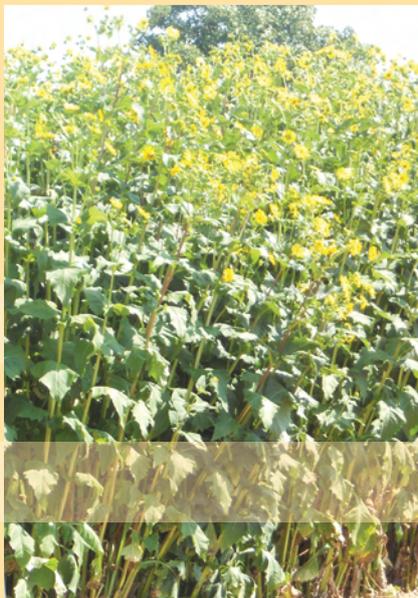


ENERGIEPFLANZEN IN NIEDERSACHSEN

ANBAUHINWEISE UND WIRTSCHAFTLICHKEIT

Niedersachsen · Netzwerk
Nachwachsende Rohstoffe
Kompetenzzentrum **3N** 



IMPRESSUM:

- Herausgeber: Landwirtschaftskammer Niedersachsen
3N Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe
- Redaktion: Fachbereich 3.8 Pflanzenbau, Saatgut
Gesche Rieckmann
Fachbereich 3.9 Grünland und Futterbau
Carsten Rieckmann
Fachbereich 3.1 Betriebswirtschaft, Unternehmensberatung, Markt, Familie und Betrieb
Dr. Mathias Schindler
3N Kompetenzzentrum
Dr. Marie-Luise Rottmann-Meyer, Reent Martens
- Fotos: Landwirtschaftskammer Niedersachsen
- Druck: WILLERS DRUCK GmbH & Co. KG, Oldenburg

Mit Förderung des BMELV durch die FNR aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Energiepflanzen in Niedersachsen

Anbauhinweise und
Wirtschaftlichkeit

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1	Einleitung/Anbauüberblick	1
2	Energiepflanzenerzeugung	4
2.1	Energiepflanzen für die Biogasproduktion	4
2.1.1	Mais/ <i>Zea mays</i>	6
2.1.2	Getreide GPS und Grünroggen	10
2.1.3	Zuckerhirse/ <i>Sorghum bicolor</i>	21
2.1.4	Sudangras/ <i>Sorghum sudanense</i>	24
2.1.5	Sonnenblume/ <i>Helianthus annuus</i> .	27
2.1.6	Ackerfutter- und Grünlandmischungen für die Energieerzeugung	30
2.1.7	Zuckerrübe/ <i>Beta vulgaris</i>	38
2.1.8	Durchwachsene Silphie/ <i>Silphium perfoliatum</i>	40
2.1.9	Topinambur/ <i>Helianthus tuberosus</i>	43
2.1.10	Zweikultur-Nutzungssystem	45
2.1.11	Sonderkulturen und Wildpflanzenmischungen als Energiepflanzen	48
2.1.11.1	Wildpflanzen für Biogas	48
2.1.11.2	Switchgrass/Rutenhirse/ <i>Panicum virgatum</i>	48
2.1.11.3	Rumex Schavnat	48
2.1.11.4	IGNISCUM® Staudenknöterich	49
2.1.11.5	Sandmalve/ <i>Sida hermaphrodita</i>	49
2.2	Energiepflanzen als Festbrennstoffe	50
2.2.1	Kurzumtriebsplantagen/Schnellwachsende Gehölze	50
2.2.2	Miscanthus/ <i>Miscanthus x giganteus</i>	52
2.3	Energiepflanzen für die Kraftstofferzeugung	55
2.3.1	Raps/ <i>Brassica napus</i>	56
2.3.2	Zuckerrüben für die Ethanolproduktion	58
2.3.3	Energiegetreide für die Ethanolproduktion	58

3	Rentabilität des Industrie- und Energiepflanzenanbaus	61
3.1	Silomais versus Weizen: Wer wird gewinnen?	61
3.1.1	Fruchtfolgeanteile der Biogaskulturen	61
3.1.2	Wirtschaftlichkeit von Biogas-Mais	62
3.1.3	Wie lang bleibt Weizen konkurrenzfähig?	63
3.1.4	Sind Industrierüben und „NawaRo“-Raps auch Konkurrenten?	63
3.1.5	Zwischenfazit	64
3.2	Gibt es für Biogasanlagen Alternativen zum Silomais?	64
3.2.1	Versuchsergebnisse am Standort Poppenburg (Landkreis Hildesheim)	65
3.2.2	Versuchsergebnisse am Standort Rockstedt (Landkreis Rotenburg/Wümme)	66
3.2.3	Versuchsergebnisse am Standort Werlte (Landkreis Emsland)	66
	Produktionstechnische Hinweise Energiepflanzen - Übersicht	72
	Weiterführende Literatur	73
	Kontaktadressen	74
	Regionale Bioenergieberatung	75

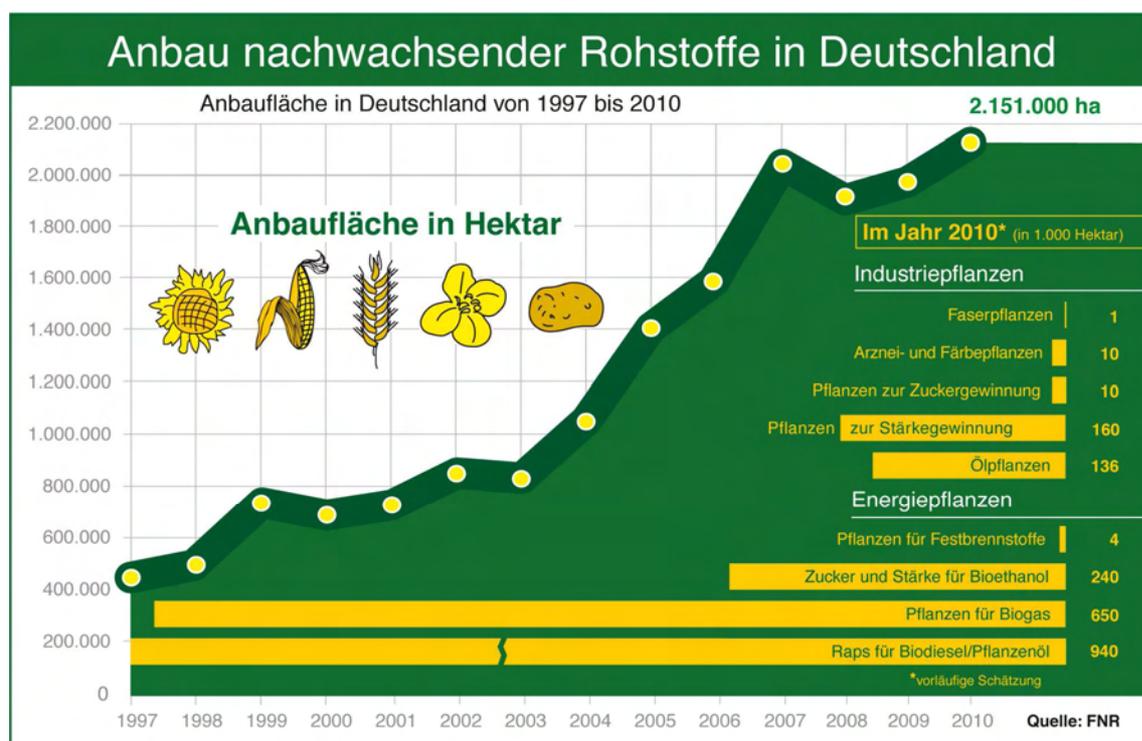
1. Einleitung/Anbauüberblick

Nachwachsende Rohstoffe aus Pflanzen bieten eine Vielzahl spezifischer Gerüst- und Inhaltsstoffe, die sowohl zur Gewinnung von Energie als auch zur Gewinnung von chemischen und technischen Grundstoffen genutzt werden können. Hauptrohstoffe sind Pflanzenöle, Stärke, Cellulose, Zucker, Pflanzenfasern und besondere Inhaltsstoffe wie z. B. ätherische Öle oder Farbstoffe.

Für das Erreichen der Klimaschutzziele ist der Ausbau der energetischen Biomasse-nutzung von hoher Bedeutung. Die Energiegewinnung aus Biomasse hat sich in den vergangenen Jahren in Deutschland dynamisch entwickelt. Nachhaltige Produktkreisläufe mit umweltverträglichen Rohstoff- und Entsorgungskonzepten werden darüber hinaus ebenfalls gefordert. Verbraucher und Umwelt verlangen qualitativ hochwertige und gleichzeitig ökologisch verträgliche Produkte.

Für ländliche Regionen und die Landwirtschaft bieten der Anbau von Nachwachsenden Rohstoffen und die Bioenergieerzeugung die Möglichkeit, regionale Wertschöpfungsketten aufzubauen und neue Absatzmärkte und Einnahmequellen zu erschließen. Hiervon profitiert auch die Wirtschaft in ländlichen Regionen.

In Deutschland wurden 2010 auf ca. 2,151 Mio. ha Ackerfläche Nachwachsende Rohstoffe erzeugt (Abbildung 1). Dies entspricht knapp 18 % der Ackerfläche. Mit ca. 1,83 Mio. ha haben die Energiepflanzen daran den mit Abstand größten Anteil erreicht.



Quelle: FNR 2010

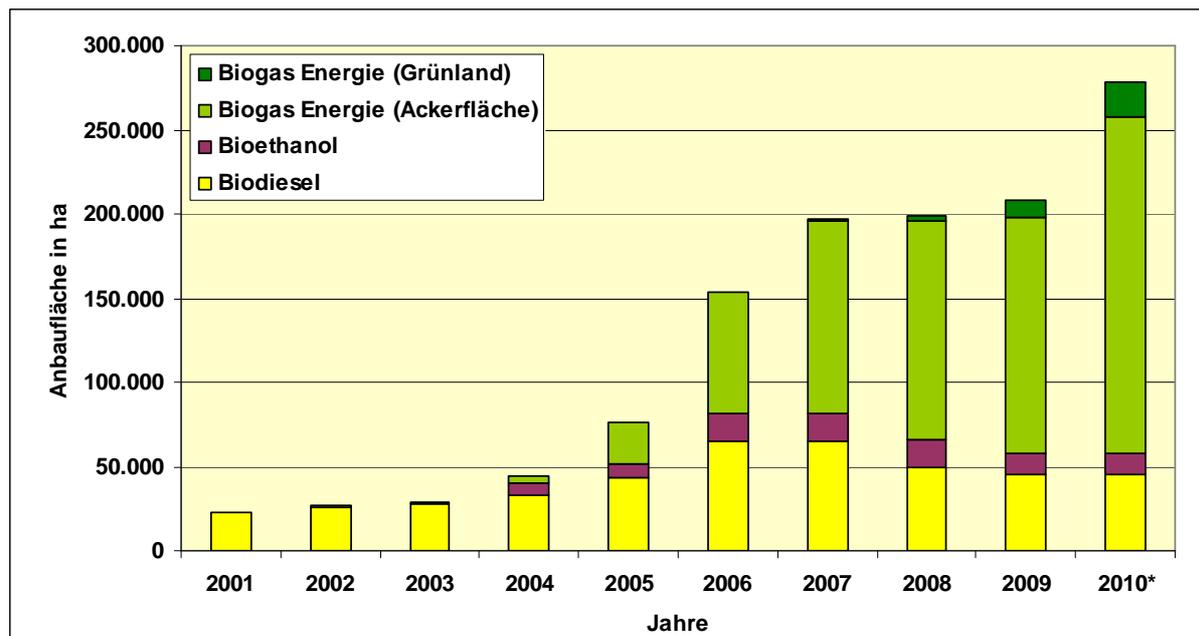
Abb 1: Anbauentwicklung nachwachsender Rohstoffe 1997 - 2010 in Deutschland und Anbau in Deutschland 2010 in Hektar

Niedersachsen verfügt über 2,6 Mio. ha landwirtschaftliche Fläche (LF). Davon werden etwa 2/3 (ca. 1,85 Mio. ha) als Ackerland und ca. 0,75 Mio. ha als Grünland genutzt.

