nach dem EEG vom 30. Juni 2011 ergibt sich aus einer Grundvergütung zuzüglich einer Vergütung nach Einsatzstoffvergütungsklassen, wobei sich Einzelheiten aus der Biomasseverordnung ergeben.



Die Biomasseverordnung vom 30. Juni 2011 regelt nicht nur, welche Stoffe als Biomasse gelten, sondern in drei Listen über definierte Methanerträge von einzelnen Einsatzstoffen auch, welche energetischen Referenzwerte für die Berechnung der Gesamtvergütung einer Anlage bei der Verwendung verschiedener Energiepflanzen anzuwenden sind. Unter die Einsatzstoffvergütung der Klasse I fallen Einsatzstoffe wie Mais, Grünroggen, Getreide oder Futter- und Zuckerrüben und in die Klasse II Stoffe wie Gülle, Festmist, Klee gras als Zwischenfrucht von Ackerstandorten, Blühflächen und die Durchwachsene Silphie.

Weitere Rechtsvorschriften

Bei der Anlage einer Kurzumtriebsplantage (KUP) auf landwirtschaftlichen Flächen ist keine Erstaufforstungsgenehmigung nach dem Landesforstgesetz Nordrhein-Westfalen erforderlich. Die hierfür genutzten landwirtschaftlichen Flächen gelten auch weiterhin als solche, soweit diese Flächen für die Nutzung von Zahlungsansprüchen für die einheitliche Betriebsprämie gemeldet werden. Die als KUP genutzten Flächen können nach Beendigung der Nutzung in derselben Art und demselben Umfang wie vorher genutzt werden. Für die Anlage von KUP auf Waldflächen gelten spezielle Regelungen nach dem Forstrecht.

Bei der Anpflanzung von Energiepflanzen auf Grünlandflächen sind die in Nordrhein-Westfalen geltenden Bestimmungen der Dauergrünland-Erhaltungsverordnung vom 11. Februar 2011 zu beachten. So führt in Nordrhein-Westfalen die Anlage von Kurzumtriebsplantagen auf bestehenden Grünlandflächen zur Grünlandumwandlung mit entsprechenden Konsequenzen in der Förderung durch die Vorgaben zur Erhaltung von Grünland. Dieses gilt entsprechend auch für die Anlage von Miscanthus auf Grünlandflächen.

Leistungsklassen	Grundvergütung	Einsatzstoffvergütungs-klasse I	Einsatzstoffvergütungs-klasse II	Vergütung für Vergärung von Bioabfällen	Gasaufbereitungsbonus
≤ 75 KW		25 ct/kWh		—	
≤ 150 KW	14,3 ct/kWh	6,0 ct/kWh	8,0 ct/kWh	16 ct/kWh	3 ct/kWh bis 700 Nm ³ /h
≤ 500 KW	12,3 ct/kWh	6,0 ct/kWh	8,0 ct/kWh	16 ct/kWh	2 ct/kWh bis 1000 Nm ³ /h
≤ 750 KW	11,0 ct/kWh	5,0/2,5 ct/kWh	8,0/6,0 ct/kWh	14 ct/kWh	1 ct/kWh bis 1400 Nm ³ /h
≤ 5000 KW	11,0 ct/kWh	4,0/2,5 ct/kWh	8,0/6,0 ct/kWh	14 ct/kWh	Nennleistung der
≤ 20000 KW	6,0 ct/kWh	0,0 ct/kWh	0,0 ct/kWh	14 ct/kWh	Gasaufbereitungsanlage

Vergütungssätze nach dem EEG vom 30. Juni 2011

Anbausysteme

Aus pflanzenbaulicher Sicht ist zwischen Kulturen im

- Hauptfruchtanbau,
- Zweitfruchtanbau sowie als
- Winter- und Sommerzwischenfrucht und als
- Dauergrünland

zu unterscheiden. Die einzelnen Anbausysteme sind hinsichtlich der Ertragsleistung, der Nährstoffverwertung, der Bodenbedeckung, ihres Beitrages zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit und auch zur Risikominderung unterschiedlich zu bewerten.

Der Hauptfruchtanbau mit überwinternden Kulturen bei Aussaat im September/Okttober oder Frühjahrsaussaat im April/Mai ermöglicht durch die maximale Ausnutzung der Vegetationszeit den höchsten Ertrag der Einzelkultur.

Für die Biogasproduktion spielt neben dem Anbau als Hauptfrucht zunehmend auch der Zweitfrucht- und Zwischenfruchtanbau eine Rolle. Der Zweitfruchtanbau erfolgt nach einer sicheren, früh räumenden Winterfrucht und einer im Mai oder Juni folgenden Nachfrucht.

Ab rund 600 mm Jahresniederschlag können besonders auf besseren Böden mit Zweitfruchtssystemen höhere Erträge als mit alleinigem Hauptfruchtanbau erzielt werden. Nach üblichen Winterkulturen, wie Winterroggen, Wintertriticale oder Ackergras, erfolgt ab Mai oder Juni die Aussaat der zweiten Kultur in Form von Mais, Hirse oder Sonnenblumen, die bis zum Vegetationsende eine zweite Ernte sichern.

Die Aussaat der Winterzwischenfrucht erfolgt im Herbst. Übliche Winterzwischenfrüchte sind Ackergräser oder Grünroggen, die als Silage mit relativ niedrigen Trockensubstanzgehalten vor der Hauptfrucht Mais geerntet werden.



Für den Sommerzwischenfruchtanbau nach den traditionellen, im Sommer räumenden Körnerfrüchten oder nach Ganzpflanzensilage eignen sich mit einer Aussaat nach dem 20. Juni Sommergetreide und bedingt noch Sommerraps, einige Ackergräser und eventuell noch Sonnenblumen. Welsches Weidelgras ermöglicht eine Verknüpfung der Sommer- und Winterzwischenfrucht-Nutzung, da es bis ins Frühjahr des Folgejahres genutzt werden kann.

Durch den Zweit- und Zwischenfruchtanbau, aber auch durch Untersaaten oder mehrjährige Begrünung, wird die verfügbare Vegetationszeit insgesamt besser ausgenutzt. Damit kann der Biomasseertrag je Hektar, die Ertragssicherheit und der Energieertrag über die gesamte Fruchtfolge erhöht werden.



Allerdings werden die Vorteile von Zweitfruchtsystemen im Energiepflanzenbau durch den Mehraufwand bei der Bestellung, der Ernte und Logistik und durch die geringere Energiedichte, insbesondere bei vielen Zwischenfrüchten - gegenüber dem reinen Hauptfruchtanbau wieder deutlich vermindert. Auch besteht ein nicht unerhebliches Witterungsrisiko, vor allem bei längerer Frühjahrstrockenheit. Der verstärkte Anbau von Zweit- und Zwischenfrüchten kann zu Konflikten mit dem Biotop- und Artenschutz führen, wenn die Erntetermine genau in die Reproduktionsphase von Bodenbrütern und Niederwild fallen. Das betrifft in erster Linie Grünroggen und Feldgras mit Ernteterminen um den 1. Mai. Allerdings führen blühende Zwischenfrüchte, ebenso wie Blühflächen und Blühstreifen, zu einer Bereicherung des Landschaftsbildes und zur Verbesserung der Nahrungsgrundlage für Bienen und Insekten.

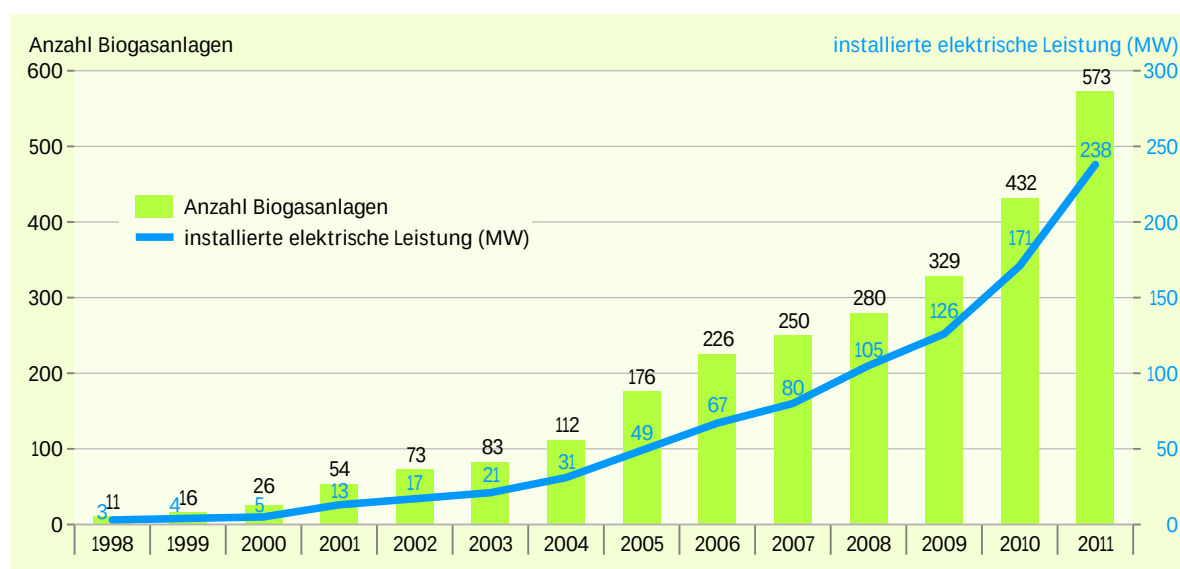


Biogaserzeugung

Zur effizienten Nutzung der knappen Flächenressourcen bei der Produktion von Biomasse gilt es, den maximal möglichen, mikrobiell gut nutzbaren Trockenmasseertrag pro Hektar zu erzeugen. Bei der Auswahl der Kulturen ergeben sich vielfältige Fragen zur Nutzung in einer Biogasanlage. So sind für die Zuckerrübe Möglichkeiten zur Lagerung und Aufbereitung zu beantworten. Eine stärkere Nutzung von Gras und anderer halmgutartiger Biomasse, wie Getreideganzpflanzensilage, Grünroggen oder Hirse, stellt besondere Anforderungen an das Fermentervolumen sowie an die Dosier- und Rührtechnik. Bei der Dosiertechnik kommen oft Lösungen mit zusätzlicher Zerkleinerung zum Einsatz.

Nach den bisherigen Erfahrungen sollte der Rationsanteil der halmgutartigen Biomasse ohne eine spezielle Auslegung von Fermenter und Rührwerk nicht über 20 Prozent liegen. Um auch bei bestehenden Anlagen die mögliche Vielfalt der Einsatzstoffe zu erhöhen, werden Erweiterungen der Dosiertechnik in Kombination mit mechanischer Aufbereitung diskutiert.

Neben den verfahrenstechnischen Kriterien sind die spezifischen Kosten zur Bereitstellung einer Kilowattstunde Energie aus Biomasse das entscheidende Kriterium für die Auswahl der geeigneten Biomasse.



Anzahl und installierte elektrische Leistung der Biogasanlagen
in Nordrhein-Westfalen in den Jahren 1998 bis 2011



Beim Silomais sind Erträge bis zu 250 Dezitonnen Trockenmasse pro Hektar (dt TM/ha) und im Durchschnitt rund 180 dt TM/ha möglich. Ackergras erreicht diese Erträge nur auf besseren Standorten mit mehr als 700 mm Niederschlag bei erheblich höherem Ernteaufwand. Auf vielen Standorten erzielt Ackergras in der Praxis nur 70 Prozent des Maisertrages, insbesondere da der letzte Aufwuchs nicht mehr geerntet wird. Unter günstigen Bedingungen erreichen Sudangras und Hybridsorghum rund 60 bis 70 Prozent des durchschnittlichen Trockenmasseertrages des Maises.

Auf Standorten mit mäßiger Ertragserwartung für Mais und guten Zuckerrübenenerträgen verändert sich das Bild. Hier kann - je nach Standort - die Zuckerrübe den Mais beim Methanertrag je Hektar übertreffen, hat aber durch den hohen Erdanteil einige zusätzliche Anforderungen an die Technikausstattung. Für die Wirtschaftlichkeit einzelner Kulturen spielen neben der Ertragsleistung auch die Verfahrenskosten der Rohstoffgewinnung, die Lagerkosten und die Kosten der technischen Aufbereitung eine entscheidende Rolle.



Substrat	Eigenschaften, Anmerkungen	TM % FM	oTM % TM	Biogas- ertrag $I_N^*/\text{kg oTM}$	Biogas- ertrag $\text{Nm}^3/\text{t FM}$	Methan- gehalt %	Methan- ertrag $I_N^*/\text{kg oTM}$
Maissilage		33	95	650	200	52	340
CCM		65	98	730	470	52	380
Sorghumsilage	TM % FM nach Anwelken	28	90	610	150	52	320
Getreide- Ganzpflanzensilage	Mittlerer Kornanteil	33	95	620	190	53	330
Grünroggensilage	TM % FM nach Anwelken	25	90	600	140	53	320
Sonnenblumensilage		25	90	520	120	57	300
Zuckerrübensilage	oTM säurekorregiert	23	90	700	150	52	360
Grassilage	Grassilage	35	90	600	190	53	320
Kleegrassilage	Kleegrassilage	30	90	580	160	55	320