Im Jahr 2009 wurden auf ca. 230.000 ha (8,8 % der LF) Energiepflanzen angebaut. Etwa 170.000 ha davon machten den Flächenbedarf für die 2009 betriebenen und im Bau

befindlichen Biogasanlagen aus. Hier wiederum hatte der Mais mit 145.000 ha den größten Anteil an der genutzten Fläche. Auf weiteren 15.000 ha wurden Getreide-Ganzpflanzensilage (GPS), Hirse, Zuckerrüben und Sonnenblumen für die Biogasproduktion angebaut. Darüber hinaus wurden die Aufwüchse von etwa 10.000 ha Grünland für die Vergärung in der Biogasanlage genutzt. Meistens handelte es sich um späte Ernten (3. Schnitt) in Milchviehregionen oder nicht mehr für die Rinderhaltung benötigte Aufwüchse.

Für die Erzeugung von Biodiesel wurden 2009 in Niedersachsen etwa 45.000 ha Raps angebaut, darüber hinaus ca. 15.000 ha Ethanolgetreide und ca. 7.500 ha Ethanolrüben.



* Angaben für 2010 geschätzt, Datenquelle: Niedersächsisches Ministerium für Ernährung; Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung 2010

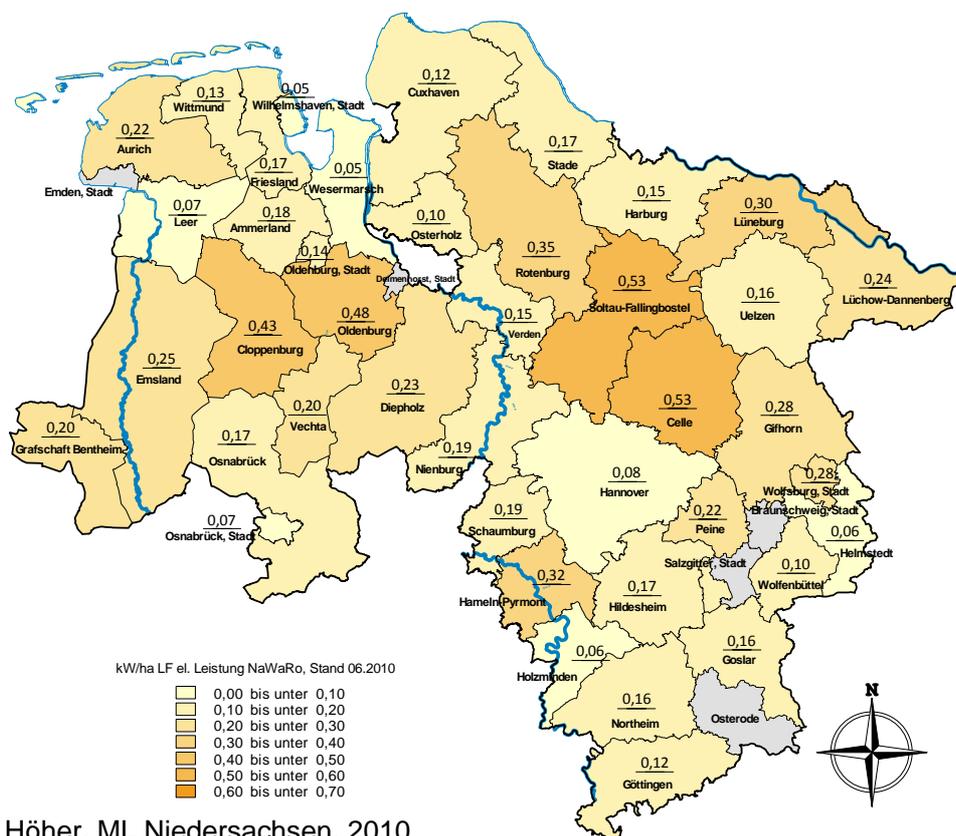
Abb. 2: Entwicklung des Energiepflanzenanbaus in Niedersachsen 2001 - 2010

Während die übrigen Non-Food-Verwendungsbereiche im Jahr 2010 konstante bis leicht rückläufige Tendenzen aufwiesen, stieg die Biomasseerzeugung für Biogas in Niedersachsen deutlich auf 220.000 ha an. Mais (180.000 ha) und Getreide (15.000 ha) sind derzeit die leistungsfähigsten Kulturarten für die Biogasproduktion.

2010 wurde die Maisanbaufläche gegenüber dem Vorjahr um 60.000 ha (12 %) auf 546.000 ha ausgeweitet. Der Energiemaisanteil lag bei circa 33 %. Ferner wurde 2010 zunehmend Gras von Grünlandflächen (20.000 ha) oder Zuckerrüben (5.000 ha) sowie Hirse, Sonnenblumen, Mischkulturen, ferner neue Kulturen wie Durchwachsene Silphie als Gärsubstrate eingesetzt und erprobt.

Die Zunahme des Biomasseanbaus korreliert mit der installierten Biogasanlagenleistung in den Regionen. In Niedersachsen zeigen sich daher deutliche regionale Unterschiede. Der Flächenbedarf zur Rohstoffversorgung einer mit nachwachsenden Rohstoffen betriebenen Biogasanlage mit einer Leistung von 500 kW liegt, je nach Ertragspotenzial, bei 150 bis 230 ha.

Bei einem mittleren Flächenbedarf von 0,4 ha pro kWh installierter Leistung werden im Landesdurchschnitt ca. 8 % der landwirtschaftlichen Fläche als Substratgrundlage benötigt. Bezogen auf die Ackerfläche belegt die Substraterzeugung einen Flächenanteil von 10,8 % der AF. Ein Großteil der Biogasanlagen setzt neben Energiepflanzen anteilig Gülle ein, wodurch sich der Flächenbedarf reduziert.



Quelle: Dr. Höher, ML Niedersachsen, 2010

Abb. 3: NaWaRo-Biogasanlagen, installierte Leistung in kWh pro ha landwirtschaftlicher Nutzfläche in Niedersachsen, Stand 06/2010

Eine verstärkte Anbauausrichtung auf die leistungsfähigsten Kulturpflanzen in einer Region und die damit einhergehende Verengung von Fruchtfolgen beeinflusst zunehmend Landschaftsbild, Artenvielfalt und Wildpopulationen.

In Gebieten mit hoher Biogas- und Viehdichte wie z. B. in der Weser Ems Region, führt der zunehmende Maisanbau für die Biogasproduktion und die Veredelung dazu, dass der Mais in einigen Gemeinden über 50 % der Ackerfläche einnimmt. Gerade in diesen Regionen gilt es, den Energiepflanzenanbau für gezielte Maßnahmen zur Fruchtfolgeerweiterung und zur Verbesserung der Lebensraumbedingungen für Flora und Fauna zu nutzen. Hierzu zählen die Anlage von Blühstreifen in den Randbereichen von Maisschlägen, Untersaaten, die Anlage von Schneisen zur Unterteilung großer Feldschläge (Crop in Crop) und die verstärkte Einbindung von Alternativkulturen. In einigen Regionen wurden hiermit bereits gute Erfahrungen gemacht. Im Landkreis Rotenburg wurden beispielsweise 2010 bereits auf über 500 ha NAU-Maßnahmen umgesetzt.

Neben Winterroggen, Triticale und Gräsern werden auch Zuckerrüben als hoch energiereiches Biogassubstrat mittelfristig an Bedeutung gewinnen. Gut 4.000 ha Energierüben wurden 2010 für die Biogaserzeugung genutzt. An der Optimierung von Ernte- und Lagerungsverfahren arbeiten innovative Biogaslandwirte sowie zahlreiche Unternehmen und Forschungseinrichtungen intensiv.

Positive Züchtungsergebnisse und die Ergebnisse aus bundesweiten und länderspezifischen Anbau- und Ernteversuchen bestätigen das mögliche Leistungspotenzial, wobei insbesondere trockenheitstolerante Kulturarten (Futterhirse, Sudangras) auf sandigen Standorten im Hinblick auf die Ertragssicherheit an Bedeutung gewinnen können. Auf 22 ha wurde die Dauerkultur Durchwachsene Silphie getestet.

Die nachfolgenden Informationen zum Energiepflanzenanbau sollen dazu beitragen, die Einbindung von verschiedenen Kulturen in die Anbaustrategien und Fruchtfolgen der Betriebe zu unterstützen.

2 Energiepflanzenerzeugung

2.1 Energiepflanzen für die Biogasproduktion

Der Anbau von Energiepflanzen gewinnt zunehmend an Bedeutung, derzeit hauptsächlich für die Verwertung in Biogasanlagen. Zur Biogaserzeugung sind Pflanzenarten geeignet, die einen hohen Biomasseertrag mit einem hohen Anteil vergärbare Substanzen liefern und so eine hohe Methanausbeute in der Biogasanlage ermöglichen. Darüber hinaus muss eine gute Silierbarkeit gegeben sein, um den Ertrag bis zur Nutzung in der Biogasanlage verlustarm konservieren zu können. Hierzu werden in erster Linie die nachfolgend beschriebenen Fruchtarten im Hauptfruchtanbau genutzt.

Die höchste Ertragsleistung erbringt derzeit der Mais, gefolgt von Getreide-Ganzpflanzen (besonders Roggen) und Gräsern. In der Erprobung sind weitere Kulturarten mit hoher Biomasseleistung wie Zuckerhirse, Sudangras und Sonnenblumen sowie Mischungen verschiedener Arten. Aber auch der Anbau von Ackergräsern bzw. Grünlandaufwüchsen findet zunehmend Verwertungsmöglichkeiten in Biogasanlagen. Neben dem Hauptfruchtanbau von Winterungen und Sommerungen werden auch Verfahren der Vornutzung in Form von Grünroggen oder des Zweitfruchtanbaus getestet. Dafür werden Winterungen (Wintergetreide, kurzlebige Weidelgrasmischungen, Getreide/Leguminosengemenge) im Zeitraum Frühjahr bis Frühsommer beerntet und einsiliert, unmittelbar nach der Ernte erfolgt eine Ansaat von Sommerungen wie z. B. Mais, Hirse oder Sonnenblumen. Erste Ergebnisse zu diesem Verfahren, das auch als Zweikulturnutzungsverfahren bezeichnet wird, werden vorgestellt.

Neben Aktivitäten in unterschiedlichen Projekten wie SUNREG oder auch EVA I und II werden von der Landwirtschaftskammer Niedersachsen zahlreiche eigene Versuche zum Anbau und zur Verwendung von Energiepflanzen durchgeführt.

Die nachfolgenden Ergebnisse beziehen sich vornehmlich auf Versuche an den drei Schwerpunktstandorten Werlte, Poppenburg und Buchholz bzw. Rockstedt. Buchholz und Rockstedt repräsentieren die leichten Standorte mit zeitweiligem Trockenstress in den Sommermonaten, während Werlte mit durchschnittlich über 750 mm Niederschlag eine günstige Niederschlagsverteilung aufweist. Poppenburg liegt in der Hildesheimer Börde und steht für die Hohertragsstandorte Südhannovers.

Tab. 1: Versuchsstandorte

Standorte	Werlte	Poppenburg	Buchholz - Rockstedt	
Landkreis	Emsland	Hildesheim	Winsen/Luhe - Rotenburg	
Bodenart	lehm. Sand	Lehm	lehm. Sand	
Ackerzahl	30 - 40	85	30 – 35	
durchschnittl. Temperatur °C	9,0	8,2	8,5	
Jahresniederschläge in mm	768	600	650	- 720
Prüfungen seit:	2005	2007	2007	- 2009

Am Beispiel des Standortes Werlte, auf dem seit 2005 Versuchsergebnisse unterschiedlicher Kulturen zur Biomasseerzeugung erarbeitet werden, wird deutlich, dass Mais mit einer Ausnahme (Sudangras 2005) ertraglich die höchsten und in der Regel auch die konstantesten Leistungen zeigte. In den letzten zwei Jahren wird erkennbar, dass sich aber auch bei der Zuckerhirse dank begonnener züchterischer Bearbeitung verbesserte Ergebnisse zeigen. Diese in Werlte erzielten Ergebnisse spiegeln sich auch

auf den anderen Standorten wider, wobei insbesondere in Poppenburg die Ertragsdifferenzen zwischen Mais und den anderen Kulturen noch ausgeprägter sind.

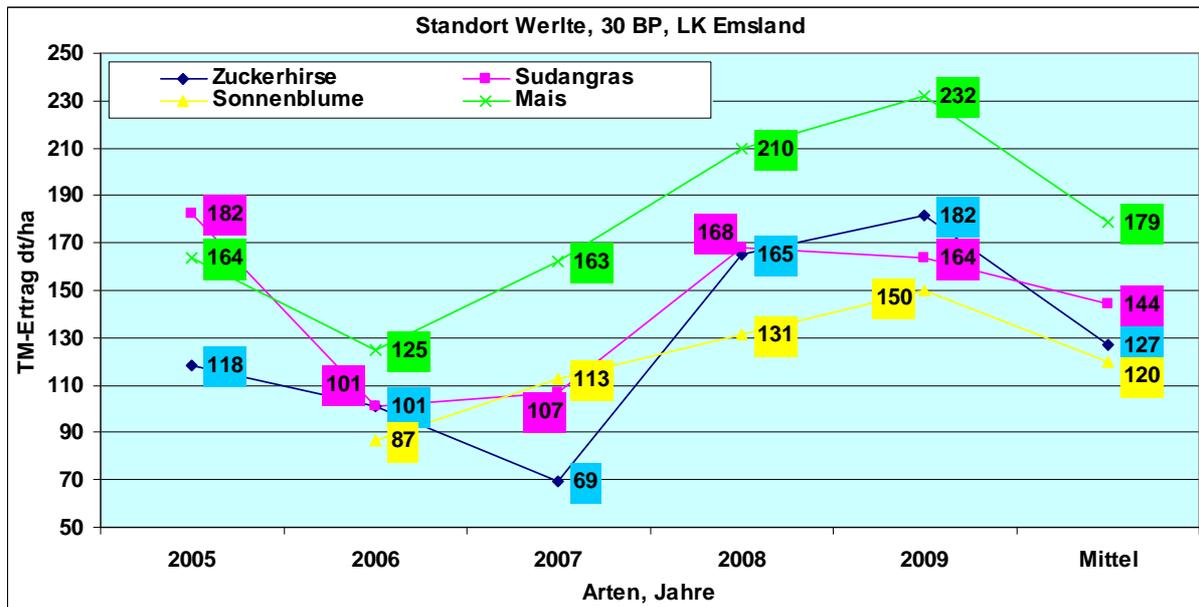


Abb. 4 : Ertragsvergleich unterschiedlicher Energiepflanzen, 2005 - 2009

Die genannten Kulturen unterscheiden sich sowohl im Anbau, als auch in der Gasausbeute (siehe Tab. 2). Hierbei wird deutlich, dass bezogen auf die organische Trockensubstanz Mais gegenüber den Hirsen, der Sonnenblume und der Getreide-GPS Vorteile bietet. Die Rübe hingegen zeichnet sich durch höhere Gas- und Methanerträge je Normliter organischer Trockenmasse aus; gleichzeitig beträgt die Verweilzeit im Fermenter lediglich etwa 15 bis 30 Tage, während es beim Mais in der Regel 60 bis 90 Tage sind. Durch Einsatz von Zuckerrüben kann also die Effizienz der Anlage gesteigert werden. Gräsermischungen liegen bei der Gasausbeute im mittleren Bereich. Hier gibt es jedoch recht deutliche Unterschiede zwischen den Ansaatmischungen (Gräser-, Leguminosenanteil) und den Ernteterminen.

Tab. 2: Richtwerte für die Gasausbeute

Substrat	Anmerkungen/ Eigenschaften	TM %	davon oTM %	Biogasertrag l _N /kg oTM	Methan- gehalt %	Methanertrag l _N /kg oTM
Nachwachsende Rohstoffe						
Maissilage	-	33	95	650	52	338
CCM	-	65	98	730	52	380
Sorghumsilage	-	28 ¹⁾	90	610	52	317
Getreide-GPS	mittlerer Kornanteil	33	95	620	53	329
Grünroggensilage	-	25 ¹⁾	90	600	53	318
Sonnenblumensilage	-	25	90	520	57	296
Zuckerrübensilage	oTM säurekorrigiert	23	90	700	52	364
Futtermübensilage	oTM säurekorrigiert	16	90	700	52	364
Getreidekorn	gequetscht/gemahlen	87	97	730	52	380
Körnermais	gequetscht/gemahlen	87	98	730	52	380
Stroh	kurzgehäckselt	86	90	400	52	208
Grassilage	-	35	90	600	52	312
Landschaftspflegegras	-	50	85	200 - 400 ²⁾	50	100 - 200
Kleegrassilage	-	30	90	580	55	319
Klee-/Luzernesilage	-	30	90	530	55	292

1) nach Anwelken 2) stark abhängig vom Verholungsgrad/Ligningehalt

Quelle: n. KTBL, Faustzahlen Biogas, 2. Auflage 2009

2.1.1 Mais/*Zea mays*

Familie: Poaceae (Süßgräser)

Der aus Südamerika stammende Mais zählt weltweit zu den wichtigsten Kulturpflanzen. Dementsprechend wurde und wird er stark züchterisch bearbeitet, um den unterschiedlichen Anforderungen gerecht zu werden. Mais zählt zu den effizienten C₄-Pflanzen. Biochemische und anatomische Eigenschaften bewirken bei C₄-Pflanzen eine besonders leistungsfähige CO₂-Assimilation, eine höhere Ausnutzung der Lichtenergie und dadurch eine höhere potentielle Photosyntheseleistung im Vergleich zu europäischen Gräsern (C₃-Pflanzen). Bei hohen Temperaturen und ausreichender Wasserversorgung sind C₄-Pflanzen daher sehr leistungsstark und produktiv.



Erträge

Das Ertragsniveau von Silomais liegt zwischen 350 und 750 dt/ha FM, das entspricht bei 35 % TM etwa 125-260 dt TM/ha. Wird CCM erzeugt, liegen die Erträge bei 120-160 dt/ha FM, das entspricht bei 60 % TM 72-96 dt TM/ha. Biogasanlagen werden mit Silomais gefüttert, nur bei langen Transportstrecken zur Anlage kann der Einsatz von CCM sinnvoll sein.

Qualitätskriterien/Sorten

Voraussetzung für eine gesicherte Substratversorgung der Anlagen ist die Bereitstellung entsprechender Silagemengen. Hierbei spielt die Sortenwahl neben produktionstechnischen Maßnahmen sicherlich eine entscheidende Rolle.

Sorten, die in Landessortenversuchen ihr Leistungsvermögen bei unterschiedlichen Standortbedingungen und Jahreseinflüssen unter Beweis gestellt haben, sind für die Substratversorgung der Biogasanlagen empfehlenswert. Hierbei werden vornehmlich die ertrags- und weniger die besonders qualitätsbetonten Sorten berücksichtigt. Daher wird zur Sortenbeurteilung für die Nutzungsrichtung „Energienmais“ der Trockenmasseertrag als wichtigstes Kriterium genutzt. Wohl wissend, dass von einigen Züchtern bzw. Sortenvertretern Parameter wie Energiedichte oder Stärkegehalt als Kenngröße zur Beurteilung der Gasausbeute mit herangezogen werden, nehmen wir derzeit davon noch Abstand, weil einzelne positive Ergebnisse noch nicht verallgemeinernd als Beurteilungskriterium ausreichen.

Die Abreife der Sorten sollte in jedem Fall Berücksichtigung finden, um für den jeweiligen Standort bzw. die Nutzungsoption entsprechend angepasste Sorten auszuwählen. Damit für die Beerntung, die sich für größere Anlagen über einige Tage hinzieht, ein entsprechendes Erntefenster zur Verfügung steht, kann es durchaus sinnvoll sein, Sorten mit unterschiedlichem Abreifeverhalten auszuwählen. Während der Ernte sollten die Sorten für eine gute Silierung TM-Gehalte von etwa 30, besser 32 % erreichen. Eine Ernte unterhalb von 30 % TM-Gehalt führt in der Regel bei hohen Silagemieten zu unnötigem Sickersaftanfall und das Leistungsvermögen der Sorten wird nicht ausgeschöpft. Überzogene TM-Gehalte von über 36 % mit einer zunehmenden Lignifizierung der Restpflanze sind ebenfalls zu vermeiden.

Sorten aus der frühen Reifegruppe werden bevorzugt für klimatisch ungünstigere Lagen verwandt, wo die Vegetationszeit im Frühjahr und/oder auch im Herbst nur begrenzt

genutzt werden kann; oder auch bei einer Vornutzung von beispielsweise Grünschnittroggen.

Die Landwirtschaftskammer Niedersachsen erarbeitet aus den Ergebnissen der Landessortenversuche jährlich Sortenratgeber für den Silomaisanbau. Die Ergebnisse aus dem Anbaujahr 2010 für die Anbauempfehlungen 2011 lagen bei Redaktionsschluss noch nicht vor. Sie werden nach der Fertigstellung auf der Homepage der LWK und in der Fachpresse veröffentlicht.

Produktionstechnik/Düngung

Die Aussaat sollte möglichst früh ab dem 15. April bei Bodentemperaturen von ca. 8 °C in ein gut vorbereitetes rückverfestigtes Saatbett erfolgen. Dabei ist die Bodenstruktur von größerer Bedeutung als die Bodenart. Der Mais stellt relativ geringe Ansprüche an den Boden. Für den Anbau gut geeignet sind mittlere bis schwere Böden. Sie sollten sich im Frühjahr leicht erwärmen und nicht zu Verkrustungen neigen. Kalte und staunasse Böden sowie Moorböden sind für den Maisanbau weniger gut geeignet.

Tab. 3: Angestrebte Bestandesdichte von Mais für die Biogasproduktion

Sortentyp	Wasserversorgung der Böden		
	schlecht	mittel	gut
massenwüchsig kompakt	häufige Trockenschäden Ackerzahl < 30	Ackerzahlen 30 - 40	Grundwasseranschluss, Beregnung oder Ackerzahl > 40
	anzustrebende Pflanzenzahl/m ²		
	7 - 8 7,5 - 9	8 - 9 9 - 10	9 - 11 10 - 12

Die Aussaattiefe beträgt bei leichten Böden 4-6 cm, bei schweren Böden 3-4 cm. Eine ausreichende Bodenfeuchtigkeit ist wichtig für die Quellung der Saatkörner, daher ist die Ablagetiefe dem Feuchtezustand des Bodens anzupassen. Die Bestandesdichte ist abhängig von der Wasser- und Nährstoffversorgung und vom Sortentyp.

Durch den Einzug des Maises in die klassischen Ackerbauregionen (z.B. Raum Braunschweig, Hildesheimer Börde) wurde die Frage nach veränderten Reihenweiten bzw. Einzelkorn- oder Drillsaat wieder zunehmend aktuell. Ein vergleichender Anbau der drei Varianten 75 cm Einzelkornablage, 37,5 cm Einzelkornablage sowie Drillsaat auf 15 cm lieferte folgende Ergebnisse. Die Einzelkornablage auf 37,5 cm erreichte gegenüber der Standardvariante (75 cm) etwas bessere TM-Erträge; die Erträge bei der Drillsaat fielen dagegen deutlich ab. Ursache hierfür könnte in der ungleichmäßigen Saatgutverteilung liegen. Die Effekte der Unterfußdüngung (40 kg N/ha, 30 kg P₂O₅/ha) waren bei Aussaat 75 cm und 37,5 cm am stärksten ausgeprägt. Auf Grundlage der bisherigen Erfahrungen sollten die Landwirte an der Einzelkornablage festhalten. Die engere Reihenweite erlangt in Regionen mit Erosionsgefährdung zunehmende Bedeutung.