Richtwerte für die Gasausbeute landwirtschaftlicher Biogasanlagen

I_N = Normliter je kg organische Trockenmasse
Quelle: KTBL Heft 88, 2010



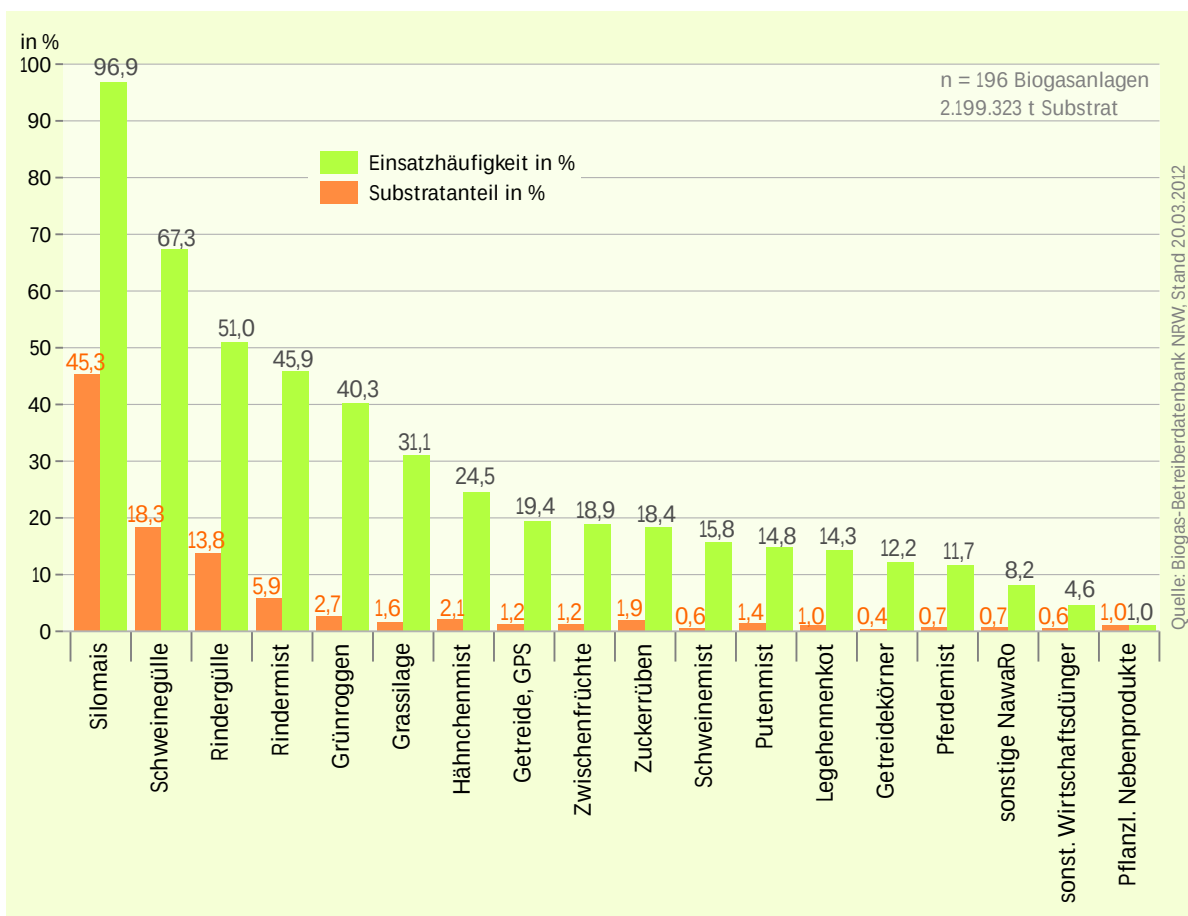
Der Biogasertrag bezieht sich immer auf die organische Trockenmasse (oTM), da aus den Mineralstoffen oder der Asche, die auch in der Trockenmasse enthalten sind, kein Gas produziert werden kann. Diese Anteile werden daher aus der Trockenmasse herausgerechnet. Aus der dann übrig bleibenden organischen Trockenmasse kann der Gasertrag berechnet werden.

Dieser Gasertrag wird - um eine Vergleichbarkeit herzustellen - in Normliter pro Kilogramm organische Trockenmasse (l_N/kg oTM) angegeben. Dies ist die Menge Gas, die im Normzustand genau einen Liter ausfüllt. Der Normzustand wird dabei bei einem Druck von 1013 Millibar (mbar) und einer Temperatur von 0 °C gemessen.

Bei den Produktionskosten für Zweitfruchtsysteme ist zu berücksichtigen, dass nur für eine Kultur die Flächennutzungskosten anfallen. Allerdings sind hier die Kosten für die Arbeitserledigung höher. Für diese Systeme ist daher für die Energiebereitstellung ein Mischpreis zu berechnen. Bei der Verwendung von Gräsern sind im Vergleich zum Mais neben den höheren Kosten der Arbeitserledigung die längere Verweilzeit und damit bis zu 20 Prozent höhere Anlagenkosten zu beachten.

Die Auswertung der in Nordrhein-Westfalen betriebenen Biogasanlagen über die Biogasbetreiberdatenbank der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen zeigt, dass schon heute in vielen Biogasanlagen neben Maissilage auch andere Pflanzen zur Energiegewinnung eingesetzt werden. Es ist davon auszugehen, dass sich diese Entwicklung in den nächsten Jahren fortsetzen wird. Dabei ist die Landwirtschaft gefordert, stärker über Fruchtfolgesysteme nachzudenken, die mit schneller Biomassebildung zur Stickstofffixierung beitragen und eine gute Gülle- und Gärrestverwertung sichern.

Mittlerweile gewinnen pflanzenbauliche Alternativen zum Mais eine zunehmend größere Bedeutung. Verantwortlich dafür sind die Änderungen des EEG und auch mögliche Anbaubeschränkungen für Mais, zum Beispiel durch das Auftreten des Maiswurzelbohrers, sowie die zunehmende Forderung nach mehr Biodiversität. Hinzu kommt, dass nach dem novellierten EEG für Vergütungsansprüche bei der Biogaserzeugung maximal 60 Masseprozent aus Mais als Ganzpflanze, aus Getreidekorn einschließlich Corn-Cob-Mix, aus Körnermais sowie aus Lieschkolbenschrot eingesetzt werden dürfen.



Einsatzhäufigkeit und Substratanteil unterschiedlicher Inputstoffe
in Biogasanlagen mit nachwachsenden Rohstoffen in Nordrhein-Westfalen

Energiemais für Biogas

Die Anbaufläche für Energiemais in Nordrhein-Westfalen lag 2011 bei rund 60 000 Hektar. Das entspricht einem Anteil von etwa 20 Prozent der gesamten Maisanbaufläche. Die Anbauflächen sind im Jahr 2012 weiter angestiegen. Silomais nimmt in Nordrhein-Westfalen als Energielieferant in der Biogasproduktion eine absolute Spitzenstellung ein. Mais ist eine wichtige Kultur, sowohl als Futtergrundlage in der Rinderhaltung als auch zur Erzeugung von Biogas. Mit Mais können höchste Energieerträge von der Fläche erzielt werden. An die Grenzen stößt der Maisanbau neben den Höhenlagen insbesondere dort, wo in trockenen Jahren die Wasserreserven des Standortes für die Ertragsbildung nicht immer ausreichen.

In der Energiemaisproduktion steht nach wie vor die Erzeugung höchster Trockenmasseerträge im Vordergrund. Bei der Ernte sollte Energiemais noch hohe Anteile an grünen Blättern und Stängeln aufweisen, da sich daraus deutliche Vorteile für die Ernte ergeben. Da die grünen Pflanzenteile unter normalen Witterungsbedingungen maximale TS-Gehalte von 20 bis 22 Prozent aufweisen, können die geforderten Gesamt-TS-Gehalte in der Silage nur über höhere Kolben- und Kornanteile realisiert werden.

Die Maissilage zur Biogasnutzung wird dann immer auch deutlich Stärke enthalten und sich hinsichtlich der Zusammensetzung kaum von Silagen unterscheiden, die in der Rindviehfütterung zum Einsatz kommen.



Theoretisch hat der Stärkegehalt zwar keinen Einfluss auf die Gasaussbeute, sodass im Fall der Biogasnutzung gewisse Kompromisse hinsichtlich der Abreife und der absoluten Höhe der Stärkegehalte möglich wären. Im praktischen Betrieb der Anlagen ist aber immer wieder festzustellen, dass niedrige Energie- und Stärkekonzentrationen in der Silage durch die Zugabe von Corn-Cob-Mix oder Getreide ausgeglichen werden müssen und mehr Silagetrockensubstanz eingesetzt werden muss, um gleiche Gaserträge erzielen zu können. Vor diesem Hintergrund sollten bei der Energiemaisproduktion keine Maissorten angebaut werden, die ein höheres Abreiferisiko mit sich bringen und damit in ungünstigen Jahren unter Umständen vor dem Erreichen der optimalen Reife gehäckselt werden müssen.



Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigen, dass bei grasgrünen Beständen die Trockenmassegehalte zur Ernte mindestens 30 Prozent erreichen sollten, um den Austritt von Sickersaft zu verhindern. Dies gilt insbesondere bei großen Mietenhöhen, wie sie sich bei der Biogas-Maisernte zwangsläufig ergeben. Sickersaftaustritt durch zum Beispiel niedrige TS-Gehalte bedingen unnötige Transportkosten bei Ernte, Lagerung und auch bei Ausbringung des Gärsubstrates Biogasgülle. Gärssaft kann darüber hinaus auch eine außergewöhnliche Belastung bis hin zur Störung des sensiblen Gärprozesses hervorrufen, vor allem, wenn eine stoßweise Einleitung in die Anlage erfolgt. Überhöhte TS-Gehalte im Häckselgut führen hingegen zu den bekannten Verdichtungsproblemen im Silo. Sie können auch technische Probleme in der Anlage nach sich ziehen, wenn die Silage nicht ordnungsgemäß eingemischt werden kann oder sich unerwünschte Schwimmschichten bilden.

Die Sortenempfehlungen der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen zu Silomais sind zu einer gemeinsamen Empfehlung für die Futter- und Biogasproduktion zusammengefasst worden, da sich viele Sorten für beide Nutzungsrichtungen anbieten. Die Sorten sollten auch für die Biogasnutzung TS-Gehalte von mindestens 30 Prozent sicher erreichen. Hinzu kommen lange grün bleibende „stay-green-Sorten“, bei denen die Lignifizierung noch nicht weiter fortgeschritten ist, was Vorteile hinsichtlich des Zelluloseabbaus und somit der Methanbildung mit sich bringt.



Getreide-Ganzpflanzensilagen (GPS)

Versuche der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen zeigen, dass Wintergetreide, wie Roggen, Triticale, oder Weizen, als Silagen Erträge ergeben, die als Alternativen zum Biogas-Mais angesehen werden können. Hierzu zählen Silagen aus Grünschnittroggen oder ganzen Getreidepflanzen. Eine Alternative sind sie vor allen Dingen dann, wenn die Kombination mit einer zweiten Kultur erfolgt.

Ein anteiliger Getreide-GPS-Anbau bei gleichzeitig verringertem Maisanbau steigert die Sicherheit der Substratversorgung, da die Anfälligkeit der Fruchtfolge gegenüber ungünstigen Witterungsereignissen, wie Sommerdürre oder Hagelschäden, vermindert wird. Außerdem können mit Getreide die Winterniederschläge besser für den Ertragsaufbau genutzt werden.

Ganzpflanzengetreide stellt aufgrund der frühen Ernte eine günstige Vorfrucht für Winterraps aber auch für einen Zweitfruchtanbau dar. Praxiserfahrungen zeigen, dass es durch den parallelen Einsatz von Mais und Getreideganzpflanzensilage zu Synergieeffekten kommt, die die Gas- und Methanausbeute sogar steigern können. Allerdings wird der maximal mögliche Getreide-GPS-Anteil in der Futterration für die Biogasanlage durch die Art des Rührwerkes und die Bauart des Fermenters begrenzt.

Die Ergebnisse aus Versuchen zu Ganzpflanzengetreide deuten darauf hin, dass sich ein reduzierter Einsatz von Herbiziden, von Fungiziden und auch von Wachstumsreglern nicht zwangsläufig negativ auf den Ganzpflanzenertrag auswirken muss. Entscheidend für den Anbau sind eine gezielte Sortenwahl und der Saattermin. Allerdings sind bei einem massiven Auftreten von Herbstunkräutern und bei anfälligen Sorten Pflanzenschutz-Maßnahmen notwendig.

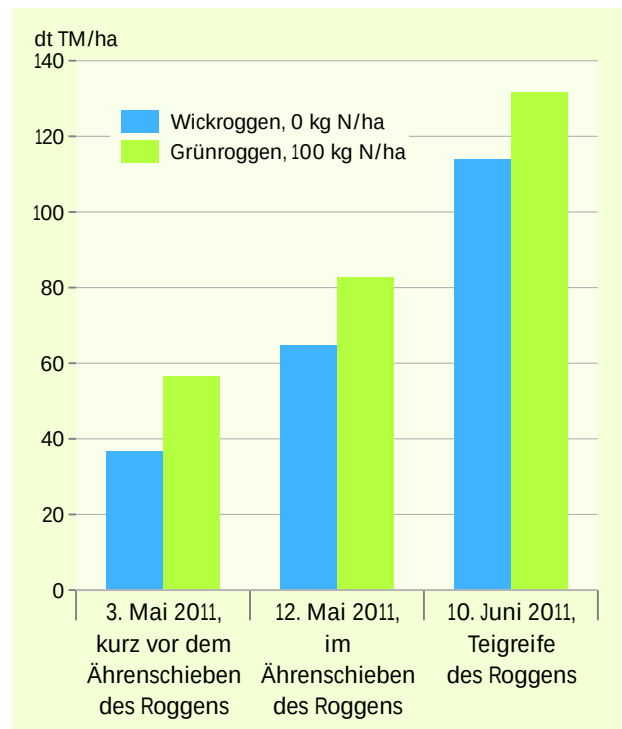
In den nächsten Jahren dürfte der Anteil von Getreide-GPS zunehmen. Die Saatzuchtunternehmen bieten spezielle Sorten an, die für diese Nutzung hohe Erträge erwarten lassen. Zusätzlich ist durch Züchtungsfortschritt mit steigenden Trockenmasseerträgen zu rechnen. Im Rahmen der Sortenzulassung durch das Bundessortenamt sind spezielle Sorten für diese Nutzungsrichtung bereits in der Beschreibenden Sortenliste offiziell eingetragen. Getreide-GPS profitiert besonders von der Züchtung bei Hybridroggen und Triticale.

Ist der Nachbau einer Zweitfrucht geplant, kann die Getreideernte schon in der Milchreife, etwa Mitte Juni, erfolgen, da der Zuwachs an Methanertrag je Hektar danach nur noch gering ist. Wintergerste kann noch nach Mais bis Mitte Oktober gedrillt werden. Sie räumt die Flächen so früh, dass auf Standorten mit ausreichender Wasserversorgung danach wieder eine Maisaussaat erfolgen kann.



Zum Getreide-GPS-Anbau hat die Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen mehrere Versuche in Haus Düsse und Dülmen-Merfeld, unter anderem auch zu Arten- und zu Sortenmischungen, angelegt. Dadurch sollen Fragen aus der Praxis unter den hiesigen Standortbedingungen geprüft werden.

2011 wurde in einem Versuch im Landwirtschaftszentrum Haus Riswick der Anbau von Wickroggen (50 kg/ha Zottelwicke plus 80 kg/ha Grünroggen) im Vergleich zu reinem Grünroggen sowohl als Winterzwischenfrucht als auch zur GPS-Gewinnung getestet. Der Ertrag des gedüngten Grünroggens wurde nicht ganz erreicht. Dennoch kann der Anbau dieses Gemenges zur GPS-Gewinnung für einzelne Betriebe interessant sein, da diese Mischung als leguminosenreiches Gemenge im Sinne des NRW-Programms „Förderung des Anbaus einer vielfältigen Fruchtfolge“ gilt. Zu beachten ist allerdings, dass die Stickstoffdüngung beim Anbau von Leguminosengemengen entfällt und daher auch keine Verwertung von Gärresten möglich ist.



Versuch zum Anbau von Wickroggen und Grünroggen in Haus Riswick 2011

Rüben zur Methangewinnung

Zuckerrüben können zur Gewinnung von Methan in Biogasanlagen und für die Herstellung von Ethanol für biogene Treibstoffe verwendet werden. Der Anbau der Rüben gewinnt als Ergänzung zum Mais als Biogassubstrat in den klassischen Rübenanbauregionen an Bedeutung. Auch in Gegenden mit hohen Maisanteilen kann die Rübe eine Ergänzung zum Mais bieten und die Fruchtfolgen entlasten. In Lagen, die für den Mais zu kalt sind, wie höher gelegene Anbauggebiete mit kürzerer Vegetationszeit, kann die Rübe als Ergänzung zu anderen Energiepflanzen angebaut werden. Nach Schätzungen des Rheinischen Rübenbauern-Verbandes ist der Anbau von Zuckerrüben zur Biogasgewinnung in 2012 in Nordrhein-Westfalen auf rund 1 500 Hektar ausgedehnt worden.

Bislang sind noch keine speziellen Energierübensorten zugelassen. In der Vergangenheit wurden eher Futter- und Gehaltsrüben in Biogasanlagen eingesetzt. Diese haben zwar einen geringeren Trockensubstanz- und Zuckergehalt, aber eine glatte, nur geringer zur Verschmutzung neigende Oberfläche als Zuckerrüben. Zu Zuckerrüben liegen langjährige Anbauerfahrungen mit bewährten Zuckerrübensorten vor. Zudem hat sich in den letzten Jahren überall eine schlagkräftige Logistikkette von der Ernte über die Verladung bis hin zum Transport entwickelt. Derzeit befinden sich in Deutschland mehrere Sorten in der Sortenprüfung für die Biomasseproduktion. Dabei geht es neben Zuckerrübensorten auch um Futterrüben und sogenannte Energierübensorten, die unter Umständen als EU-Sorten angeboten werden.



Ziel der Züchtung ist die Steigerung des Trockensubstanzgehaltes und des Trockenmasseertrages je Hektar und eine Reduzierung des Erdanhangs sowie die Verbesserung der Überwinterungseignung. Zurzeit sind die besten Zuckerrübensorten auch die ertragreichsten Biomassesorten.

Aus pflanzenbaulicher Sicht gibt es keine nennenswerten Unterschiede zwischen dem Anbau von Zuckerrüben zur Biogassubstratgewinnung oder zur Erzeugung von Nahrungsmitteln. Über eine geänderte Düngung kann der Ertrag im Vergleich zu den bisherigen Sorten voraussichtlich um bis zu 5 Prozent gesteigert werden. Allerdings führt ein übermäßiges Stickstoffangebot zu einem verstärkten Blattwachstum. Daher sollten zunächst die standortangepassten und vor allen Dingen zuckerertragsbetonten Standardsorten auch für einen Einsatz in Biogasanlagen genutzt werden. Unterschiede können sich eventuell bei der Ernte ergeben.



Nach ersten Erfahrungen kann für Biogaserüben auf ein sauberes Köpfen der Rüben verzichtet werden. Auch durch die spätere Ernte der Biogaserüben werden höhere Erträge ermöglicht.

Nach dem Roden werden die Rüben in einer abgedeckten Miete zwischengelagert, um ein Abtrocknen der Rübenkörper zu erreichen. Dadurch lässt sich das Säubern bei der weiteren Verarbeitung der Rüben kostengünstig und effektiv erhöhen. Bei der Säuberung werden zurzeit Verfahren angewendet, bei denen Steine und Erde im Wasserbad vom Rübenkörper getrennt werden.

Insbesondere die Konservierung der Rüben für die energetische Nutzung stellt eine große Herausforderung in der Verfahrenskette dar. Am einfachsten lässt sich die Verarbeitung frischer Rüben in der Biogasanlage realisieren. Dazu werden die Rüben nach der Ernte in einer abgedeckten Miete gelagert und täglich frisch aufbereitet der Biogasanlage zugeführt.

Aufgrund von Veratmungsverlusten und der Frostanfälligkeit lässt sich diese Verwertung aber nur für einige Wochen nach der Ernte durchführen. Sollen Rüben ganzjährig als Biogassubstrat eingesetzt werden, ist eine Konservierung notwendig. Bei der Silierung ganzer Rüben werden diese in Folien-schläuchen oder im Fahrsilo luftdicht eingelagert. Derzeit verbreitet ist die kombinierte Silierung von Rüben mit Mais-silage, Lieschkolbenschrot oder Corn-Cob-Mix. Dazu werden die zerkleinerten Rüben schichtweise in die andere Silage eingebracht und herkömmlich einsiliert. Die dritte Variante ist die Silierung der Rübe als Brei, wobei hier mit höheren Atmungsverlusten gerechnet werden muss.

Die Produktionskosten für Zuckerrüben liegen je Hektar 30 bis 40 Prozent höher als bei Mais. Auch müssen die Voraussetzungen für den Rübenanbau betriebsindividuell von der Verfügbarkeit der Technik bis zur Infrastruktur angepasst werden.



Mais, Sonnenblumen, Futterhirse und Sudangras im Zweitfruchtanbau

Als Alternative zu engen Maisfruchtfolgen auf leichten Standorten mit mindestens 600 mm Niederschlag werden Zweitfruchtssysteme untersucht. Der Vorteil liegt in der Risikoverteilung auf mehrere Ernten und in der Arbeitswirtschaft. Ökonomische Vorteile sind nicht unbedingt zu erwarten, da dem etwas höheren Ertrag zwei Aussaaten und zwei Ernten als Aufwand gegenüberstehen. Da Getreide-GPS ab Mitte Juni geerntet werden kann, stehen die Flächen früher für den Anbau von Folgefrüchten zur Verfügung als bei der Druschnutzung des Getreides. Nachdem sich in den vergangenen Jahren zum Teil sehr frühe Druschtermine für die Wintergerste ergaben, kamen in der Praxis vereinzelt auch noch bis Mitte Juli Mais, Sonnenblumen und Hirse zur Aussaat.

Die Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen hat seit 2006 zur Frage des Zweitfruchtanbaues in Haus Düsse, einem Lößstandort mit ausreichenden Niederschlägen, unter Federführung der Fachhochschule Witten/Herdecke zu standortangepassten Anbausystemen für Energiepflanzen (EVA) umfangreiche Versuche durchgeführt. Seit 2007 werden Sortenversuche zum Zweitfruchtanbau auch in Dülmen-Merfeld, einem Standort mit leichten Sandböden und begrenzter nutzbarer Feldkapazität durchgeführt.

Nach einer frühen Getreide-GPS-Nutzung kann bei einer Aussaat bis Mitte Juni die Vegetationszeit für die Ertragsbildung der Kulturen im Zweitfruchtanbau ausreichen. Insbesondere auf Sandböden muss aber genügend Feuchtigkeit für den Feldaufgang zur Verfügung stehen. Mais und Sonnenblumen kommen dann ab Mitte August zur Blüte. Die verbleibende Zeit nutzt der Mais für die Stärkeproduktion. Die Sonnenblumen können noch Rohfettgehalte von bis zu 15 Prozent in der Gesamttrockenmasse bilden. Unter feuchten Abreifebedingungen sind die Sonnenblumen aber sehr anfällig für Weißstängeligkeit (Sclerotinia) und Grauschimmel (Botrytis). Der Befall scheint sich dabei stark negativ auf die Rohfettgehalte auszuwirken.

Bei den Hirsen als Sorghum-Arten ist eine sehr große Sortenvariation zu beobachten, was erhebliche Züchtungsschritte durch entsprechend gezielte Selektion erwarten lässt. Während bislang in Nordrhein-Westfalen bereits vereinzelt Sudangras *Sorghum sudanense* als Zwischenfrucht angebaut wurde, kommen für die Biogassubstratproduktion auch Futterhirsen (*Sorghum bicolor*) in Betracht. Sehr vielversprechend bezüglich der Kombination Biomasseertrag und Frühreife zeigen sich Kreuzungen aus *Sorghum bicolor* und *Sorghum sudanense*.



Bei Aussaat Mitte Juni kommen auch frühe Hirsesorten noch im August zum Rispschieben. Es ist zu beobachten, dass die Hirse auf das jeweilige Temperaturniveau stärker reagiert als Mais und Sonnenblumen. Mais reagiert auf die schon wieder kürzer werdenden Tage offensichtlich mit reduziertem Massenwachstum. Da die generative Phase aber vergleichsweise früh einsetzt, können in Abhängigkeit von der Reifezahl noch gute Qualitäten bei allerdings deutlich geringeren Erträgen als im Hauptfruchtanbau erzielt werden. Ausgesprochen frühreife Sorten erhöhen dabei die Anbausicherheit erheblich. Unter starkem Krankheitsdruck wird Zweitfruchtmais sehr früh von Turcicum-Blattflecken befallen, was bei der Sortenwahl unbedingt berücksichtigt werden muss.

Durch den relativ sicheren Ertrag der Vorfrucht Getreide-GPS kann die Ertragssicherheit vor allem dort gesteigert werden, wo hohe Maiserträge aufgrund von Trockenstress nicht immer sicher erzielt werden können. Zu beachten ist, dass es bei der Ganzpflanzenernte von Sonnenblumen und Hirse zu technischen Problemen kommen kann. Muss Hirse mit niedrigen TS-Gehalten gehäckselt werden, kann das feuchte und musartige Erntematerial nur mit leistungsstarken Häckslern geblasen werden.

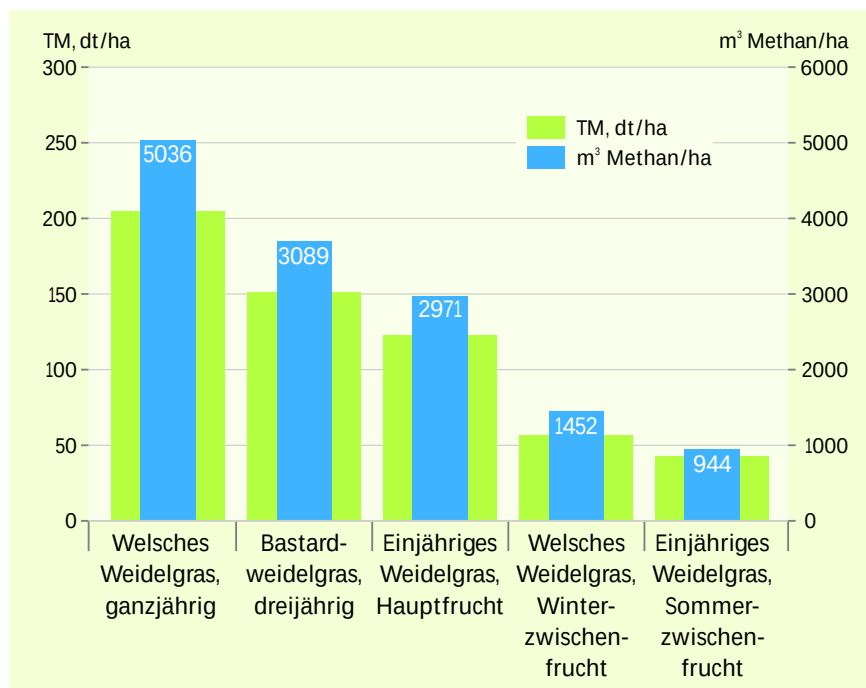
Sonnenblumen mit hängenden Köpfen können hingegen Probleme beim Einzug der Pflanzen bereiten. Beiden Kulturen ist gemeinsam, dass bei niedrigen TS-Gehalten ein Walzen im Silohaufen bei größeren Erntemengen nicht immer möglich ist. Diesem Problem kann unter Umständen durch eine parallele Ernte mit trockenem Silomais begegnet werden.

Mit Zweitfruchtanbausystemen lassen sich in der Regel höhere Erträge erzielen als mit Mais als alleiniger Hauptfrucht. Ergebnisse aus Betriebserhebungen im Münsterland zeigen, dass Mais, wenn er allein angebaut und schon um den 20. April gesät wird, im Mittel der Jahre rund 18 Tonnen pro Hektar Trockenmasse erreicht. Die Kombination aus Winterzwischenfrucht-Roggen mit Ernte um den 1. Mai und anschließender Maissaat oder Getreide-Ganzpflanzenernte im Juni mit anschließender Maissaat oder einer anderen Zweitfrucht bringt bei ausreichender Wasserversorgung im Schnitt etwa 4 Tonnen pro Hektar höhere Erträge als alleiniger Maisanbau. Mit diesen Mehrerträgen schafft man es allerdings nicht, die gegenüber dem alleinigen Maisanbau höheren Anbaukosten und geringeren Gasausbeuten zu kompensieren.

Feldgras und Klee gras

Der Feldgras- und Klee grasanbau zur Biogaserzeugung lässt sich flexibel in die Fruchtfolge einbinden. Das Leistungspotenzial im Hauptfruchtanbau unterscheidet sich je nach Nutzungsdauer der Arten sehr deutlich. Es übersteigt aber insgesamt das Leistungspotenzial der Gräser im Zwischenfruchtanbau. Allerdings sind der verfahrenstechnische Aufwand bei der Feldgrasnutzung, wie häufigeres Mähen, Zetten, Schwaden, Häckseln bei der Ernte, Siloabdecken und damit auch die spezifischen Kosten der Biomasseproduktion höher als bei anderen Ackerkulturen.

Für den Feldfutterbau zur Biogaserzeugung kann auf die für die Futternutzung empfohlenen Qualitätsstandardmischungen zurückgegriffen werden. Die Mischungsempfehlung wird jährlich unter Berücksichtigung der neuen Ergebnisse der Sortenprüfungen aktualisiert und ist im Faltblatt „Qualitätsstandardmischungen für den Ackerfutterbau“ und im jährlich erscheinenden „Ratgeber Pflanzenbau und Pflanzenschutz“ sowie im Internet unter www.riswick.de/Versuche/Grünland/Veröffentlichungen zu finden.