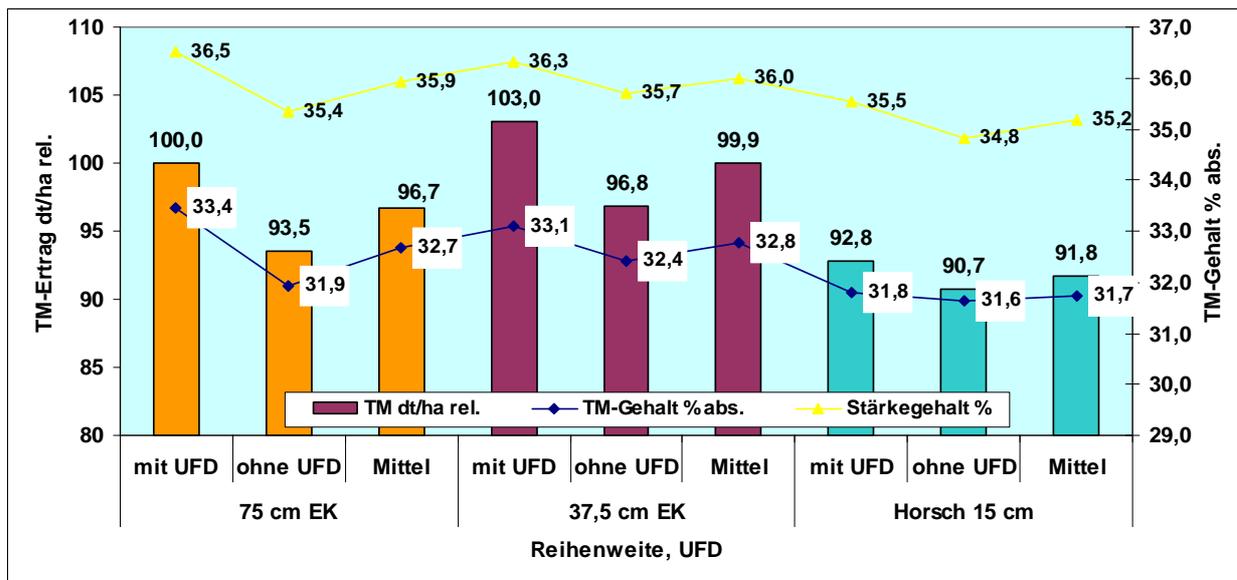


Abb. 5: Versuch Drillsaattechnik

3 Standorte: (Werlte (EL), Wehnen (WST), Poppenburg (HI)); 2008 - 2009

Der N-Bedarf ist beim Mais nicht dem N-Entzug gleichzusetzen, da der Mais die Stickstoffmineralisation im Boden während der Vegetation sehr gut nutzen kann. In neueren Versuchen wurde der N-Sollwert von 180 kg N/ha bestätigt. Entscheidend ist, dass die N-Düngung an das Mineralisationsvermögen des Standortes angepasst wird. Auf Standorten mit langjähriger organischer Düngung (in der Regel bei P-Gehalten in der Krume > 13 mg P-CAL/100 g Boden) ist der Sollwert um minus 40 kg N/ha zu korrigieren. Bei standortbedingter schlechter Nachlieferung ist der Sollwert um 20 kg N/ha zu erhöhen, bei standortbedingter guter N-Nachlieferung um 20 kg N/ha zu vermindern. Weitere Einzelheiten zu den Düngeempfehlungen Stickstoff sind im Internetauftritt der Landwirtschaftskammer Niedersachsen veröffentlicht.

Zur Verbesserung der Jugendentwicklung und zur Förderung des Ertrages ist eine Unterfußdüngung bei der Aussaat mit Stickstoff- und leicht löslichen Phosphordüngern auf den meisten Standorten sinnvoll. Bei mittlerer P-Bodenversorgung sind 30/30 kg/ha N/P₂O₅ zu empfehlen, auf Standorten mit geringer P-Versorgung sollte auch der bewährte DAP-Dünger 18/46 (Diammonphosphat) mit 1 bis 2 dt/ha eingesetzt werden.

Tab. 4: Entzugswerte für N, P₂O₅ und K₂O bei Silomais in Abhängigkeit vom Ertragsniveau (kg/ha)

Entzüge (kg/ha) für	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Ertrag 400 dt/ha FM	176	72	196
Ertrag 450 dt/ha FM	198	81	220
Ertrag 500 dt/ha FM	220	90	245
Ertrag 550 dt/ha FM	242	99	270

Neue Versuche zum Einsatz von Gärsubstrat bzw. Gülle als organischen Unterfußdünger zeigen durchweg positive Ergebnisse, wenn während der Jugendentwicklung des Maises relativ feuchte Bodenverhältnisse vorherrschen, die eine entsprechende Nährstofflieferung aus der organischen Masse begünstigen. So können Mineraldünger eingespart und die Gärsubstrate effizient verwertet werden.

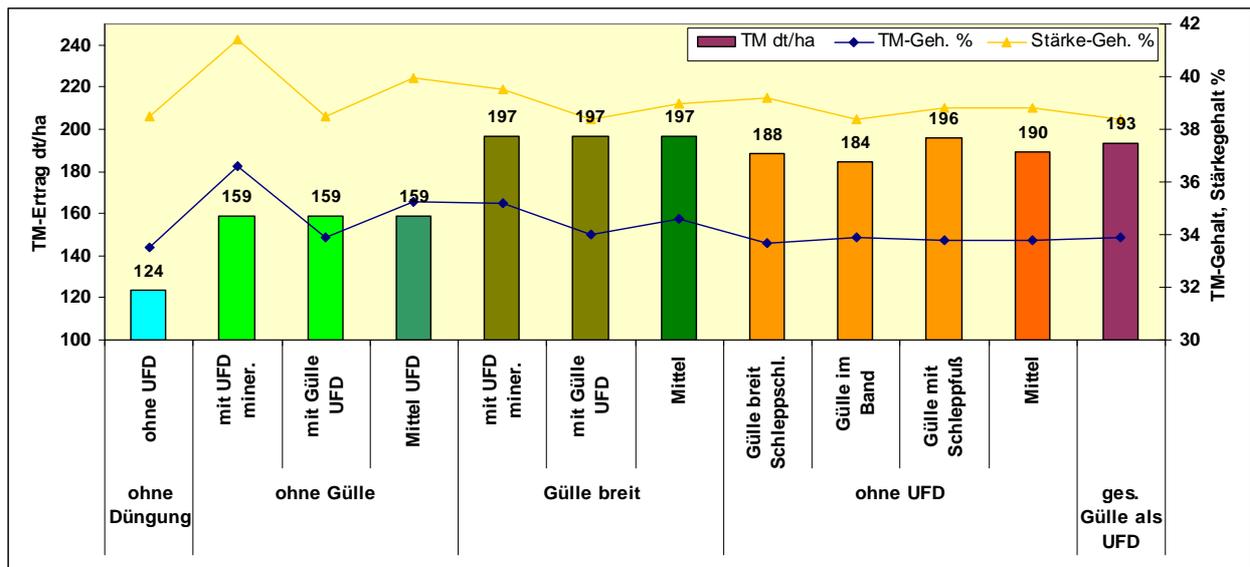


Abb. 6: Gülle Unterfußdüngungsversuch

Standorte: Dasselsbruch (CE) u. Bramstedt (DH) 2008; Wehnen (WST) u. Rockstedt (ROW) 2009

Pflanzenschutzmaßnahmen sollten standortangepasst in Abstimmung mit der Pflanzenschutzberatung vor Ort erfolgen, siehe auch www.lwk-niedersachsen.de.

Ernte

Die Ernte erfolgt bei TM-Gehalten von 30-34 % in der Gesamtpflanze, was bei der Maispflanze dem Entwicklungsstand Beginn bis Mitte der Teigreife entspricht. Der Häckselgrad des Erntegutes sollte abhängig vom Abreifestadium eingestellt werden, um eine hohe Verdichtung und eine sichere Lagerstabilität des Erntegutes zu erreichen. Bestände mit TM-Gehalten um 32 % sollten mit einer Schnittlänge von 4-6 mm beerntet werden, Bestände unter 32 % TM-Gehalt können mit 6-8 mm, abgereifte Bestände über 34 % TM sollten unter 4 mm Schnittlänge gehäckselt werden. Die Bildung von Sickersaft bei der Silagebereitung ist zu vermeiden. Unnötig kurze Häcksellängen bei geringen TM-Gehalten verursachen erhöhte Erntekosten durch vermehrten Energieverbrauch.

Umfassendere Auskünfte erteilt der Fachbereich Grünland und Futterbau der Landwirtschaftskammer Niedersachsen.

Literatur:

KTBL (Hrsg.): Energiepflanzen, Darmstadt 2006
LWK Niedersachsen: Versuchsbericht Mais 2009

2.1.2 Getreide GPS und Grünroggen

Für den Anbau von Getreide als Ganzpflanzensilage zur Verwendung in Biogasanlagen liegen bereits Ergebnisse und Erkenntnisse vor. Versuche zu Aussaatstärke, Düngung und Pflanzenschutz zeigen, dass der Grünschnittroggen bzw. der Roggen als Ganzpflanzensilage (GPS) für die Biogasgewinnung durchaus als eine praxiserprobte Alternative zum Mais angesehen werden kann.



Ergebnisse der LWK Niedersachsen

Versuche zum Einsatz von Wintergetreide in Form von Ganzpflanzensilage (GPS) für Biogasanlagen finden in Niedersachsen seit 2004/2005 statt.

Neben Aktivitäten in unterschiedlichen Projekten wie SUNREG oder auch EVA I und II werden zahlreiche eigene Versuche zum Einsatz von Getreide GPS durchgeführt.

Die nachfolgenden Ergebnisse beziehen sich vornehmlich auf Versuche, die an den drei Schwerpunktstandorten Werlte, Poppenburg und Buchholz bzw. Rockstedt durchgeführt wurden (s. Tab.1).

Grünroggen

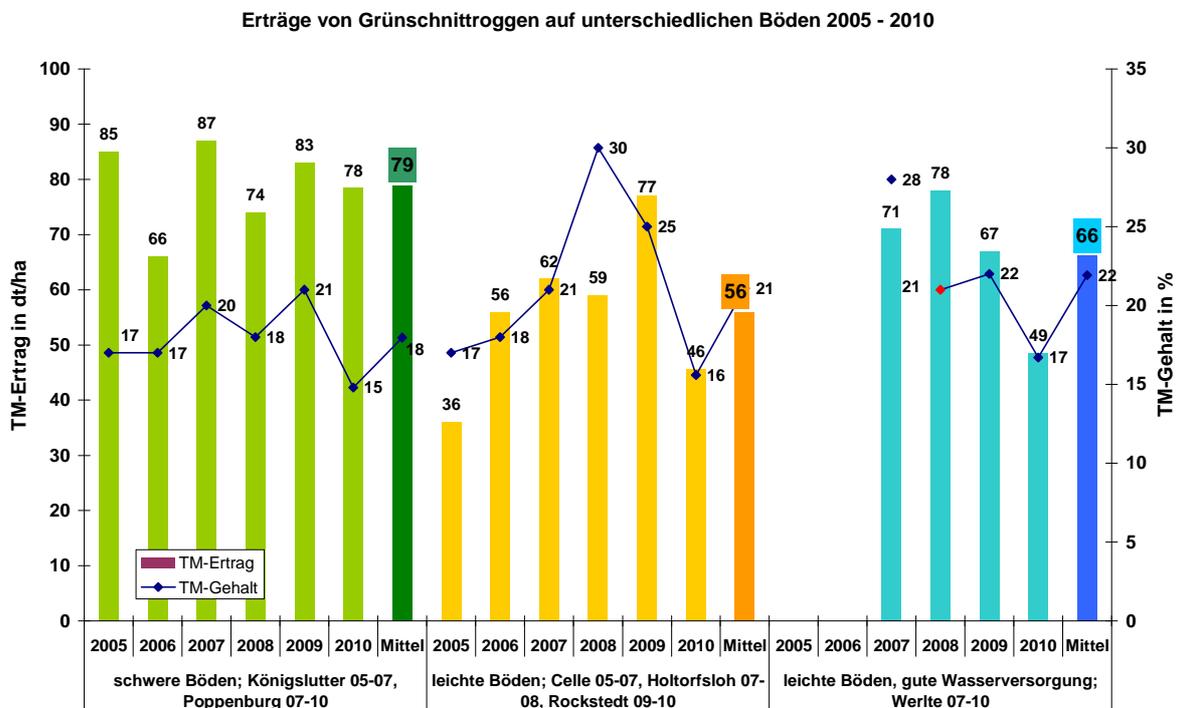


Abb. 7: TM-Erträge und TM-Gehalte von Grünschnittroggen auf unterschiedlichen Standorten in den Jahren 2005 bis 2010

Die relativ großen Ertragsunterschiede zwischen den Jahren sind etwas unerwartet. Allerdings ist zu beachten, dass die Witterung in den Versuchsjahren vor allem im Frühjahr stark unterschiedlich war. So sind auf den leichteren Standorten insbesondere

2008 bereits im April starke Trockenschäden aufgetreten. Zudem wurde der Erntezeitpunkt jeweils Anfang Mai gelegt, wobei die Entwicklung der Bestände zu diesem Zeitpunkt nicht immer im gleichen Stadium war, was an den TM-Gehalten erkennbar ist.

Zur Abschätzung der Ertragsleistung von Grünroggen in Abhängigkeit von der Sorte und der zur Verfügung stehenden Vegetationszeit wurden im Herbst 2009 zwei unterschiedliche Sorten zu 3 bzw. 2 Saatterminen gesät, die wiederum jeweils zu drei Terminen (Ende April, 10. Mai, 20. Mai) geerntet wurden. Zum einen wurden mit Vitallo eine spezielle Grünroggensorte und zum anderen mit Conduct eine Populationsorte, die in der Regel zur Körnernutzung verwandt wird, geprüft. Da zum Zeitpunkt der Grünroggenutzung der Kornanteil noch nicht ertragsbestimmend ist, wurde auf eine kornertragsbetonte Hybridroggensorte verzichtet. Ertragsvorteile versprechen bei dieser Nutzungsrichtung vielmehr solche Sorten, die sowohl eine gute Vorwinterentwicklung haben, als auch ab Vegetationsbeginn im Frühjahr ein beschleunigtes Massenwachstum aufweisen; dadurch zeichnen sich spezielle Grünroggensorten aus.

Die Ergebnisse zeigen, dass frühe Aussaaten bei diesen Sorten deutliche Ertragsvorteile bieten. Dies überrascht grundsätzlich sicherlich nicht. Jedoch sind die Ertragsunterschiede insbesondere in Poppenburg mit jeweils 14-tägigem Abstand mit 22 dt zwischen dem 1. und 2. bzw. 14 dt TM/ha zwischen dem 2. und 3. Termin sehr ausgeprägt. Ertragsunterschiede in dieser Größenordnung sind in Sortenversuchen zur Körnernutzung in diesem Umfang nicht festzustellen.

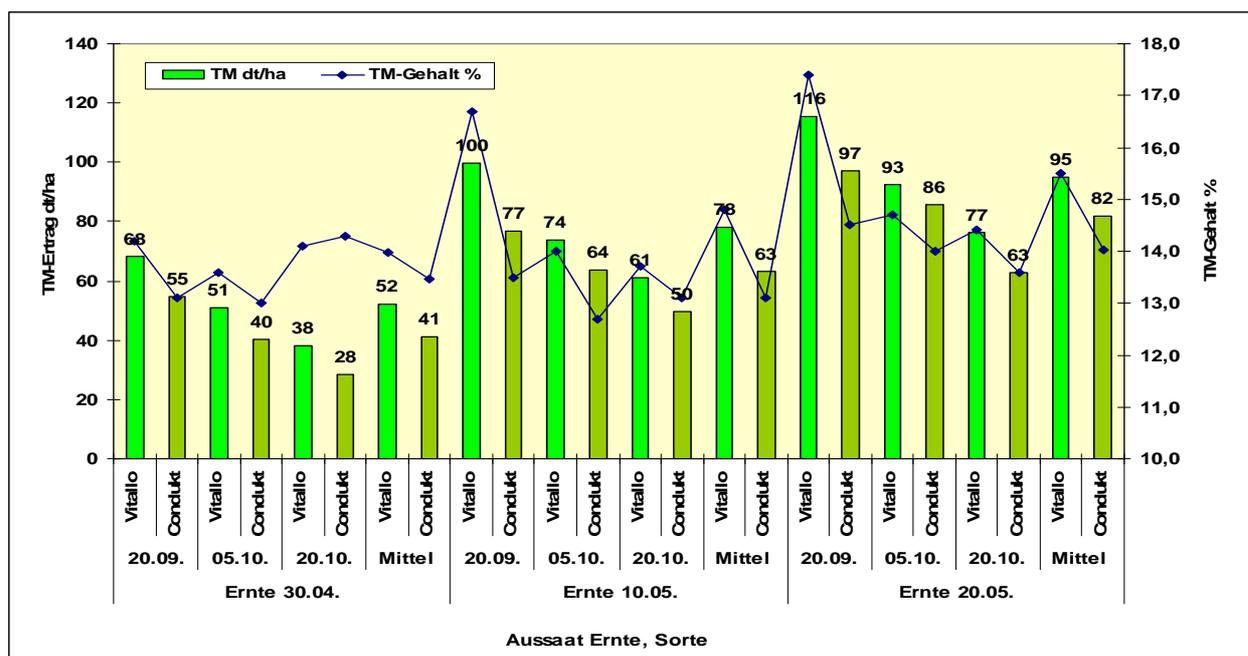


Abb. 8: Einfluss von Aussaat- und Erntezeit auf Ertrag und Abreife bei Grünroggen, Standort Poppenburg, 2010

Neben den deutlichen Ertragsvorteilen früher Aussaaten sind auch die Ertragsvorteile der Grünroggensorte gegenüber der Populationsorte bemerkenswert. Unabhängig vom Saattermin liegen die Erträge auf den leichteren Standorten 5 bis 7, auf dem schweren Lössstandort mit sehr gutem Ertragspotenzial 13 dt TM/ha auseinander; Größenordnungen, die die Wirtschaftlichkeit der Vornutzung durch Grünroggen deutlich verbessern. Neben den Ertragsvorteilen zeigen sich auch Unterschiede in der Abreife der beiden Sorten. Insbesondere bei früher Aussaat liegen die TM-Gehalte vom Grünroggen ca. 2 % höher als bei der konventionellen Sorte. Bei den späteren

Aussaaten war die Vegetationszeit im Herbst zu kurz, um entsprechende Sortendifferenzierungen zu erlauben.

Zusätzlich zu den Ertragsvorteilen früher Aussaaten kommen auch die Ertragsvorteile bei späterer Ernte hinzu.

Die spannende Frage ist zu überprüfen, ob der Vornutzung oder der im Frühjahr zu bestellenden anschließenden Hauptfrucht die meiste Vegetationszeit zur Verfügung gestellt werden soll. In diesem Jahr konnte sicherlich der Grünroggen bis zum 10. bzw. 20. Mai noch deutliche Ertragszuwächse erzielen, während der früh gedrillte Mais, vor allem aber die Zuckerhirse die doch recht kühlen Maitemperaturen wenig nutzen konnten. Zur befriedigenden Beantwortung dieser Fragestellung sind sicherlich mehrjährige Versuchsergebnisse bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen erforderlich.

GPS-Nutzung mit Roggen, Triticale, Weizen

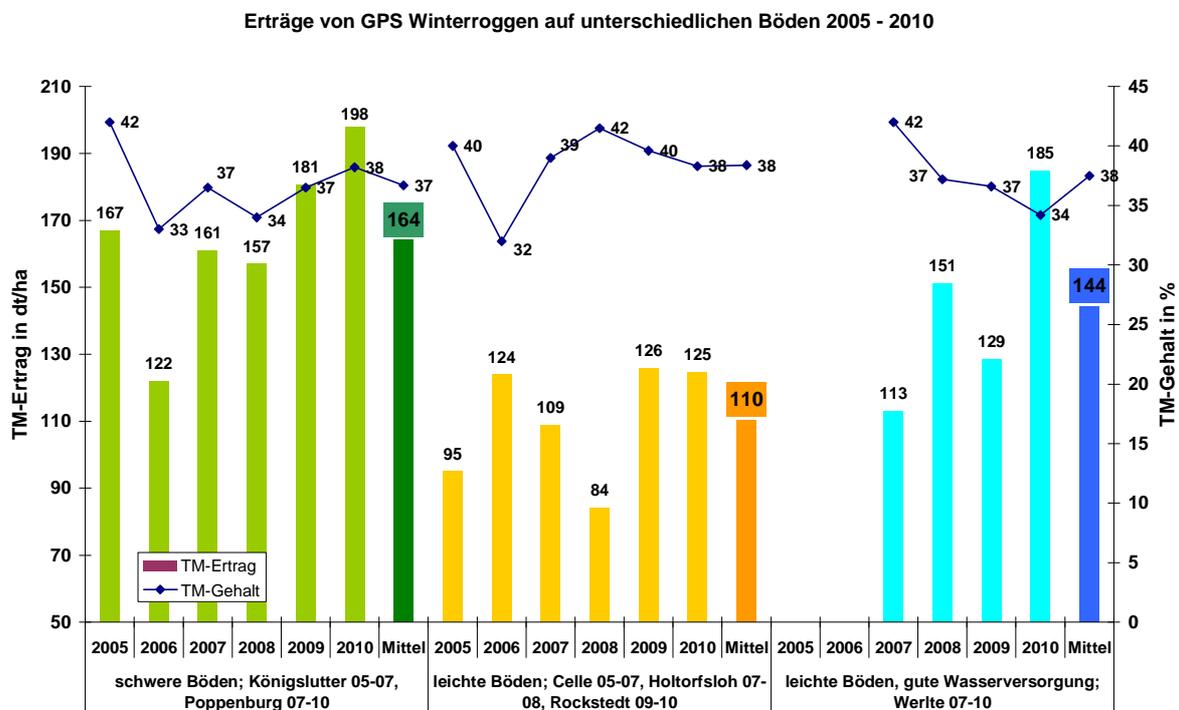


Abb. 9: TM-Erträge und TM-Gehalte von GPS-Roggen auf unterschiedlichen Standorten in den Jahren 2005 bis 2010

Die Beerntung der Getreidearten zur GPS Nutzung erfolgte in der Regel im Zeitraum 15. bis 20. Juni zum Zeitpunkt Ende Milchreife/beginnende Teigreife bei TM-Gehalten von gut 35 %. Auch hier ist festzustellen, dass die Ertragsschwankungen zwischen den Jahren ausgeprägter waren als zuvor vermutet. Die Entwicklung schwacher Bestände beim Grünroggen setzte sich in den GPS Beständen zum Teil noch ausgeprägter fort.

So waren insbesondere die Ertragsleistungen auf den leichten Sandstandorten mit durchschnittlich 110 dt TM/ha etwas enttäuschend. Aber auch auf den Standorten im südhannoverschen Bereich bzw. im Weser-Ems Raum wurden höhere Erträge erwartet. Allerdings ist erkennbar, dass die Erträge auf den besseren Standorten ab 2009 deutlich verbessert ausfielen.

Auch wenn der Mais gegenüber Getreide-GPS ertragliche Vorteile aufweist, bietet der GPS-Anbau eine sinnvolle Alternative bzw. Ergänzung für Biomasseproduktion vor allem in stark humuszehrenden Fruchtfolgen. Die verbleibende Vegetationszeit kann durch

Zwischenfruchtanbau zur Humusmehrung genutzt werden. Auf Standorten mit sicherer Wasserversorgung könnte ein Zweitfruchtanbau zur zusätzlichen Biomasseproduktion angestrebt werden. Aus ökonomischer Sicht muss jedoch ein deutlicher Mehrertrag gegenüber einem ausschließlichen Hauptfruchtanbau erzielt werden, um die doppelten Aussaat- und Erntekosten auszugleichen.