Trockenmasseertrag und geschätzter Methanertrag von Weidelgräsern im Haupt- und Zwischenfruchtanbau in Klee 2000 bis 2011





Eine besondere Eignung für die Biomasseproduktion weisen von den Qualitätsstandardmischungen die reinen Grasmischungen A1, A2 und A3 auf. Alle drei Mischungen enthalten ausschließlich Weidelgräser und sind somit als Weidelgras im Sinne der Einsatzstoffvergütungskategorie I der Biomasseverordnung zu deklarieren. Grasreinsaat ist interessant, da die Gräser die Nährstoffe der Gärreste sehr gut verwerten können. In Veredelungsregionen sollten nur Grasreinsaat Verwendung finden, da Leguminosenmischungen in solchen Gebieten zu einer zusätzlichen Stickstoffanreicherung führen.

Klee-Gras-Mischungen kommen gegebenenfalls für Betriebe in Betracht, die im Rahmen des NRW-Förderprogramms Vielfältige Fruchtfolgen auf ihren Flächen Leguminosen oder leguminosenreiche Gemenge anbauen. Allerdings ist die Verwertung von Gärresten beim Anbau von Klee-Gras kaum möglich.

Für die Frühjahrsaussaat zur einjährigen Nutzung steht das Einjährige Weidelgras mit wuchsbetonten Sorten zur Verfügung. Es kann sowohl in Reinsaat als auch unter Beimengung von Welschem Weidelgras empfohlen werden. Die erzielbare Schnitzzahl ist vom Standort abhängig. Für die Biogasgewinnung reichen zwei bis drei Schnitte aus. Bei später Saatkultur, auf ungünstigen Standorten und in Lagen mit Sommertrockenheit entfällt der dritte Schnitt.

Die höchsten Biomasseerträge liefert das Welsche Weidelgras nach Herbstsaatkultur zur überjährigen Nutzung. Je nach Standort lassen sich bei ganzjähriger Nutzung nach Aussaat vor dem Winter Trockenmasseerträge von 135 bis 215 Dezitonnen pro Hektar (dt/ha) im Folgejahr realisieren.

Auch die mehrjährige Nutzung der Feldgrasbestände kann eine Option darstellen. Für die zwei- bis dreijährige Nutzung eignet sich besonders das Bastardweidelgras, das gegenüber dem Welschen Weidelgras eine verbesserte Ausdauer aufweist. Für den Anbau unter Praxisbedingungen hat es sich bewährt, dem Bastardweidelgras Welsches Weidelgras zur Leistungsverbesserung im ersten Jahr und Deutsches Weidelgras zur Sicherung der Ausdauer beizumengen.

Im Vergleich zu den Empfehlungen zur Futtergewinnung für die Milchviehhaltung darf die Schnitthäufigkeit für die Biomasseerzeugung niedriger sein. Im Hauptfruchtgras-Anbau reicht für die Biogasgewinnung eine dreimalige Schnittfrequenz. Sofern die Aufwuchsmengen des Einzelschnittes Erträge von 60 bis 70 Dezitonnen Trockenmasse übersteigen, zum Beispiel in günstigen Lagen mit langer Vegetationszeit, ist eine viermalige Nutzung möglich.

Anbau von Zwischenfrüchten

Zwischenfrüchte werden zwischen zwei Hauptfrüchten angebaut, ohne Nachteile für diese Kulturen. Der Saattermin liegt in der Regel im Juli. Der Zwischenfruchtanbau ist aus betriebswirtschaftlicher Sicht interessant, da in diesem Produktionsverfahren ohne den Ansatz von Nutzungskosten produziert werden kann. Je höher die Kosten für die Hauptfrucht ausfallen, desto interessanter ist der Anbau von Zwischenfrüchten.

Der Zwischenfruchtanbau ermöglicht es, flexibel auf das jahresabhängig wechselnde Biomasseangebot der Hauptfruchtflächen zu reagieren. Zwischenfrüchte eignen sich auch für die Verwertung der Nährstoffe aus den Gärresten, sodass hierdurch Lagerraum eingespart werden kann. Durch den Anbau von Zwischenfrüchten können zusätzlich 80 bis 100 kg Stickstoff (N) pro Hektar aus eigenem Wirtschaftsdünger eingesetzt werden.

Die Möglichkeiten zur Erzeugung von Biomasse aus Zwischenfrüchten sind im ersten Überblick sehr vielfältig. Als Faustzahl gilt, dass 3 bis 4 Hektar Zwischenfrüchte unter günstigen Bedingungen im Gasertrag 1 Hektar Silomais ersetzen können. Die Chancen einzelner Früchte beim Einsatz in Biogasanlagen werden allerdings maßgeblich vom Wassergehalt des Erntegutes bestimmt, das heißt, viele Zwischenfruchtvarianten kommen bei späten Ernteterminen und fehlenden Anwelkmöglichkeiten allein wegen des zu niedrigen Trockenmassegehaltes im Erntegut kaum in Betracht. Zwischenfrüchte sollten bei der Ernte möglichst 20 bis 25 Prozent Trockensubstanz (TS) enthalten. Bei geringeren Trockensubstanzgehalten belastet das zusätzlich in der Biomasse enthaltene Wasser die gesamte Verfahrenskette von der Ernte über die Lagerung bis zur Gärsubstratlagerung und -ausbringung so stark, dass der Anbau für den Einsatz in Biogasanlagen in der Regel unwirtschaftlich wird.

Auch die nach der neuen Biomasseverordnung der Einsatzstoffvergütungskategorie II zugeordneten Zwischenfruchtarten Phacelia als blühfreudige Art im Sommerzwischenfruchtanbau, Winterrübsen als Sommer- und frühblühende Winterzwischenfrucht und Klee gras erreichen nur selten Trockensubstanzgehalte von über 10 Prozent. Diese Kulturen können aufgrund der hohen Wassergehalte nur als Ergänzung anderer Substrate mit einem hohen TS-Gehalt dienen.



Blühfreudige Zwischenfrüchte tragen aber zur Auflockerung des Landschaftsbildes und auch zur Biodiversität bei.

Die Verwertung von Zwischenfrüchten konzentriert sich im Wesentlichen auf Grünroggen, Weidelgras oder Sommergetreide als Zwischenfrucht. Andere Möglichkeiten der Biomasseproduktion mit weiteren Zwischenfrüchten sind im „Ratgeber Pflanzenbau und Pflanzenschutz“ der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen zusammengestellt.

Der „Ratgeber Pflanzenbau und Pflanzenschutz“ kann zum Preis von 20 € bestellt werden bei
Angelika Albrink,
Tel.: 0251 2376-655,
Angelika.Albrink@lwk.nrw.de





Grünfutterroggen als Winterzwischenfrucht

Von den Wintergetreidearten hat sich vor allem der Grünfutterroggen wegen zügiger Biomassebildung im Frühjahr bewährt. Für den Anbau eignen sich spezielle Futterroggen-sorten. In der Beschreibenden Sortenliste 2011 des Bundes-sortenamtes sind acht Sorten mit landeskulturellem Wert in Deutschland für diese Nutzungsform zugelassen. Grünroggensilage kann sehr gut zur Ergänzung von Mais-silagen in der Biogasanlage eingesetzt werden. Mit Grün-futterroggen plus Energiemais lässt sich der Flächenanspruch gegenüber alleinigem Maisanbau verringern. Zusätzlich entstehen positive Effekte, wie weniger Nährstoffauswaschung und Erosion im Winter. Der Grünfutterroggenanbau lohnt um so eher, je zeitgerechter man eine möglichst standfeste Grün-futterroggensorte saatgutsparend, möglichst schon Mitte September, aussät.

Nach einer Startdüngung im Februar kann in der Regel schon Ende April so zeitig geerntet werden, dass der nachfolgende Mais kaum durch die Saatzeitverzögerung leidet. Der optimale Erntetermin liegt beim Grannenspitzen (EC 49). In späten Jahren muss unter Umständen nach einem festen Termin geerntet werden, um den anschließenden Maisertrag nicht zu gefährden. Bei der betriebswirtschaftlichen Bewertung entfallen zwar die Flächenkosten, aber die entsprechenden Mehraufwendungen müssen in der Produktion beachtet werden.

Zwischenfrucht Sommergetreide

In der Praxis wird auch Sommergetreide zur Silierung nach Getreide-GPS-Vornutzung oder nach dem Wintergerstendrusch angebaut. Dafür eignen sich besonders frühreife Sommertriticale-, Sommergerste- und Hafersorten. Ein großer Vorteil gegenüber anderen Zwischenfrüchten besteht darin, dass mit ausreichenden Trockenmassegehalten ohne Vorwelken aus dem Stand geerntet werden kann. Exakte Ertragsdaten zu diesen Varianten liegen bislang nur teilweise vor. Die Versuche der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen zu den verschiedenen Zwischenfrüchten werden in den nächsten Jahren fortgesetzt. Praxiserhebungen zeigen allerdings, dass Trockenmasseerträge in der Größenordnung zwischen 4 und 7 Tonnen pro Hektar bei rund 25 Prozent Trockensubstanz (TS) erreicht werden können.

Voraussetzung für den sicheren Feldaufgang und die Ertragsbildung ist eine ausreichende Bodenfeuchtigkeit. Nach bisherigen Beobachtungen ist davon auszugehen, dass spätere Aussaaten ab Anfang Juli bei bereits wieder abnehmender Tageslänge zu höheren Trockenmasseerträgen führen als Saattermine im Juni. Zu frühe Saaten im Juni sind riskant, weil die jungen Pflanzen noch von der zweiten Generation der Fritfliege stark geschädigt werden können. Die Saatlücke sollte mindestens 400 Körner/m² betragen. Auch wird mit 5 bis 6 cm Saattiefe etwas tiefer gedreht als bei „normaler“ Frühlingsaussaate. Über notwendige Herbizidmaßnahmen muss standortspezifisch entschieden werden. Bei Hafer und Sommergerste muss eine Fungizid- und Insektizidmaßnahme eingeplant werden.



Die Ernte erfolgt in der Regel erst Ende Oktober, so dass als Folgekultur überwiegend nur eine Sommerung, zum Beispiel Mais, in Frage kommt. Nach der Sommergetreideernte können die Stoppeln über Winter zum Bodenschutz erhalten bleiben. In die Stoppel kann der Mais im April als Mulchsaat oder im Strip-Till-Verfahren ausgesät werden.

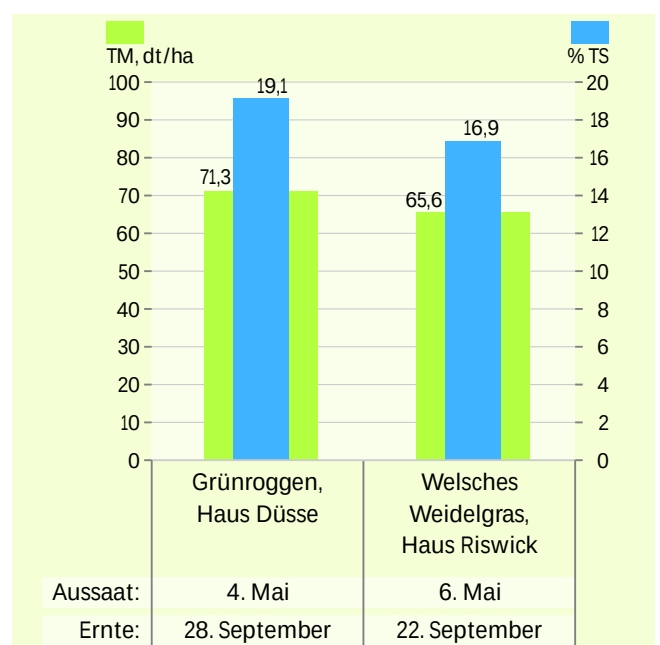
Eine ausgeglichene Niederschlagsverteilung spielt für die Ertragsbildung eine wesentliche Rolle. Da bei der Bestellung der Sommerzwischenfrucht nicht abzuschätzen ist, ob sie auch gelingt, müssen die Anbaukosten möglichst niedrig gehalten werden.



Gräser im Zwischenfruchtanbau

Für den Winterzwischenfruchtanbau, das heißt Aussaat Mitte September, Ernte in der letzten Aprildekade, empfiehlt die Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen eine Mischung aus ausschließlich erstschnittbetonten Sorten des Welschen Weidelgrases. Das Welsche Weidelgras ist dem Grünroggen im Frühjahr auf zur Trockenheit neigenden Standorten im Trockenmasseertrag und im Trockensubstanzgehalt etwas unterlegen.

Auf Standorten mit guter Wasserführung kann der Anbau von Welschem Weidelgras interessant sein. Mit dieser winterharten Kulturart ist auch eine kombinierte Sommer- und Winterzwischenfruchtnutzung möglich, die sich in Biomassefruchtfolgen mit Mais anbietet. Das winterfeste Welsche Weidelgras wird im Sommer zur anschließenden Herbstnutzung ausgesät, bleibt über Winter stehen und liefert Ende April einen zweiten kräftigen Aufwuchs. Für diese Nutzungsart ist das auswinternde Einjährige Weidelgras nicht geeignet.



Vergleich der Winterzwischenfruchterträge und Trockensubstanzgehalte von Grünroggen in Haus Düsse und Welschem Weidelgras in Haus Riswick im Mittel der Jahre 2005 bis 2010



Sonnenblumen

Trotz üppigen Wachstums werden beim Anbau von Sonnenblumen als Hauptfrucht geringere Trockenmasseerträge als beim Silomais erreicht. Vorteile in der Gasausbeute, die sich theoretisch aus höheren Ölgehalten ergeben, werden nach neueren Erkenntnissen durch stark verholzte Stängelanteile relativiert. Wegen den mittleren Erträgen bei gleichzeitig mäßigen Gasausbeuten und wegen des recht engen Erntezeitfensters ist der Sonnenblumenanbau als Hauptfrucht für Biogas in den letzten zwei Jahren wieder rückläufig. Daher werden Sonnenblumen mittlerweile eher als Zwischenfrucht angebaut. Als blühende Pflanze im Landschaftsbild tragen sie dazu bei, die Akzeptanz des Energiepflanzenanbaus zu steigern. Die Ernte erfolgt bei Trockensubstanz-Gehalten, die in der Regel noch unter 25 Prozent liegen.

Unter feuchten Bedingungen nach der Blüte werden Sonnenblumen sehr schnell von *Botrytis* befallen. Unter *Sclerotinia*-Befall können die Pflanzen schnell zusammenbrechen. Im großflächigen Anbau sollten entsprechende Sortenanfälligkeiten unbedingt berücksichtigt werden. Auch bei kleinflächigem Anbau, zum Beispiel als Blüh- oder Bejagungsstreifen, oder am Vorgewende sollten daher Anbaupausen von drei, besser vier Jahren eingehalten werden.