Zur Risikostreuung ist es sinnvoll, unterschiedliche Kulturen für die Biomasseproduktion anzubauen. Bei zunehmend stärkeren Wetterrisiken bietet eine mehrgleisige Anbaustrategie insgesamt eine verlässlichere Substratversorgung.

Die Vorzüge des Anbaus von Winterungen sollten entsprechend berücksichtigt werden, wie beispielsweise:

- Entzerrung von Arbeitsspitzen
- bessere Verteilung des Gärsubstrates im Jahresverlauf
- günstigere Ausnutzung der bestehenden Technik (insbesondere Erntetechnik)
- Ausnutzung der Vegetationszeit im Herbst bzw. im zeitigen Frühjahr
- Risikostreuung bei der Substraterzeugung.

Speziell Getreide-GPS-Anbau erweist sich dabei als flexibel einsetzbar, da beim Anbau korntragsstarker Sorten auch bis zur regulären Ernte gewartet werden kann und der Ertrag als Marktfrucht genutzt werden kann.

Vergleich unterschiedlicher Sortentypen bei den einzelnen Wintergetreidearten zur Biomassenutzung als Ganzpflanzensilage

Von den Wintergetreidearten Roggen, Triticale und Weizen wurden ausgewählte Sortentypen im Hinblick auf das Ertrags- und Abreifeverhalten an den oben genannten Standorten untersucht. Auf die Prüfung des Weizens wurde auf dem trockenheitsgefährdeten Standort in Rockstedt jedoch verzichtet. Die gewählten und dargestellten Sorten stehen dabei als Beispielsorte für die genannten Sortentypen.

Winterroggen

In Abhängigkeit von den Standort- und Witterungsbedingungen erreichten die Roggensorten im Mittel ein Ertragsniveau von 125 (Rockstedt) bis 185 (Werlte) bzw. 198 (Poppenburg) dt TM/ha (Abb. 10).

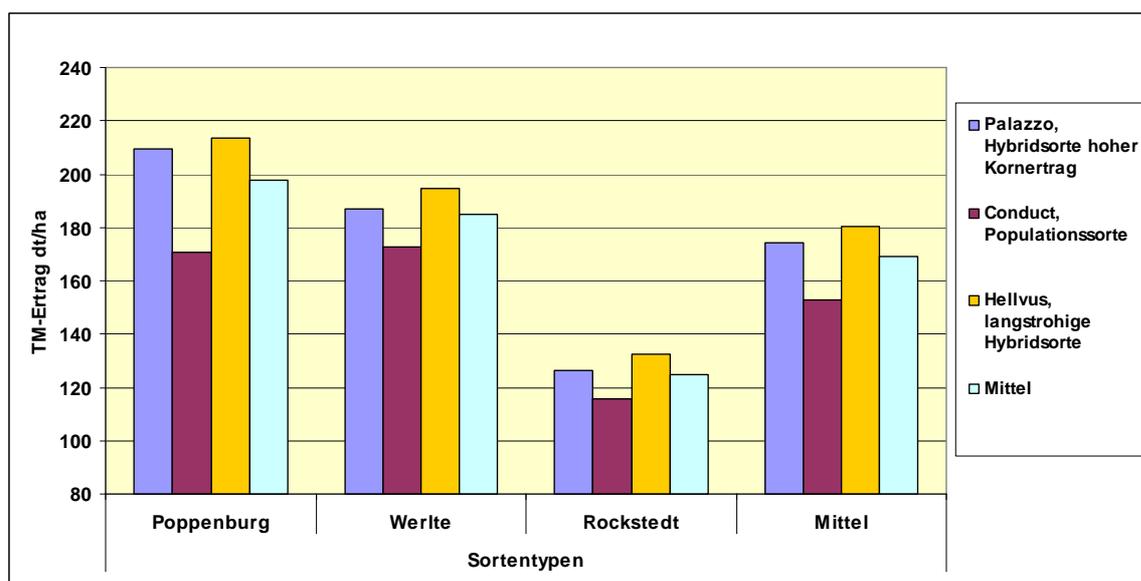


Abb. 10: TM-Erträge unterschiedlicher Sortentypen von Roggen bei GPS-Nutzung, 3 Standorte, 2010

Während in den vergangenen Jahren die Populationssorte Conduct bei der GPS-Nutzung noch relativ gut mithalten konnte, fiel sie in diesem Jahr mit relativ 90 % deutlich auch auf dem ertragschwächsten Standort ab. Diese Ergebnisse spiegeln auch das schwache Ertragsniveau in der Körnernutzung wider. Die massenbetonte Sorte Hellvus konnte ihre guten Ertragsleistungen aus dem Vorjahr bestätigen. Auch Palazzo als Vertreter der kornertragsbetonten Sorten konnte gute Leistungen erbringen. Generell zeigt sich ein gleichgerichtetes Ergebnis, das die Ansicht untermauert, auch für die GPS Nutzung auf ertragsstarke Hybridsorten zu setzen, vor allem dann, wenn die Nutzungsrichtung zum Zeitpunkt der Aussaat noch nicht unbedingt feststeht.

Wintertriticale

Die Versuche wurden auf den Standorten Rockstedt, Werlte und Poppenburg angelegt und zeigen prinzipiell ein vergleichbares Ergebnis wie der Roggen.

Das Ertragsniveau lag 2010 auf allen Standorten unter dem des Roggens. In den vergangenen Jahren erzielte in Poppenburg die ertragsstärkste Triticalesorte etwas höhere Erträge als der Roggen. Allerdings haben die Sorten 2010 dort mit durchschnittlich knapp 33 % TM-Gehalt noch nicht das Ertragsoptimum erreicht. Beim Vergleich der Sortentypen bestätigt sich bei der kurzstrohigen, aber kornertragsstarken Sorte Grenado das unterdurchschnittliche Ergebnis aus den Vorjahren. Überzeugende Leistungen zeigten hingegen wie in den Vorjahren Benetto und Massimo. Amarillo zeigte etwas schwankende Leistungen auf den Standorten.

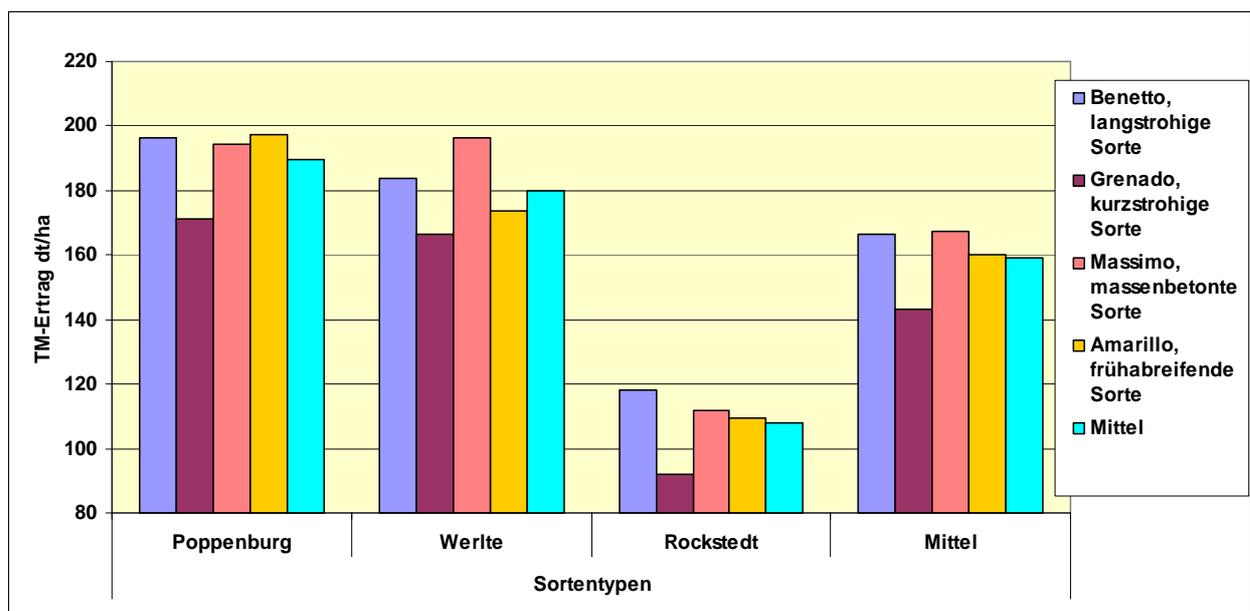


Abb. 11: TM-Erträge unterschiedlicher Sortentypen von Triticale bei GPS-Nutzung, 3 Standorte, 2010

Winterweizen

GPS Winterweizen wurde lediglich auf den Standorten Werlte und Poppenburg geprüft. In Werlte wurde der Versuch erst am 7. Juli mit durchschnittlich über 40 % TM-Gehalt beerntet. In Poppenburg erfolgte die Ernte zeitgleich mit Triticale und Roggen am 1. Juli mit durchschnittlich 33 % TM-Gehalt.

Während in Werlte das Ertragsvermögen von der Abreife her ausgeschöpft war, ist in Poppenburg der optimale Ertrag noch nicht erreicht worden, wie parallel angelegte Erntzeitpunktversuche belegen. Unabhängig davon zeigen die Sortenleistungen, dass

die Sorte Inspiration, die in der Körnernutzung aufgrund höherer Ährenfusariumanfälligkeit kaum zum Einsatz kommt, 2010 wieder sehr gute GPS-Ertragsleistungen zeigte. Die Sorte Hermann als Vertreter korntragsstarker Sorten mit mittlerer Massenbildung erreichte leicht unterdurchschnittliche Ergebnisse. Die massenbetontere Sorte Akratos zeigte insgesamt mittlere Leistungen, wobei zwischen den Standorten deutliche Ertragsunterschiede erkennbar waren.

Insgesamt ist festzustellen, dass die Weizensorten ca. 7 bis 10 Tage später als Roggen geerntet werden müssten, um vergleichbare TM-Gehalten zu erzielen. Auch bei späterem Erntetermin bestätigen sich 2010 die Vorjahresergebnisse, die zeigen, dass Roggen und Triticale gegenüber Weizen ertragliche Vorteile bieten.