Durchwachsene Silphie

Die Durchwachsene Silphie findet zunehmendes Interesse in der landwirtschaftlichen Praxis. Die Silphie, auch Kompass- oder Becherpflanze genannt, gehört zur Familie der Korbblütler und stammt aus den gemäßigten Breiten Nordamerikas. Sie bildet je nach Standjahr drei bis zehn Stängel mit den typischen Blättern aus, die den Stängel trichterartig umschließen. Die gelbe Blüte beginnt im Juli und reicht bis in den September hinein. Die Silphie ist eine ausdauernde mehrjährige Staudenpflanze mit einer Nutzungsdauer von mindestens zehn Jahren. Die Kosten im Anbaujahr sind sowohl bei der Pflanzung mit 40 000 Pflanzen je Hektar als auch bei der Direktsaat aufgrund der Pflanz- und Saatgutkosten und der geringen Auflauftrate noch hoch. Allerdings fallen in den Folgejahren bei einer mehrjährigen Nutzung geringere Kosten an. Die Landesanstalt für Landwirtschaft Thüringen (TLL) arbeitet im Rahmen eines Projektes derzeit intensiv an der Entwicklung einer Direktsaatsmethode für diese Pflanze und führt dazu umfangreiche Versuche durch. In Versuchen wurden bereits hohe Auflaufraten erzielt.

Derzeit sind die Erfahrungen im praktischen Anbau der Durchwachsenen Silphie als Energiepflanze noch gering. In Nordrhein-Westfalen liegen noch keine belastbaren Feldversuchsergebnisse und Praxiserfahrungen vor.

In Niedersachsen und Thüringen wurden Versuche in bedeutender Größenordnung durchgeführt. Die Anbauten wurden überwiegend mit Jungpflanzen angelegt. In Versuchsergebnissen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen konnten im zweiten Erntejahr auf allen drei Versuchsstandorten durchschnittlich 158 dt TM/ha erzielt werden. Die bisherigen Erfahrungen deuten darauf hin, dass diese Pflanze auf Grenzstandorten mit geringer Wasserhaltefähigkeit aufgrund ihrer Wurzelentwicklung Mais voraussichtlich ersetzen kann. Die Durchwachsene Silphie wird aber im Ertragsniveau voraussichtlich unter dem von Mais bleiben.

Im Landwirtschaftszentrum Haus Döse wurde bei dem 2011 angelegten Bestand die Möglichkeit der Beikrautbekämpfung zwischen den Reihen mit Glyphosat erprobt. Dadurch konnte der starke Konkurrenzdruck durch Schwarzen Nachtschatten, Distel, Kamille und Ampfer reduziert werden. Abschließende Aussagen sind erst nach weiteren Versuchen möglich.



Igniscum Candy®-Staudenknöterich

Die Sorte Igniscum Candy® der Firma Conpower ist aus einer Züchtung des Sachalin-Staudenknöterichs entstanden. Er unterscheidet sich durch Standorttreue und Massenwuchs vom Wildtyp und gilt als die kultivierbare Form des Staudenknöterichs. Es handelt sich um eine schnellwüchsige, mehrjährige und ausdauernd winterharte Pflanze, die aufgrund ihrer großen Biomasseproduktion als Rohstoffpflanze genutzt werden kann. Die Jungpflanzen werden in Reienkultur mit 7 500 bis 10 000 Pflanzen je Hektar gepflanzt. Im Herbst sterben die Stängel und Blätter ab. Die hohe Wachstumsrate von bis zu 10 cm pro Tag ermöglicht bis zu drei Ernten jährlich. Als Dauerkultur kann die Pflanze 20 Jahre lang genutzt werden. Die Pflanze bildet mehrjährige Rhizome und kann bis zu 4 m hoch werden. Eine Beseitigung der Bestände nach Beendigung der Nutzung könnte aufgrund der gebildeten Rhizome zu Schwierigkeiten führen, da viele Knötericharten als invasive Pflanzen nur schwer zu bekämpfen sind. An Beratungsergebnissen zur optimalen Rekultivierung wird zurzeit gearbeitet.

Eine Verwertung über Biogasanlagen ist möglich. Die Pflanze wird seit 2009 in einem Versuch im Landwirtschaftszentrum Haus Düsse mit Unterstützung der Stadtwerke Duisburg angebaut. Während der Jugendentwicklung wurde der Bestand im ersten Jahr mehrmals mechanisch vom Konkurrenzwuchs befreit. Auf den Einsatz von Herbiziden wurde verzichtet. Probleme mit Lager, Krankheiten und Schädlingen traten nicht auf. Im Jahr 2011 wurde die erste Ernte mit zwei Schnitten durchgeführt. Die dabei gewonnenen Daten werden noch durch weitere Ergebnisse und Untersuchungen zu den Biogaserträgen abgesichert.



Riesen-Weizengras

Als alternative Energiepflanze werden derzeit verschiedene Riesen-Weizengräser untersucht. Bei der Sorte Szarvazi 1 handelt es sich um ein an der Universität Szarvas in Ungarn gezüchtetes mehrjähriges Riesen-Weizengras für den Energie- und Futterpflanzenanbau. Szarvas bedeutet übersetzt „Hirsch“; daraus entstand der Name Hirschgras. Der Aufwuchs dieser mehrjährigen Pflanze mit einer Nutzungsdauer von fünf bis sieben Jahren wird zweimal pro Jahr bei Trockensubstanz-Gehalten um 30 Prozent geerntet. Riesen-Weizengräser sollen hohe Trockenmasse und hohe Methanerträge erbringen. In Bayern werden bereits seit längerem Untersuchungen zum Energiegras durchgeführt. In Nordrhein-Westfalen liegen bislang nur wenige eigene Erfahrungen vor. Der 2011 begonnene Anbauversuch im Landwirtschaftszentrum Haus Düsse wird fortgesetzt. Im Landwirtschaftszentrum Haus Riswick wird aktuell die Sorte Alkar Powergras angebaut.



Weitere Energiepflanzen

Zur Erzeugung von Biomasse auf Ackerflächen werden an verschiedenen Standorten praxisbezogene Untersuchungen durchgeführt. Dabei geht es neben Topinambur, Buchweizen und anderen Kulturpflanzen auch um die Eignung von Wildpflanzen. Die Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG), der Deutsche Verband für Landschaftspflege (DVL) und weitere Partner untersuchen ökologisch und ökonomisch interessante Wild- und Zierpflanzenarten, die in mehrjährigen Mischungen angesät werden und gleichzeitig Wildtieren geeignete Lebensräume bieten.

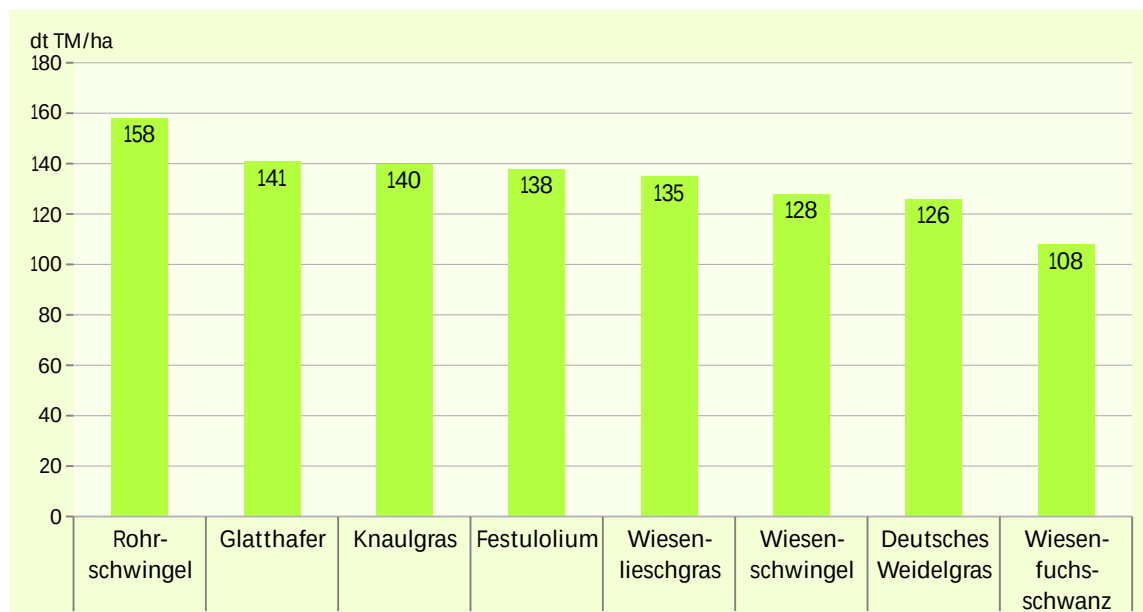
Auch die Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen wird die Möglichkeiten der Energiegewinnung aus Wildpflanzen in ihre Versuchsarbeit zu nachwachsenden Rohstoffen aufnehmen.



Dauergrünland zur Biogasproduktion

Bei der Grünlandnutzung zur Energiegewinnung können sich in Abhängigkeit von der Schnittfrequenz sehr unterschiedliche Pflanzengesellschaften mit unterschiedlichem Ertrags- und Energiepotenzial entwickeln. Die im nachfolgenden Schaubild dargestellten Ergebnisse der Sortenprüfung für verschiedene Gräserarten zeigt das unterschiedliche Biomasseproduktionsvermögen.

Je geringer die Nutzungsfrequenz des Grünlandes ist, desto mehr dominieren Obergräser den Bestand. Die ertragsstarken Grasarten des Dauergrünlandes bringen bei geringer Schnittfrequenz höchste Erträge. Mit der Dreischnittnutzung lassen sich auch langfristig ertragsstabile, obergrasreiche Grünlandbestände mit hohem Biomassepotenzial erhalten.



Biomasseproduktion ausdauernder Gräserarten in den Sortenprüfungen
in Haus Riswick im Mittel der Jahre 2001 bis 2010



Für die alleinige Bioenergiegewinnung liefern obergrasreiche Bestände das höhere Energiepotenzial. Als geeignete Mischung für frische bis zeitweilig trockene Standorte wird die Mischung aus 10 kg/ha Rohrschwingel plus 6 kg/ha Knautgras plus 8 kg/ha Festulolium plus 6 kg/ha Wiesenlieschgras empfohlen, für austrocknungsgefährdete Lagen mit ausgeprägter Sommertrockenheit eine Mischung aus 10 kg/ha Rohrschwingel plus 8 kg/ha Knautgras plus 8 kg/ha Glatthafer.

Das Deutsche Weidelgras, die wichtigste Grasart intensiv genutzter Dauergrünlandbestände, erreicht nicht den Ertrag der Obergräser. Zwar steigt der Ertrag bei Vierschnittnutzung gegenüber der Dreischnittnutzung, dieser Mehrertrag wird aber auch unter Berücksichtigung einer möglicherweise besseren Gasausbeute durch die höheren Kosten der zusätzlichen Ernte erkauft. Eine höhere Nutzungsintensität ist jedoch unerlässlich, um die Regenerationskraft und Bestockungsfähigkeit weidelgrasdominanter Bestände zu erhalten. Bestände mit hohen Anteilen des Deutschen Weidelgrases kommen daher weniger zur ausschließlichen Biogasgewinnung, sondern vor allem für eine kombinierte Futternutzung und Biomasseerzeugung in Betracht. Bei einer kombinierten Nutzung des Grünlandes zur Futtergewinnung und für die Biomasseproduktion kann die Grünlandnutzung für die Energiegewinnung eine wichtige Pflegemaßnahme darstellen.

Für die Biogasgewinnung sind die strukturärmeren Folgeaufwüchse sehr gut geeignet. Besonders die etwas späteren Herbstaufwüchse, die weniger zur Lignifizierung neigen, können gut in der Biogasanlage verwertet werden.

Die Verwendung von Biomasse von Pflegeschnitten oder von extensiv unter Auflagen bewirtschaftetem Grünland zur Erzeugung von Biogas ist nur eingeschränkt möglich.

Voraussetzung ist, dass die Schnitttermine nicht beliebig spät gewählt werden, sodass die Aufwüchse einen Rohfasergehalt von 28 Prozent in der Trockenmasse nicht wesentlich übersteigen. Die Verwertbarkeit von Pflegeschnitten ist daher von der Nutzungshäufigkeit abhängig. Bei einer zweimaligen Schnittfrequenz, die häufig auf Naturschutzflächen oder auch für die Einstufung als Landschaftspflegematerial in der Einsatzstoffvergütungskategorie II laut Biomasseverordnung gefordert ist, wird dieser Wert jedoch meist überschritten.

Zunehmende Lignifizierung spät geernteter Biomasse beeinträchtigt zusätzlich die Gasausbeute. Die Verwertung solcher Aufwüchse ist nur mit deutlicher Reduktion der Energieausbeute möglich. Bei sehr späten Schnitten wird die Verwertung insbesondere durch zunehmende Neigung zur Schwimmschichtbildung beeinträchtigt.

Wirtschaftliche Bewertung der Kulturen

Über 90 Prozent der Biogasanlagen in Nordrhein-Westfalen werden als sogenannte NaWaRo-Anlagen betrieben. In diesen Anlagen werden neben Gülle und Mist ausschließlich nachwachsende Rohstoffe eingesetzt. Die Bereitstellung der Biomasse verursacht so hohe Kosten, dass sie bei vielen Anlagen 50 Prozent der Gesamtjahreskosten ausmachen. Daher müssen bei der Biomasseauswahl für jede Anlage die standortspezifischen Gegebenheiten, wie Pacht und Ertrag, geprüft und darauf basierend die geeigneten Kulturen ausgewählt werden. Neben den betriebswirtschaftlichen Kriterien sind dabei auch phytosanitäre Aspekte, die Fruchtfolge sowie Fragen der gesellschaftlichen Akzeptanz zu berücksichtigen.

Für einen betriebswirtschaftlichen Vergleich der Kulturen sind die Produktionskosten zur Energiebereitstellung zu berechnen und nebeneinander zu stellen. Dies kann in Euro pro Kubikmeter Methangas oder auch in Cent pro Kilowattstunde Strom erfolgen. Letzteres unterstellt technische Eigenschaften zur Verstromung, ermöglicht aber einen Vergleich mit den Erlösen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG).

In den zwei folgenden Tabellen (Seite 41 und 43) sind die reinen Produktionskosten für verschiedene Kulturen zusammengestellt. Neben den variablen Kosten sind auch die Festkosten, ein Lohnansatz und eine Pacht oder ein Pachtansatz zu berücksichtigen. Nicht erfasst sind die Kosten für Konservierung, Aufbereitung und Dosierung. Es wurde auch kein betriebsspezifischer Gewinnansatz berücksichtigt. Die entsprechenden Produktionskosten sind um die Betriebsprämie zu reduzieren.

Neben den Hauptfrüchten Silomais, Getreide-GPS, Zuckerrübe und Ackergras wird am Beispiel von Roggen-GPS mit Silomais die Wirtschaftlichkeit im Zweitfruchtanbau dargestellt. Die Kalkulation für den Grünroggen zeigt die Situation im Winterzwischenfruchtanbau. Berechnungen für andere Kulturen müssen in gleicher Weise unter Berücksichtigung der jeweiligen Produktionskosten erfolgen.

Bei der Kalkulation für Silomais wird zwischen drei Ertragsniveaus von 450, 500 und 550 Dezitonnen pro Hektar und den damit erzielbaren Methanerträgen unterschieden. Der Energiegehalt im Silomais wurde mit den KTBL-Daten zur Gasausbeute berechnet. Der Methanertrag pro Hektar bei 8 Prozent Silierverlust beschreibt die tatsächlich zur Verfügung stehende Energiemenge für die Biogasanlage.

Für Silomais mit einem Ertrag von 500 Dezitonnen pro Hektar bei einem Trockenmassegehalt von 33 Prozent ergeben sich an einem Standort mit 400 € Pacht pro Hektar Produktionskosten inklusive Ernte und Transport bis ins Silo von 1 497 € pro Hektar. Dies entspricht einem Preis von rund 3 € pro Dezitonne Frischmasse. Dass diese Kosten standortspezifisch erheblich unterschiedlich ausfallen, zeigt der Vergleich mit einem Standort in einer Veredelungsregion mit einem Pachtniveau von 700 € pro Hektar. Hier kostet die Dezitonne Silomais mit 3,60 € etwa 20 Prozent mehr als an dem Ackerbaustandort mit 400 € Pacht. Hinzu kommen bei dem Standort in der Veredelungsregion noch Kosten für die Gärrestverbringung. Während in ackerbaulich geprägten Regionen mitunter Erlöse für den Gärrest erzielt werden können, muss in viehstarken Kreisen pro Kubikmeter Gärrest durchaus mit 8 € und darüber kalkuliert werden.

Produktionskosten einschließlich Ernte und Transport frei Silo

Kultur		Silomais			Getreide-GPS			Zuckerrüben		
Ertrag FM	dt/ha	450	500	550	350	400	450	550	550	550
TM-Gehalt	%	33	33	33	35	35	35	23	23	23
Ertrag TM	dt/ha	149	165	182	123	140	158	127	127	127
oTM-Ertrag	%	95	95	95	95	95	95	90	90	90
Methanertrag je kg oTM	l	338	338	338	329	329	329	364	364	364
Methanertrag je ha (8 % Verlust)	m³	4387	4874	5362	3522	4026	4529	3813	3813	3813
./ . Saatgut	€/ha	160	160	160	80	80	80	235	235	235
./ . Dünger	€/ha	105	115	125	65	75	85	65	65	65
./ . Pflanzenschutz	€/ha	85	85	85	110	110	110	220	220	220
./ . sonstige DK	€/ha	25	25	25	25	25	25	25	25	25
./ . variable Maschinenkosten	€/ha	585	602	620	410	427	445	790	790	790
./ . feste Maschinenkosten	€/ha	140	140	140	140	140	140	140	140	140
Summe Maschinenkosten	€/ha	725	742	760	550	567	585	930	930	930
davon Ernte u. Transport frei Silo	€/ha	350	350	350	200	200	200	540	540	540
./ . Festkosten	€/ha	120	120	120	120	120	120	120	120	120
./ . Lohn, Lohnansatz	€/ha	150	150	150	150	150	150	150	150	150
./ . Pacht, Pachtansatz	€/ha	400/700	400/700	400/700	400/700	400/700	400/700	400/700	400/700	400/700
+ Prämie	€/ha	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Gesamtkosten bei 400 € Pacht	€/ha	1470	1497	1525	1200	1227	1255	1845	1845	1845
Produktionskosten	€/dt FM	3,27	2,99	2,77	3,43	3,07	2,79	3,35	3,35	3,35
	€/dt TM	9,90	9,07	8,40	9,80	8,76	7,97	14,58	14,58	14,58
	€/m³ Methan	0,34	0,31	0,28	0,34	0,30	0,28	0,48	0,48	0,48
	Cent/kWh Strom	8,38	7,68	7,11	8,52	7,62	6,93	12,10	12,10	12,10
	Kosten relativ zu 500 dt SM (%)	109	100	93	111	99	90	158	158	158
Gesamtkosten bei 700 € Pacht	€/ha	1770	1797	1825	1500	1527	1555	2145	2145	2145
Produktionskosten	€/dt FM	3,93	3,59	3,32	4,29	3,82	3,46	3,90	3,90	3,90
	€/dt TM	11,92	10,89	10,06	12,24	10,91	9,87	16,96	16,96	16,96
	€/m³ Methan	0,40	0,37	0,34	0,43	0,38	0,34	0,56	0,56	0,56
	Cent/kWh Strom	10,09	9,22	8,51	10,65	9,48	8,58	14,07	14,07	14,07
	Kosten relativ zu 500 dt SM (%)	109	100	92	116	103	93	153	153	153

die Beträge in der Tabelle sind Bruttobeträge, ohne Silierkosten (Siloplatte, Folie etc.),
Ausbringung Gärsubstrat 3,5 €/m³, 30 - 40 m³/ha, mineralischer Ergänzungsdüngung

Da die Erntekosten regional unterschiedlich ausfallen und insbesondere bei Silomais auch ein Verkauf „stehend auf dem Halm“ erfolgt, sind diese Kosten in der Tabelle separat ausgewiesen. Dadurch kann für verschiedene Regionen unter individuellen Vertragsbedingungen der jeweilige Preis für Energie aus Biomasse abgeleitet werden. Der Vergleich zwischen den Kulturen kann auch mittels einer Relativzahl erfolgen. Dazu entspricht der Ertrag von Silomais mit 500 Dezitonnen pro Hektar 100 Prozent. Dieser Vergleich zeigt die starke Position des Silomais. Derzeit wird Mais in der Wirtschaftlichkeit von keiner anderen Kultur übertroffen. Allerdings gibt es unter bestimmten Bedingungen Alternativen.

Bei den Hauptfrüchten weist Getreide-GPS bei einem Ertrag von 400 Dezitonnen pro Hektar die gleichen Produktionskosten auf wie der Silomais bei 500 Dezitonnen. Diese Konstellation findet sich beispielweise in Höhenlagen. Getreide-GPS bietet auch eine Alternative bei eventuellen Beschränkungen des Maisanbaus infolge eines Schädlingsbefalls.

Bei der Zuckerrübe zeigt die Kalkulation die Notwendigkeit sehr hoher Erträge. Eine solche Situation ist außerhalb der klassischen Rübenregion aktuell eher in den durch Veredelung geprägten Regionen anzutreffen. Da dort seit Jahren keine Rüben angebaut wurden, können in den ersten Jahren durchaus außergewöhnlich hohe Erträge erzielt werden. Zuckerrüben sind auch für Betriebe interessant, bei denen Mais aufgrund der klimatischen Verhältnisse weniger wettbewerbsfähig ist. Die Vorzüglichkeit des Zuckerrübenanbaus für Biogasanlagen steigt insgesamt, sofern sich die Erträge durch züchterische Fortschritte und geänderte Produktionstechnik verbessern.

Des Weiteren muss für die umfassende Einordnung der Rübe die gesamte Verfahrenskette bis in den Fermenter bewertet werden. Da diese Kosten derzeit noch nicht abschließend feststehen, sind sie nicht in die Berechnungen eingeflossen. Der reinen Kostenbetrachtung stehen aber auch Erfahrungen von Biogasanlagenbetreibern gegenüber, die von positiven Effekten bei der Substratmischung mit Zuckerrüben berichten. So wird zum Beispiel von einer günstigen Wirkung auf die Gesamtgasausbeute berichtet und es werden Vorteile beim Homogenisieren im Fermenter/Nachgärer genannt. Inwieweit diese positiven Effekte die gegebenenfalls höheren Kosten für Konservierung, Aufbereitung und Dosierung aufwiegen, wird sich in Zukunft zeigen.

Bei der Kombination von Roggen-GPS mit Silomais zeigt sich, dass nur bei einem hohen Gesamtertrag von 700 Dezitonnen pro Hektar die Mehrkosten der zweiten Kultur annähernd kompensiert werden und eine Vorzüglichkeit gegenüber dem alleinigen Anbau erreichbar ist. Solche hohen Erträge können nur für ausgesuchte Standorte dauerhaft zugrunde gelegt werden.

Die Kalkulation für die Zwischenfrucht am Beispiel Grünroggen verdeutlicht, dass die Kosten in Folge der vergleichsweise geringen Trockenmasseerträge im Vergleich zu Silomais hoch sind. Die Vorzüglichkeit der Zwischenfrüchte steigt bei zunehmenden Kosten für Hauptfrüchte beispielsweise durch steigende Getreidepreise und damit höhere Flächennutzungskosten. Grundvoraussetzung sind auch hier gute Erträge und damit Ansprüche an den Standort.

Produktionskosten einschließlich Ernte und Transport frei Silo

Kultur		Ackergras (mehrschnittig)			Roggen-GPS + Silomais			Zwischenfrucht Grünroggen		
Ertrag FM	dt/ha	400	500	600	600	650	700	250	300	350
TM-Gehalt	%	30	30	30	33	33	33	20	20	20
Ertrag TM	dt/ha	120	150	180	198	215	231	50	60	70
oTM-Ertrag	%	90	90	90	95	95	95	90	90	90
Methanertrag je kg oTM	l	312	312	312	335	335	335	318	318	318
Methanertrag je ha (8 % Verlust)	m³	3100	3875	4650	5797	6280	6763	1317	1580	1843
./ . Saatgut	€/ha	45	45	45	240	240	240	80	80	80
./ . Dünger	€/ha	40	55	70	135	145	155	30	35	40
./ . Pflanzenschutz	€/ha	25	25	25	130	130	130	25	25	25
./ . sonstige DK	€/ha	25	25	25	25	25	25	15	15	15
./ . variable Maschinenkosten	€/ha	745	762	780	870	887	905	320	337	355
./ . feste Maschinenkosten	€/ha	180	180	180	220	220	220	80	80	80
Summe Maschinenkosten	€/ha	925	942	960	1090	1107	1125	400	417	435
davon Ernte u. Transport frei Silo	€/ha	540	540	540	540	540	540	190	190	190
./ . Festkosten	€/ha	120	120	120	120	120	120	40	40	40
./ . Lohn, Lohnansatz	€/ha	250	250	250	250	250	250	90	90	90
./ . Pacht, Pachtansatz	€/ha	400/700	400/700	400/700	400/700	400/700	400/700	0	0	0
+ Prämie	€/ha	300	300	300	300	300	300	0	0	0
Gesamtkosten bei 400 € Pacht	€/ha	1530	1562	1595	2090	2117	2145	680	702	725
Produktionskosten	€/dt FM	3,83	3,12	2,66	3,48	3,26	3,06	2,72	2,34	2,07
	€/dt TM	12,75	10,41	8,86	10,56	9,87	9,29	13,60	11,70	10,36
	€/m³ Methan	0,49	0,40	0,34	0,36	0,34	0,32	0,52	0,44	0,39
	Cent/kWh Strom	12,34	10,08	8,58	9,01	8,43	7,93	12,91	11,11	9,83
	Kosten relativ zu 500 dt SM (%)	161	131	112	117	110	103	168	145	128
Gesamtkosten bei 700 € Pacht	€/ha	1830	1862	1895	2390	2417	2445	680	702	725
Produktionskosten	€/dt FM	4,58	3,72	3,16	3,98	3,72	3,49	2,72	2,34	2,07
	€/dt TM	15,25	12,41	10,53	12,07	11,27	10,58	13,60	11,70	10,36
	€/m³ Methan	0,59	0,48	0,41	0,41	0,38	0,36	0,52	0,44	0,39
	Cent/kWh Strom	14,76	12,01	10,19	10,31	9,62	9,04	12,91	11,11	9,83
	Kosten relativ zu 500 dt SM (%)	160	130	111	112	104	98	140	121	107

die Beträge in der Tabelle sind Bruttobeträge, ohne Silierkosten (Siloplatte, Folie etc.),
Ausbringung Gärsubstrat 3,5 €/m³, 30 - 40 m³/ha, mineralischer Ergänzungsdüngung



Festbrennstoffe

Viele landwirtschaftliche Betriebe setzen zum Heizen Holz ein. Auch Betriebe ohne Wald verfügen zum Beispiel mit Stroh oder über den Anbau über entsprechende Biomasse. Derzeit stärker verfolgt wird die Anlage von Kurzumtriebsplantagen oder Agroforstsystemen zur Erzeugung von Holzhackschnitzeln, sei es für die Nutzung im eigenen Betrieb oder für die Sicherung der Rohstoffbasis für dezentrale Nahwärme-Versorgungssysteme. Hackschnitzel können auch durch die regelmäßige Pflege von Windschutzhecken erzeugt werden.

Bei diesen Möglichkeiten müssen die unterschiedlichen Eigenschaften der landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Biomasse berücksichtigt werden. Die Hauptprobleme bei der Verbrennung landwirtschaftlicher Biomasse, wie Stroh, Getreide und Miscanthus, sind der Staubgehalt im Rauchgas, die Verschlackung der Asche und ein Chlorgehalt im Brennstoff, der zu Korrosion im Kessel führen kann.

Die speziellen Eigenschaften der Brennstoffe verdeutlichen die Notwendigkeit speziell angepasster Kessel. Der für die Verbrennung von Holz ausgelegte Kessel ist daher für Miscanthus oder Stroh nicht optimal geeignet. Des Weiteren sollte bei der Auswahl von Brennstoff und Heizkessel unbedingt auf eine vorliegende Typenprüfung geachtet werden. Nur dann kann der Kessel bei den geltenden Vorgaben der 1. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz eingesetzt werden.

Miscanthus

Miscanthus ist ein ausdauerndes Süßgras. Für die landwirtschaftliche Nutzung hat in Deutschland die Hybride Miscanthus x giganteus die größte wirtschaftliche Bedeutung. Die auch als Riesenchinaschilf oder Elefantengras bezeichnete C4-Pflanze wird bis zu vier Meter hoch und hat einen sehr leistungsfähigen CO₂-Stoffwechsel. Eine Anlage kann bis zu 20 Jahren genutzt werden.



Zur Ernte im Februar bis März können ab dem dritten Jahr je nach Standort zwischen 15 bis 25 Tonnen Trockenmasse pro Hektar erreicht werden. Dieser Erntetermin liegt in der Regel zum Ende der üblichen Heizungsperiode, sodass das Erntegut eingelagert werden muss. Genutzt wird Miscanthus durch die Ernte der oberirdischen abgestorbenen Anteile nach Abschluss der Vegetationsperiode mit 80 Prozent Trockensubstanzgehalt.