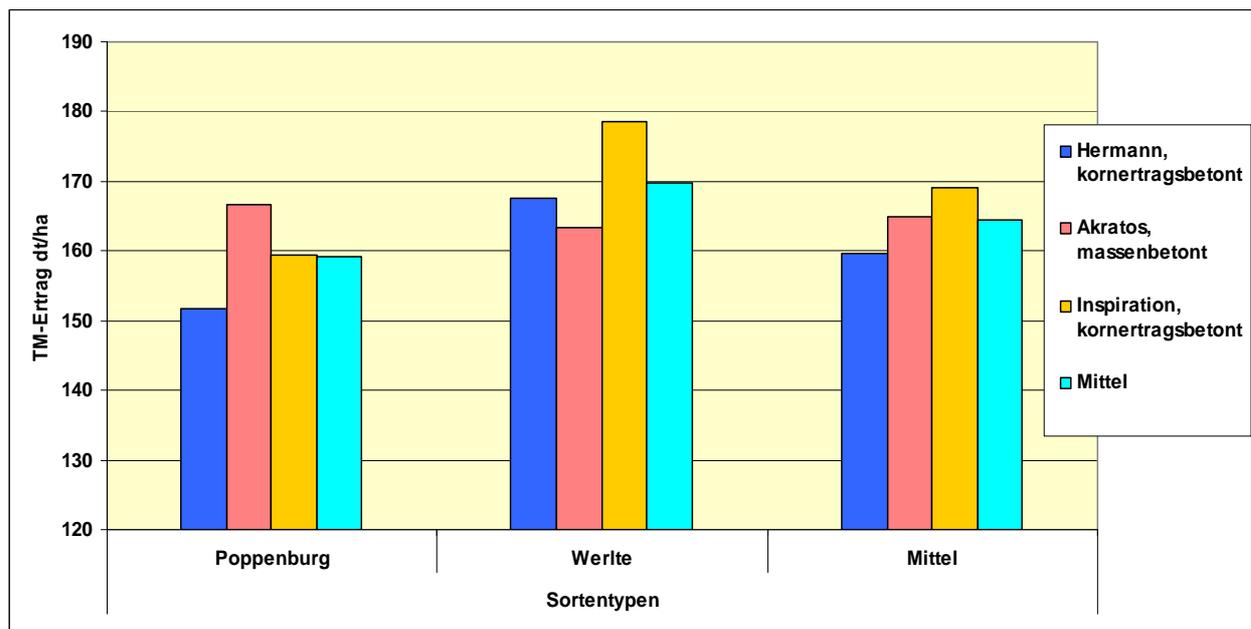


Abb. 12: TM-Erträge unterschiedlicher Sortentypen von Winterweizen bei GPS-Nutzung, 3 Standorte, 2010

Erntezeitpunkt

Grünschnittroggen wird zur Zeit des Ährenschiebens Anfang bis Mitte Mai bei einem TM-Gehalt von ca. 20 % geerntet. Für eine bessere Silierbarkeit ist u. U. ein Anwelken erforderlich. Bei Mahd des Grünroggens mit einem Mähauflbereiter und Ablage in einem zusammengeführten Schwad kann ohne zusätzliches Wenden oder Schwaden das Erntegut nach einem Tag Feldliegezeit mit ca. 25-30 % TM-Gehalt durch den Häcksler geborgen und anschließend einsiliert werden. Die Ernte von **Getreide-Ganzpflanzensilage (GPS)** erfolgt im Entwicklungsstadium Milchreife/ beginnende Teigreife der Körner ca. 5-6 Wochen später bei etwa 32-38 % TM Gehalt. Durch die Kornbildung sind in diesem Stadium höhere Erträge zu erzielen.

Generell ist Getreide GPS ein relativ gut zu silierendes Material. Bei erhöhten TM-Gehalten sollten jedoch unter Umständen heterofermentativ wirkende Siliermittel zum Einsatz kommen, die sowohl den Silierprozess, aber auch die aerobe Lagerstabilität fördern. Die Grundsätze der Ernte- und Siliertechnik (Schnittlänge in Abhängigkeit von der Abreife der Bestände, intensives Verdichten) sind dabei einzuhalten.

Folgende Punkte zur Ermittlung des Erntezeitpunktes sollten berücksichtigt werden:

- Übergang von Milch- in die Teigreife (BBCH 77 – 83): Korninhalt sollte bei Nagelprobe noch leicht spritzen
- TM-Gehalt der Ähren von Gerste: 45 – 60% und von Weizen 35 – 40%
- Stroh beginnt sich gelb zu färben
- Halmknoten, Grannen und die oberen zwei Drittel der Blätter müssen noch grün sein
- TM-Gehalt in Gesamtpflanze bei Korn-Stroh-Verhältnis von 1:1: 32 bis 38 Prozent

Die Ergebnisse eines speziell angelegten Erntezeitpunktversuches (Abb. 13) der Jahre 2008 bis 2010 zeigen, dass der Erntezeitpunkt einen gravierenden Einfluss auf die Ertragsleistungen der einzelnen Getreidearten hat. Dies ist an der zusammengefassten Darstellung der drei Versuchsjahre mit zeitlich gestaffelten Erntezeitpunkten der 4 Wintergetreidearten am Beispiel des Standortes Poppenburg erkennbar.

Die Wintergerste erreicht bei angepasstem Aussaattermin das Stadium der Milchreife/beginnenden Teigreife deutlich früher als die anderen Getreidearten, erzielt in der Regel jedoch nicht deren Ertragsniveau. Der Winterroggen hat sich auf vielen Standorten zur GPS-Nutzung etabliert und sollte insbesondere auf den leichteren Standorten bevorzugt zum Anbau kommen. Auf ertragsstarken Standorten könnten vor allem Wintertriticale oder auch Winterweizen eingesetzt werden, die den optimalen Erntetermin jedoch später erreichen und dann auch entsprechend später ihr hohes Ertragsvermögen ausspielen.

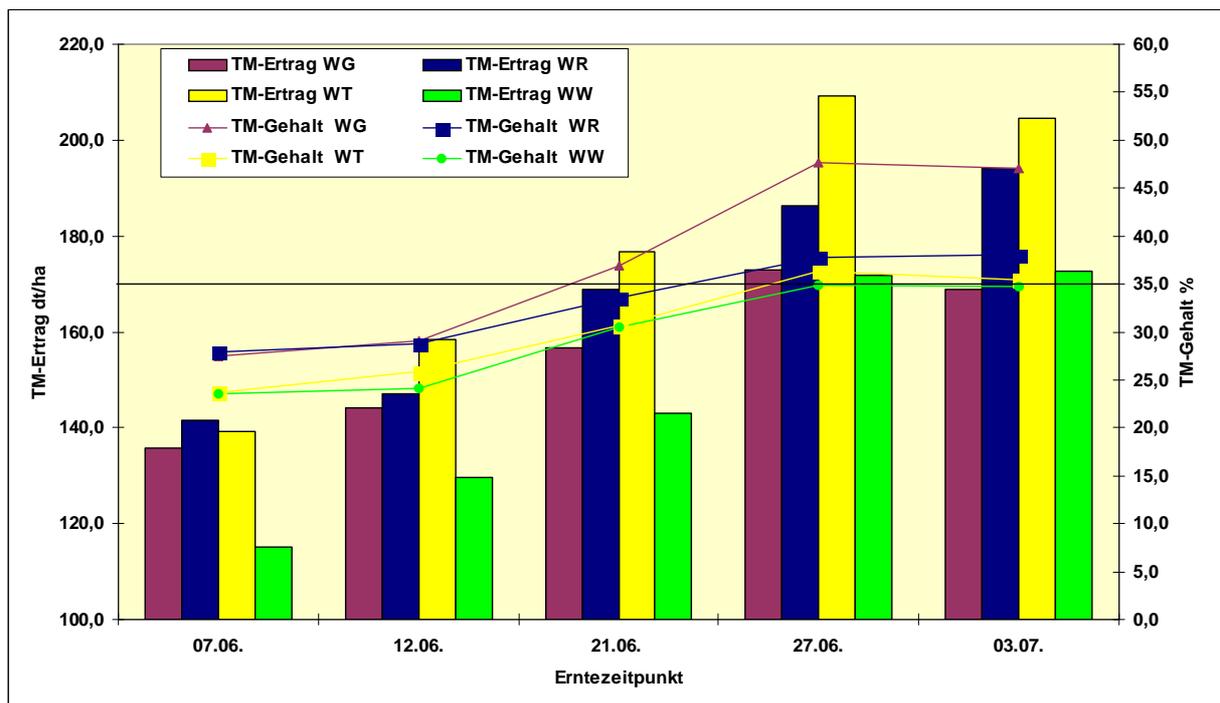


Abb. 13: Ertrags- und Abreifeverlauf der Wintergetreidearten bei zeitlich gestaffelter Ernte, Poppenburg, 2008 bis 2010

Auch wenn der Mais gegenüber Getreide-GPS ertragliche Vorteile aufweist, bietet der GPS-Anbau eine sinnvolle Alternative bzw. Ergänzung für Biomasseproduktion vor allem in stark humuszehrenden Fruchtfolgen. Die verbleibende Vegetationszeit könnte durch Begrünung mit auf dem Feld verbleibenden Zwischenfruchtanbau zur Humusmehrung genutzt werden. Allerdings könnte auf Standorten mit sicherer Wasserversorgung ein Zweitfruchtanbau zur zusätzlichen Biomasseproduktion angestrebt werden. Aus ökonomischer Sicht sollte jedoch ein deutlicher Mehrertrag gegenüber einem

ausschließlichen Hauptfruchtanbau erzielt werden, um die doppelten Aussaat- und Erntekosten auszugleichen.

Zur Risikostreuung ist es sinnvoll, unterschiedliche Kulturen für die Biomasseproduktion anzubauen. Speziell Getreide-GPS-Anbau erweist sich dabei als flexibel einsetzbar, da der Anbau kornertagsstarker Sorten auch als Marktfrucht genutzt werden könnte. Bei zunehmend stärkeren Wetterrisiken bietet eine mehrgleisige Anbaustrategie insgesamt eine verlässlichere Substratversorgung.

Produktionstechnik

Aussaatstärke und N-Düngung

In den Jahren 2008 und 2009 wurden auf den beschriebenen Standorten GPS-Versuche mit Winterweizen, Wintertriticale und Winterroggen in drei unterschiedlichen Bestandesdichten und N- Düngungsstufen angelegt und ausgewertet.

Beim Roggen wurde die Sorten Balistic (2008) bzw. Bellami (2009) als kornertagsbetonte Sorten mit den Aussaatstärken 150, 250, 350 Körner pro qm angebaut, bei Triticale (Sorte Benetto) und Weizen (Sorte Hermann) wurden jeweils 50 bzw. 100 Körner pro Variante mehr ausgedrillt. Die N-Sollwerte wurden bei Roggen auf 140 kg N/ha abzügl. N_{\min} , bei Triticale und Weizen auf 170 kg N/ha abzügl. N_{\min} festgelegt. Ausgehend von diesen Sollwerten wurden zwei zusätzliche Düngungsstufen geprüft. Zum einen wurde der N-Sollwert um 30 kg N/ha reduziert und zum anderen um 30 kg N/ha erhöht. Die Düngung erfolgte bei den Varianten Sollwert und Sollwert plus 30 kg/ha in der Regel in zwei Gaben. Die Bestände wurden in Abhängigkeit von den Standortbedingungen unterschiedlich mit Pflanzenschutzmitteln behandelt; das heißt in Poppenburg wurden neben Behandlungsmaßnahmen zur Gesunderhaltung des Blattapparates auch Wachstumsregulatoren eingesetzt. Die Aussaat erfolgte im Zeitraum Anfang bis Ende Oktober.

Die Ergebnisse im Einzelnen

In den Abbildungen 14 bis 16 sind jeweils die Haupt- und Wechselwirkungen von N-Düngung und Bestandesdichte auf den einzelnen Standorten bei Roggen, Triticale und Weizen dargestellt.

Als ertragsstärkster Standort erwies sich erwartungsgemäß Poppenburg. Aber auch Werlte konnte mit guten Erträgen überzeugen. Die Versuche in Buchholz bzw. Rockstedt hatten mit zeitweiligem Trockenstress zu kämpfen.

Roggen-GPS

Auf dem Standort Poppenburg konnte mit der Aussaatstärke von 250 Kö./m² gegenüber der reduzierten Aussaatstärke ein Mehrertrag von knapp 8 dt TM/ha erreicht werden. Eine weitere Steigerung der Aussaatstärke brachte nur noch bescheidene Mehrerträge. Die N-Düngungseffekte waren unabhängig von der Bestandesdichte relativ gering. Erst mit zunehmender Bestandesdichte waren spürbare Mehrerträge durch gesteigerte N-Düngergaben festzustellen.