Miscanthus wird derzeit in Form von Häckselgut vorwiegend als Brennstoff genutzt. Durch Pelletierung des Häckselgutes wird die Lagerung, Transportwürdigkeit, Verbrennung sowie der gesamte Umgang mit dem Material verbessert. Dazu werden derzeit auch die Möglichkeiten beim Einsatz von Miscanthus-Mischpellets in Kleinf Feuerungsanlagen untersucht. Bei einer thermischen Verwertung ist zu klären, ob die entsprechende Feuerungsanlage für den Betrieb von Miscanthus freigegeben ist.

Zusätzlich hat auch die Entwicklung von Baustoffen auf Miscanthusbasis in den letzten Jahren interessante Produkte hervorgebracht.

Die Flächenentwicklung von Miscanthus in Nordrhein-Westfalen erfolgte stetig. Während in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2005 nur rund 30 Hektar angebaut wurden, waren es 2011 schon um die 385 Hektar, vornehmlich im Norden Westfalens. Aktuelle Untersuchungen zu verschiedenen Herkünften zum Anbau und zu Verwertungsmöglichkeiten von Miscanthus werden vom Forschungsbereich Nachwachsende Rohstoffe der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Bonn durchgeführt.

Bei der Wirtschaftlichkeit des Miscanthus-Anbaues ist zwischen der Eigenverwertung und dem Verkauf als Brennstoff zu differenzieren. Wenn der Verkauf im Vordergrund steht, sollten die Absatzmöglichkeiten unbedingt vorher überprüft werden.



Nach Berechnungen der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen schwanken die spezifischen Brennstoffkosten zwischen 2,78 Cent/kWh und 4,68 Cent/kWh beim Zukauf von Miscanthus. Allerdings sind diese Kosten zusammen mit den Investitionskosten für die Lagerung und die Heizungsanlage zu sehen.

Ein wirtschaftlicher Anbau von Miscanthus ist auf ertragreichen landwirtschaftlichen Flächen bei hohen Nutzungskosten alternativer landwirtschaftlicher Kulturen derzeit in der Regel kaum möglich. Daher ist genau zu prüfen, auf welchen Standorten dieses Süßgras angebaut werden kann.

Brennstoff	Preis	H _u kWh	WG %	Netto kWh	spez. Kosten Ct/kWh
Heizöl	0,74 €/Liter	9,8	95	9,31	7,95
	0,95 €/Liter	9,8	95	9,31	10,20
Erdgas	0,55 €/Liter	9,6	98	9,41	5,85
	0,72 €/Liter	9,6	98	9,41	7,65
Flüssiggas (1 kg = 2 Liter)	0,63 €/Liter	6,7	95	6,37	9,89
	0,46 €/Liter	6,7	95	6,37	7,23
getrocknete Hackschnitzel	20,00 €/Schüttraummeter 180 kg	4,7	85	4,00	2,78
Holzpellets	24,00 €/Dezitonne	5,0	95	4,75	5,05
Industriepellets	20,00 €/Dezitonne	3,6	85	3,06	6,54
Miscanthus Eigen	10,00 €/Dezitonne 110 kg	4,4	85	3,74	2,43
Miscanthus Zukauf	20,00 €/Dezitonne 110 kg	4,4	85	3,74	4,86
getrocknete Hackschnitzel	20,00 €/Schüttraummeter	4,2	90	3,78	5,55
Holzpellets	24,00 €/Dezitonne	4,1	85	3,49	1,87
Industriepellets	20,00 €/Dezitonne	4,5	90	4,05	4,94

H_u: Unterer Heizwert, WG: Kesselwirkungsgrad

Brennstoffkosten

Einen Kostenrechner Energiepflanzen finden Sie im Internetangebot des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL) unter <http://daten.ktbl.de/energy/>



Kurzumtriebsplantagen (KUP)

Holz nimmt bei der energetischen Verwertung von Biomasse den größten Anteil ein. In Anbetracht der wachsenden Holz-nachfrage wird neben der Bereitstellung über Waldrestholz die Möglichkeit gesehen, über Kurzumtriebsplantagen (KUP) einer Holzverknappung entgegenzuwirken. Kurzumtriebs-plantagen haben eine gute Energieumwandlungsrate und durch den geringen Einsatz von Produktionsmitteln geringe CO₂-Vermeidungskosten. Im Bundesgebiet wurden 2010 auf rund 5 000 Hektar nachwachsende Rohstoffe auf Kurzum-triebsflächen angebaut. Derzeit laufen an vielen Stellen um-fangreiche Aktivitäten, diese Kulturen stärker zu verbreiten. Bei der Anlage solcher Kulturen müssen die Vor- und Nach-teile genau geprüft werden, unter welchen Bedingungen und auf welchen Standorten ein Anbau möglich ist.

Pappeln und Weiden sind die am häufigsten verwendeten Ge-hölze für eine Energieholzproduktion im Kurzumtrieb, da ihre Bodenansprüche relativ gering sind. In Nordrhein-Westfalen werden zurzeit rund 130 Hektar mit Schwerpunkt in Ost-Westfalen angebaut.

Die Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen hat zusam-men mit anderen Versuchseinrichtungen im Rahmen des bundesweiten Verbundprojektes ProLoc Versuche zu Kurzum-triebspflanzen durchgeführt. Dabei wurden an den Stand-orten in Borlinghausen im Kreis Höxter, in Dollendorf in der Eifel und im Landwirtschaftszentrum Haus Düsse als Acker-standort Fragestellungen zum Anbau von Pappeln und Weiden bearbeitet. Auf dem Ackerstandort zeigte sich eine starke Verunkrautung. Auf dem Tockenstandort in der Eifel wurden zum Teil schlechte Anwuchsraten festgestellt.



Insgesamt konnte bei den bisherigen Versuchen zu Kurzumtriebsplantagen in Nordrhein-Westfalen keine befriedigende Masseleistung der verwendeten Pflanzen erreicht werden.

Für betriebswirtschaftliche Überlegungen ist derzeit bei Kurzumtriebsplantagen von einem Ertrag von 8 bis 12 Tonnen Trockenmasse pro Hektar und Jahr auszugehen. Mittelfristig wird ein Ertragspotenzial von 15 Tonnen Trockenmasse pro Hektar und Jahr prognostiziert. Das geerntete Material kann für größere Hackschnitzelfeuerungen oder nach Trocknung als Industriepellets verwendet werden.

Die Kosten für die Anlage und Pflege einer KUP bis zur ersten Energieholzgewinnung im dritten Jahr betragen derzeit insgesamt 2 300 bis 3 000 € pro Hektar. Die Nutzungsdauer wird zwischen 25 und 30 Jahren kalkuliert. Bei nachfolgender Nutzungsänderung sind Rekultivierungsmaßnahmen erforderlich. Die Kosten hierfür liegen heute bei rund 1 000 € pro Hektar. Die Ernte- und Transportkosten belaufen sich derzeit auf 25 bis 35 € Tonnen Trockenmasse. Die Wirtschaftlichkeit einer Kurzumtriebsplantage kann im Vorfeld nur schwer abgeschätzt werden. Neben dem Ertrag je ha und dem Erlös haben auch Nutzungs-, Vermarktungs- und Absatzmöglichkeiten einen entscheidenden Einfluss. Zusätzlich spielen Lagerung, Trocknung oder Eigenbedarfsnutzung eine wichtige Rolle.

Nach den bisherigen Erfahrungen liegt die Untergrenze der Wirtschaftlichkeit bei einem jährlichen Ertragszuwachs von 8 bis 10 Tonnen Trockenmasse pro Hektar.

Die nachfolgende Modellkalkulation verdeutlicht die Bedeutung des durchschnittlichen jährlichen Ertragszuwachses und des erzielbaren Verkaufserlöses beim Hackschnitzelverkauf. Dabei wurde in Anlehnung an Berechnungen des Kompetenzzentrums Hessische Rohstoffe (HERO) e.V. von einer 24-jährigen Gesamtnutzungsdauer mit einer Umtriebszeit von drei Jahren ausgegangen.

Ertragsniveau	Deckungsbeitrag je Hektar in € bei einer Marktleistung von			
	60 €/t TM	70 €/t TM	80 €/t TM	90 €/t TM
10 t TM/ha/a (bei 6 % Ernteverlust 9,4 t)	- 30	65	160	255
12 t TM/ha/a (bei 6 % Ernteverlust 11,28 t)	35	145	260	370
14 t TM/ha/a (bei 6 % Ernteverlust 13,16 t)	95	225	360	500

Durchschnittliche jährliche Deckungsbeiträge je Hektar beim Verkauf von Hackschnitzeln aus einer Kurzumtriebsplantage



Die Werte liegen unter den Ansätzen für durchschnittliche Getreide- oder Raps-erträge. Daher kommen unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten ertragsfähige landwirtschaftliche Nutzflächen für eine Anlage von KUP derzeit nicht in Betracht. In Frage kommen kleine Flurstücke, ungünstig geformte, hängige, steinige oder zur Vernässung neigende Flächen.

Die weitere Anbaubauentwicklung wird neben den züchterischen Fortschritten bei den verwendeten Baumarten auch stark von der allgemeinen Preisentwicklung bei Holzhack-schnitzeln beeinflusst.

Biogene Treibstoffe

Die Nutzung von Biomasse zur Erzeugung von Biokraftstoffen stellt für die Landwirtschaft einen wichtigen Absatzmarkt dar. Mittlerweile sind biogene Treibstoffe weltweit ein bedeutendes Thema für Politik und Wirtschaft. Aufgrund der hohen Preise für fossile Treibstoffe und durch steuerliche Vorteile hatte sich in Deutschland seit Anfang der 90er Jahre für reinen Biodiesel ein größerer Markt entwickelt. Auch der Einsatz von reinem Pflanzenöl und Bioethanol als Treibstoff nahm deutlich zu.

Gleichzeitig wurden die Produktionskapazitäten für Biodiesel und die der Ölmühlen ständig erhöht. Auch in Nordrhein-Westfalen haben eine Reihe landwirtschaftlicher Betriebe mit eigenen kleineren Ölmühlen Pflanzenöl produziert und den dabei anfallenden Ölkuchen über die Tierhaltung verwertet. In 2007 gab es in Nordrhein-Westfalen 63 solcher Ölmühlen. Im Jahr 2010 waren davon noch 27 in Betrieb.

Ab 2007 wurde die bis dahin geltende Steuerbegünstigung durch eine Beimischungspflicht abgelöst. Nach dem Biokraftstoffquotengesetz ist die Mineralölwirtschaft verpflichtet, mineralischen Kraftstoffen bestimmte Mindestanteile von Biokraftstoffen zuzusetzen. Dabei wird zwischen Mindestquoten für Diesel- und Benzinmengen differenziert. Ab 2009 muss der Inverkehrbringer zusätzlich eine Gesamtquote von Biokraftstoffen am Kraftstoffverbrauch einhalten. Für die Jahre 2010 bis 2014 wurde diese Quote auf 6,25 Prozent festgelegt. Bei Nichteinhaltung werden Sanktionen fällig.

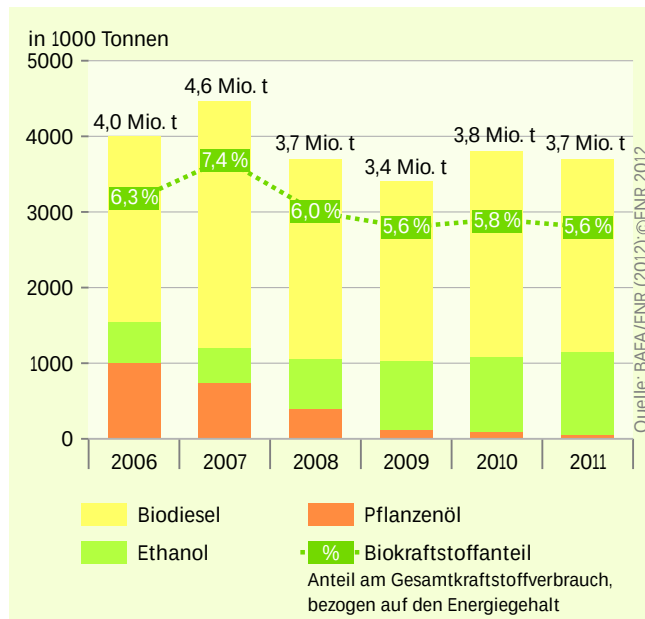
Gleichzeitig wurde in 2006 das Mineralölsteuergesetz durch das Energiesteuergesetz abgelöst. Sowohl für Biodiesel als auch für reines Pflanzenöl wurde ein Steuersatz festgelegt. Die energiesteuerliche Belastung beläuft sich für diese Biokraftstoffe bis Ende 2012 auf 18,6 beziehungsweise 18,5 Cent pro Liter.

Diese Maßnahmen haben zu deutlichen Veränderungen auf den Märkten geführt. Nach einem ersten starken Einbruch werden mittlerweile über die Beimischungsverpflichtungen wieder größere Mengen an Biokraftstoffen abgesetzt. Der Biodieselmärkte bleibt aber für die Landwirtschaft nach wie vor ein wichtiger Absatzmarkt.



In 2011 wurden umgerechnet 910 000 Hektar Raps für die Erzeugung von Biodiesel und Pflanzenöl verwendet. Aufgrund der guten Ernten und der hohen Preise ist der Rapsanbau in den letzten Jahren in vielen Betrieben ausgedehnt worden.

Nach dem achten Nationalen Biokraftstoffbericht der Bundesregierung wurden in Deutschland im Jahr 2010 rund 2,6 Millionen Tonnen Biodiesel und 1,16 Millionen Tonnen Bioethanol als Kraftstoff eingesetzt. Dabei ist der einst boomende Pflanzenölkraftstoff auf nur noch 61 000 Tonnen gesunken. Die Verwendung von reinem Biodiesel B 100 betrug danach rund 293 000 Tonnen. Bioethanol wurde mit Ausnahme von rund 13 000 Tonnen Ethanol, das in Form von E 85 verwendet wurde, dem Ottokraftstoff beigemischt. Nach einer Pressemitteilung des Bundesverbandes der deutschen Bioethanolwirtschaft (BDBe) vom März 2012 ist in Deutschland der Bioethanolverbrauch im Wirtschaftsjahr 2011 um 6,3 Prozent auf 1,24 Millionen Tonnen gestiegen. Das entspricht im Benzinmarkt einem Anteil von 6,0 Prozent. In 2010/11 wurden rund 1,39 Millionen Tonnen oder 3,16 Prozent der insgesamt verwendbaren Getreidemenge aus der Ernte 2010 für die Herstellung von Bioethanol genutzt.



Entwicklung der Biokraftstoffe in Deutschland

Die Einhaltung der Nachhaltigkeitskriterien für Biokraftstoffe wird in Deutschland über entsprechende Nachweise und Zertifizierungen der Verarbeitungsbetriebe und Dokumentation der Anbauflächen für Biokraftstoffe durch die Landwirte umgesetzt.

Eine weitere Zielvorgabe ist, auf Grundlage der EU-Richtlinie 2009/28/EG, die Treibhausgas-Emissionen für Biokraftstoffe zu reduzieren. Im Vergleich zum fossilen Kraftstoff müssen demnach durch Biokraftstoffe die Treibhausgase ab 2013 um mindestens 35 Prozent, ab 2017 um mindestens 50 Prozent und ab 2018 um mindestens 60 Prozent reduziert werden. Diese Einsparziele erfordern eine Bewertung der anbau-, transport- und verarbeitungsbedingten Emissionen und stellen diese Bereiche vor neue Herausforderungen.

2011 wurde nach einer Erhebung des Biokraftstoffverbandes in Deutschland rund 87,5 Prozent des Biodiesels aus Rapsöl hergestellt.



Raps-Diesel

Neben der Nutzung des Rapsöls als Speiseöl wird das Öl hauptsächlich zur Produktion von Biodiesel verwendet. Rapsöl ist auch ein wichtiger Grundstoff in der chemischen Industrie. Hier sind spezielle Rapssorten mit hohen Gehalten an Erucasäure mit bis zu 50 Prozent des Gesamtfettsäuremusters von Interesse. Diese speziellen Rapssorten dienen als Rohstoff für die Herstellung von Tensiden, Weichmachern, Netzmitteln oder Emulgatoren. Der Ölgehalt wird durch die Sorte, den Standort, den Reifegrad des Erntegutes und die Witterungsbedingungen beeinflusst. Neben dem Ölgehalt von durchschnittlich 44 bis 45 Prozent ist das Rapsschrot mit einem Eiweißgehalt von rund 35 Prozent ein hochwertiges Futtermittel für die Tierernährung.

Der Anbau von Raps für Konsumzwecke unterscheidet sich nicht vom Anbau für Industierzwecke oder als Ausgangsbasis für die Biodieselproduktion. Bei der Sortenwahl kann auf die Ergebnisse der Landessortenversuche zurückgegriffen werden. Auch hinsichtlich der Produktionstechnik, wie Saat, Düngung und Pflanzenschutz, gibt es keine Unterschiede zu Konsumraps.

In Nordrhein-Westfalen wurden im Jahr 2011 auf 65 000 Hektar Körnerraps für Konsumzwecke, als Rohstoff für die chemische Industrie und für die Herstellung von Biokraftstoffen angebaut.

Getreide-Ethanol

Die landwirtschaftliche Rohstoffbasis für die Ethanolproduktion bilden in Deutschland vor allem Weizen, Triticale und Roggen sowie vereinzelt auch Zuckerrüben. Durch die Vergärung und Aufbereitung dieser stärke- oder zuckerhaltigen Pflanzen wird Ethanol für die Beimischung zu Ottokraftstoff und als Rohstoff für die chemische Industrie gewonnen. Zu beachten ist, dass Motoren für den Betrieb mit den unterschiedlichen Ethanolanteilen geeignet sein müssen. Die Ethanolproduktion in Nordrhein-Westfalen beschränkt sich derzeit auf die hier ansässigen dezentralen Kornbrennereien. Größere Produktionsbetriebe für Bioethanol befinden sich in Ostdeutschland und Niedersachsen. Getreide für die Ethanolherzeugung muss vor allem Stärke und weniger Protein und Zellwandbestandteile enthalten. Weizen und Triticale haben mit 65 bis 70 Prozent Stärke in der Trockenmasse höhere Gehalte als Roggen, der in der Regel um etwa 4 bis 5 Prozent niedriger liegt. So eignen sich für diese Produktionsrichtung vor allem die Getreidearten Weizen, Triticale, Roggen und Mais. Bei der Sortenwahl ist auf die Fusariumanfälligkeit zu achten, da die darin enthaltenen Mykotoxine bei der Ethanolproduktion zu Problemen führen.



Für einen gezielten Bioethanol-Getreideanbau müssen neben der Arten- und Sortenwahl produktionstechnische Besonderheiten beachtet werden. Weizen ist so zu führen, dass er bei hohen Erträgen niedrige Proteingehalte unter 12 Prozent erreicht. Dies kann insbesondere durch eine ertragsbetonte frühe Stickstoffdüngung ohne späte Qualitätsgabe gelingen. Bei Roggen und Triticale spielt die Qualitätsbeeinflussung durch eine veränderte Produktionstechnik eine deutlich geringere Rolle als beim Weizen. Ethanolroggen sollte allerdings nicht mehr als 11 Prozent Rohprotein aufweisen, da höhere Gehalte eine geringere Mehlausbeute zur Folge haben.

Die bei der Ethanolproduktion anfallende Schlempe kann als Substrat in Biogasanlagen oder als eiweißhaltiges Futtermittel in der Milchviehhaltung und auch teilweise in der Schweinemast verwendet werden.

Bei der Kombination einer Kornbrennerei mit einer Biogasanlage - wo zum Beispiel die Schlempe als Substrat für die Biogasanlage dient und die Wärme des Biogas-Blockheizkraftwerkes für den Brennvorgang verwertet wird - ergeben sich Möglichkeiten der Einsparung von Treibhausgas.

Gegenüber fossilen Kraftstoffen können durch eine solche Kombination von technologischen Prozessen die Treibhausgas-Emissionen um bis zu 76 Prozent reduziert werden.

Die Wirtschaftlichkeit beim Anbau von Ölfrüchten zur Erzeugung von Biokraftstoffen oder für Konsumzwecke unterscheidet sich nicht. Beim Anbau von Getreide als Grundstoff für Bioethanol sind für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Sorten- und Anbaubesonderheiten sowie Abnahmegarantien der Verarbeiter von Bedeutung. Diese Kulturen können im Bedarfsfall aber auch für Futterzwecke vermarktet oder der Anbau schnellstmöglich auf alternative Kulturen umgestellt werden.



Stoffliche Nutzung

Nach dem Aktionsplan der Bundesregierung zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe vom August 2009 wurden in Deutschland im Jahr 2007 rund 3,6 Millionen Tonnen landwirtschaftlicher Rohstoffe stofflich genutzt.

Mit rund 2,7 Millionen Tonnen bildet die chemische Industrie den wichtigsten Anwendungsbereich. Es wird davon ausgegangen, dass die Absatzmöglichkeiten in den nächsten Jahren noch weiter zunehmen. Dabei werden größere Zuwachsraten bei den biobasierten Werkstoffen einschließlich der naturfaserverstärkten Kunststoffe gesehen. Die deutsche Industrie verarbeitet jährlich rund 1,45 Millionen Tonnen pflanzliche Öle und tierische Fette für oleochemische Anwendungen.

Fette und Öle sind wichtige Rohstoffe für die Herstellung von biobasierten Tensiden und Schmierstoffen, unter anderem Hydrauliköle und Schalungstrennmittel, Polymere und Polymeradditive sowie Lacke und Farben.

Für die Herstellung von Tensiden werden 430 000 Tonnen Öle, hauptsächlich Palmkern- und Kokosöl, eingesetzt. Biobasierte Schmierstoffe werden vor allem aus Rapsöl, Sonnenblumenöl und tierischen Fetten hergestellt. Bioschmierstoffe haben ökologische Vorteile, da von ihnen deutlich geringere Gefahren für die Gewässer ausgehen als von mineralischen Schmierstoffen.

Rohstoffgruppe	Rohstoff	2007	2008 vorläufig
		in 1000 Tonnen	
Fette und Öle	Fette und Öle	1450	1450
Kohlenhydrate	Stärke	934	886
	Zucker	102	136
	Chemiezellstoff	312	300
	Naturfasern	160	160
Sonstige	Proteine	53	45
	Sonstige	620	599
Insgesamt		3631	3576

Quelle: FNR; Stand: Dezember 2009

Stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen
ohne Holz in Deutschland 2008



Biokunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen können Kunststoffe und Plastikmaterialien aus fossilen Rohstoffen ersetzen, zum Beispiel in Verpackungen und Folien. Ausgangsprodukte für biobasierte Kunststoffe sind Zucker und stärkehaltige Kulturen wie Kartoffeln, Getreide und Mais.

Bei den naturfaserverstärkten Kunststoffen werden an Stelle von Glas- oder Kohlefasern Pflanzenfasern zum Beispiel aus Hanf, Flachs, Sisal und Jute verwendet. Solche Produkte sind beispielsweise für die Innenausstattung im Fahrzeugbau geeignet. Aus WoodPlasticComposites, einem Gemisch von herkömmlichen Kunststoffen mit Holzmehl, werden verschiedene Baumaterialien hergestellt.

In Nordrhein-Westfalen hat sich der Anbau von Hanf zur Fasergewinnung bisher nicht durchgesetzt. Hanf war von 1982 bis 1996 wegen der Gefahr der Rauschmittelgewinnung in Deutschland verboten.

Danach wurde der Anbau von Hanf mit neuen THC-armen Sorten mit seinen Möglichkeiten zur industriellen Verwertung intensiver untersucht. Der in Deutschland angebaute Hanf wird vor allem zu umweltfreundlichen Dämm- und Dichtungstoffen verarbeitet.

Von 1995 bis 2005 wurden im Landwirtschaftszentrum Haus Düsse in Zusammenarbeit mit dem Verein zur Förderung des Anbaus und der Verwertung von Hanf e. V. Versuche zum Anbau und zur Erntetechnik von Hanf durchgeführt. Ergebnisse und Entwicklungen wurden zudem auf den NRW-Hanftagen vorgestellt. In 2005 und 2006 hat sich die Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen im Rahmen eines grenzüberschreitenden Interreg IIIA-Projektes zusammen mit niederländischen Partnern an einem Projekt zum Hanfanbau zur Textilproduktion beteiligt und dabei auf einigen Praxisflächen im Landwirtschaftszentrum Haus Riswick Anbau- und Erntetechniken erprobt.

Ausblick

Die Produktion nachwachsender Rohstoffe gehört neben der Nahrungs- und Futtermittelherstellung seit jeher zu den Hauptaufgaben der Landwirtschaft. Nachhaltig und umweltschonend erzeugte nachwachsende Rohstoffe tragen zur Schonung fossiler Ressourcen bei und leisten einen Beitrag zum Klimaschutz. Es ist davon auszugehen, dass die energetische und stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in den nächsten Jahren in Deutschland weiter zunehmen wird. Dadurch werden sich sowohl neue Entwicklungen bei den derzeit genutzten Kulturpflanzen als auch Chancen für neue, bislang nicht verbreitete Pflanzen ergeben.

Die Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen wird diese Entwicklungen durch entsprechende Sorten-, Fruchtfolge- und Intensitätsversuche begleiten und für einen Anbau auf landwirtschaftlichen Flächen beurteilen.





Quellenverzeichnis:

AGRA-EUROPE 30/11, S. 6 ff

AGRA-EUROPE 36/11 vom 05.09.2011

AGRA-EUROPE 3/12 vom 16.01.2012

AGRA-EUROPE 11/12 vom 12.03.2012

Aktionsplan der Bundesregierung zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe, 2009

BGBI I Nr. 42, S. 1634

BGBI. I S. 3180

Dr. Herbert von Francken-Welz, DLR Eifel: Wärmeenergie aus Wald und Flur, Vortrag im Rahmen der Fachtagung Wärmeenergie aus Wald und Flur am 27.03.2012 in Bonn

M. Hoffmann, Kompetenzzentrum Hessen Rohstoffe (HERO) e. V, Vortrag im Rahmen einer Tagung des Zentrums für Nachwachsende Rohstoffe (ZNR) der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen am 17.02.2011

M. Hofmann: Energieholzproduktion in der Landwirtschaft; Hrsg. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, 2007

Kaiser, Steffen, LTZ Augustenberg: Wirtschaftlichkeit von KUP, Vortrag im Rahmen des Praxistages KUP in Kandel am 29.02.2012

KTBL Heft 88, Gasausbeute in landwirtschaftlichen Biogasanlagen, 2. Auflage, Darmstadt, 2010

KTBL (Hrsg.): Energiepflanzen, Darmstadt 2006

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (Hrsg.): Anlage und Bewirtschaftung von Kurzumtriebsflächen in Baden-Württemberg, Rheinstetten-Fochheim 2010

Landwirtschaftskammer Niedersachsen (Hrsg.): Silphie weckt immer mehr Interesse, <http://www.lwk-Niedersachsen.de>

Landwirtschaftskammer Niedersachsen (Hrsg.): Energiepflanzen in Niedersachsen, Anbauhinweise und Wirtschaftlichkeit, 2010

Marktanalyse „Nachwachsende Rohstoffe“ der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe aus 2006 und 2007

Metz, Horst, Landesforsten Rheinland-Pfalz:

Einführung und Pflanzung von KUP; Vortrag im Rahmen des Praxistages KUP in Kandel am 29.02.2012

Mario Rampérez-Crassoco, Michael Müller, Ralf Pude:

Energiepflanzen der zweiten Generation Miscanthus, Vortrag im Rahmen der Fachtagung Wärmeenergie aus Wald und Flur am 27.3.2012 in Bonn TFZ Bayern, 2011, Status quo der dezentralen Ölgewinnung, Band 26, Seite 21

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft:

Anbautelegramm für Energieholz (Populus und Salix), Jena 02/2008

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft:

Anbautelegramm für Durchwachsene Silphie, Jena 02/2008

top agrar online, 09.02.2012

Gu. VOB I Nordrhein-Westfalen

Vollmer, 1982 in Eder, Schulz, 2006 aus KWS-Broschüre „Biogas aus Zuckerrüben Potentiale und Praxiserfahrungen“, KWSZ105-052_02-08, S. 3

Wessels, Werner, Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen: Versuche zur Energieholzproduktion des Lehr- und Versuchsforstamtes Arnsberger Wald, Vortrag im Rahmen einer Tagung des Zentrums für Nachwachsende Rohstoffe der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen im Landwirtschaftszentrum Haus Düsse am 17.02.2011

Internetadressen:

www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/pflanze

www.miscanthus.de

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft unter
www.bioenergieportal.info/thueringen/energiepflanzen/futterhirse

KTBL-Kostenrechner Energiepflanzen

<http://daten.ktbl.de/energy/>

www.landwirtschaftskammer.de