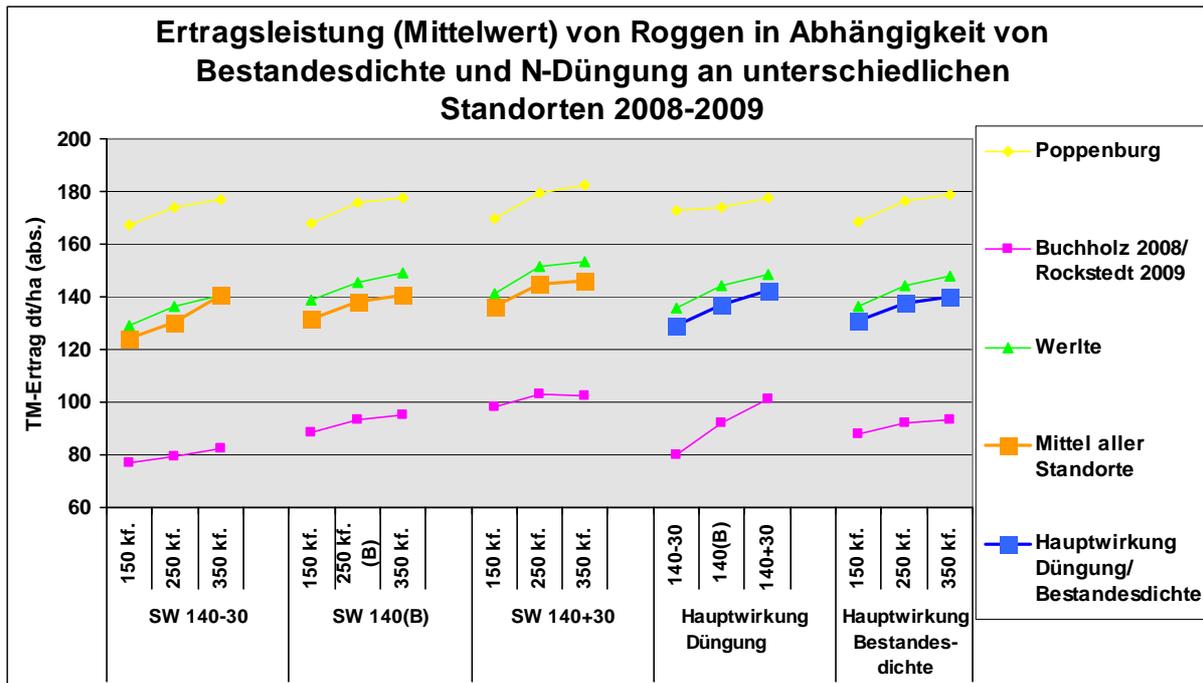


Abb. 14: Ertragsleistung von Roggen in Abhängigkeit von Bestandesdichte und N-Düngung

Auf den leichten Standorten Buchholz/Rockstedt konnte ebenfalls mit einer Bestandesdichte von 250 Kö./m² ein deutlicher Mehrertrag erzielt werden, eine darüber hinaus gehende Bestandesdichte lieferte keine signifikanten Mehrerträge. Im Gegensatz zum Standort Poppenburg konnten durch die Steigerung der N-Düngung deutliche Ertragseffekte erzielt werden. Im Prinzip vergleichbare Ergebnisse wurden in Werlte bei einem allerdings deutlich höheren Ertragsniveau erzielt. Allerdings fiel dank der besseren bodenbürtigen N-Nachlieferung die Ertragszunahme bei Sollwertdüngung plus 30 kg N/ha weniger stark aus.

Festzuhalten bleibt, dass auf den ertragsstarken Standorten durch höhere Aussaatstärken auch noch höhere Erträge erzielbar sind, obwohl die Anzahl ährentragender Halme bereits bei geringer Aussaatstärke wesentlich höher lagen als auf den Sandstandorten Buchholz und Rockstedt. Auf diesen trockenheitsgefährdeten Standorten nahm die Anzahl ährentragender Halme bei höherer Bestandesdichte ebenfalls zu, dies führte jedoch nicht zu nennenswerten Mehrerträgen.

Triticale-GPS

Bei Triticale sind im Prinzip vergleichbare Ertragsrelationen wie beim Roggen auf den Standorten erkennbar. Hinsichtlich der Bestandesdichte wurden von 200 auf 300 Kö./m² deutliche Mehrerträge erzielt, während eine weitere Steigerung der Aussaatstärke nur noch verhaltene Mehrerträge lieferte. Von den trockenen Standorten konnten nur die Ergebnisse aus 2009 ausgewertet werden. Die Steigerung der Düngung wirkte sich sehr positiv auf die Erträge aus. Um erhöhte Bestandesdichten ausreichend zu ernähren, waren auch erhöhte N-Gaben erforderlich.

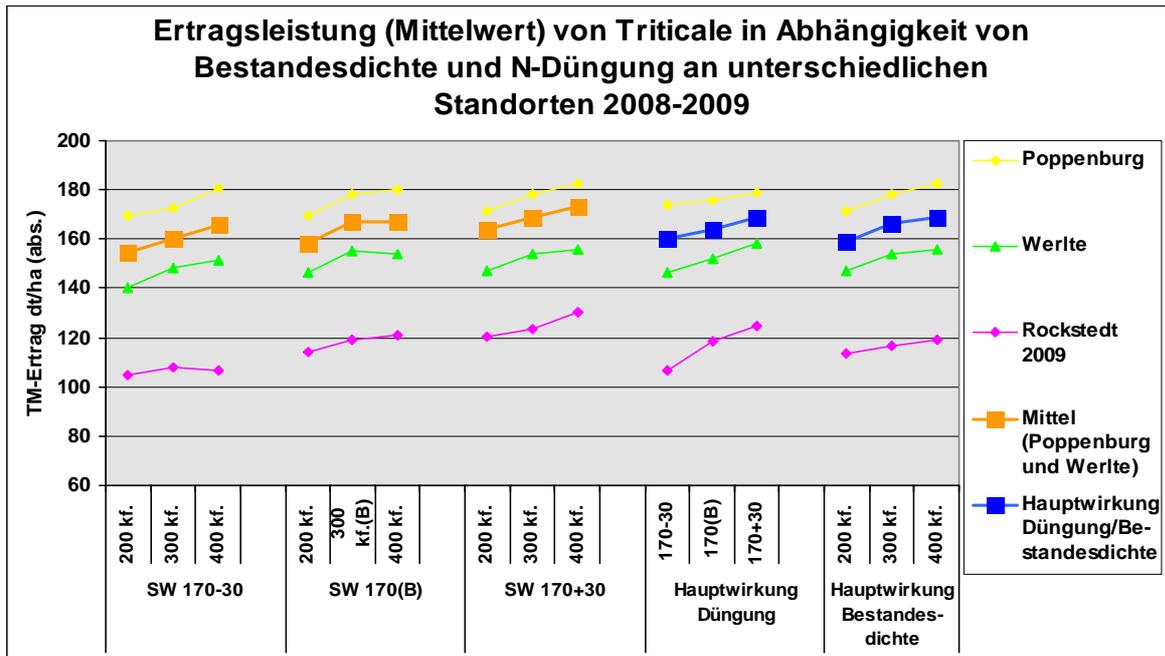


Abb. 15: Ertragsleistung von Triticale in Abhängigkeit von Bestandesdichte und N-Düngung

Weizen-GPS

Die Versuche mit GPS Weizen wurden in Poppenburg und Werlte durchgeführt. Die Erträge lagen im Mittel beider Jahre auf den Standorten eng beieinander, wobei die Beerntung in Poppenburg 2008 bei gut 30 % TM-Gehalt etwas verfrüht war und daher nicht das Ertragsoptimum ausgeschöpft wurde. Gleichwohl sind die Ertragsrelationen vergleichbar. Es wird erkennbar, dass mit 350 Kö./m² eine optimale Aussaatstärke erreicht ist. Eine erhöhte Düngung über den Sollwert von 170 kg N/ha abzügl. N_{min} ist eher auf den etwas schwächeren Standorten sinnvoll.

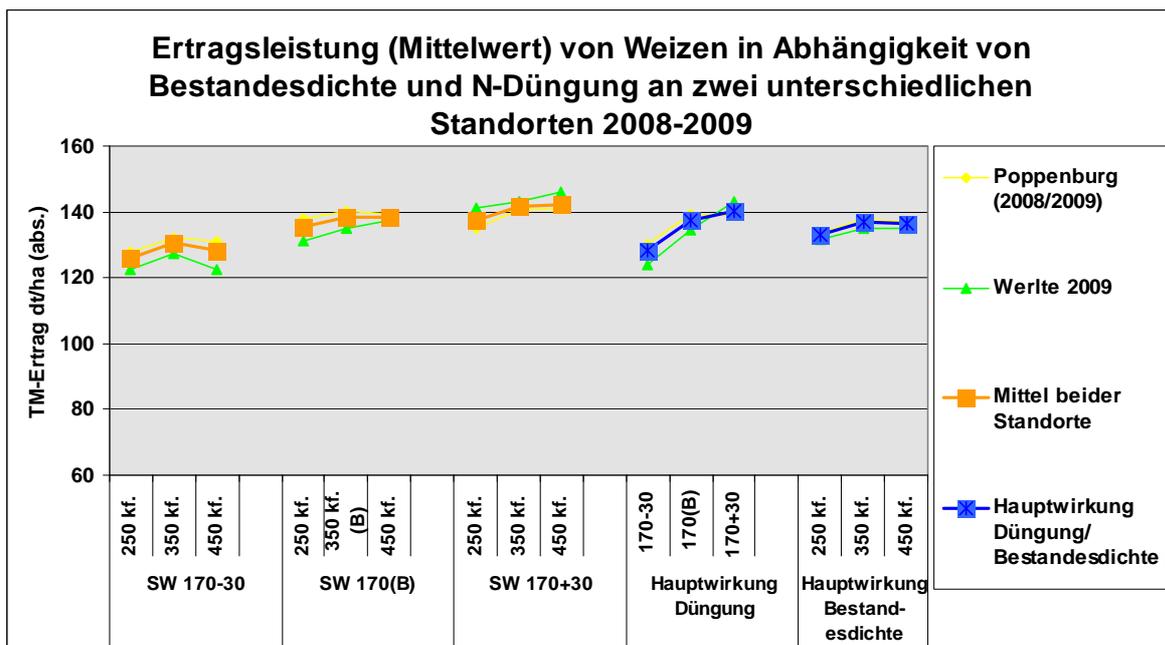


Abb. 16: Ertragsleistung von Weizen in Abhängigkeit von Bestandesdichte und N-Düngung

Zusammenfassung der produktionstechnischen Ergebnisse:

Unabhängig von den Getreidearten sind deutliche Ertragsreaktionen bei veränderten Bestandesdichten und N-Düngungsstufen erkennbar. Es zeigte sich, dass reduzierte Bestandesdichten zu signifikanten Mindererträgen führten. Auf Grund der Bodengüte sind die Getreidearten auf Standorten wie Poppenburg in der Lage, eine hohe Anzahl ährentragender Halme zu bilden, so dass überhöhte Bestandesdichten weniger ertragswirksam werden. Auf mineralisationsschwächeren Standorten müssen hohe Bestandesdichten entsprechend intensiv gedüngt werden um ertragswirksam zu werden. Zu beachten ist, dass die Ergebnisse auf Versuchen beruhen, die ab 8. Oktober gedrillt wurden. Bei Fröhsaaten ab Mitte September können sicherlich etwas reduzierte Aussaatstärken verwandt werden als es bei den vorgestellten Ergebnissen der Fall war. Sie sollten etwa 50 Kö./m² höher als bei Anbau zur Körnernutzung liegen.

Insgesamt ist zu sagen, dass Roggen und Triticale auf den leichteren Standorten stärker auf variierte Bestandesdichten reagierten und auch die Düngeeffekte ausgeprägter waren. Zu beachten ist, dass bei hoher Ertragserwartung auch entsprechende Pflanzenschutzmaßnahmen erforderlich sind, um blattgesunde Bestände ohne Lagerneigung beernten zu können. Das bedingt bei massigen Beständen im Frühjahr durchaus auch den Einsatz von Wachstumsregulatoren.

Bei der Bemessung der N-Düngung ist die Mineralisation aus dem Boden standortspezifisch zu berücksichtigen. Die aktuelle Düngeempfehlung ist in Tabelle 5 dargestellt. Eine Fungizidbehandlung zur Gesunderhaltung des Blattapparates wirkte sich positiv auf den Ertrag aus.

Tab. 5: Vorläufige Empfehlungen zur Stickstoffdüngung bei GPS-Getreide nach der N_{min}-Methode

Pflanzenart	Probenahmetiefe cm	Sollwert kg/ha	Verteilung ¹⁾		
			Vegetationsbeginn	Schossen EC 30-33	Spätgabe
Herbstaussaat					
Gerste	0 - 90	180 ²⁾	80	100 - N _{min} (30kg)	0
Roggen	0 - 90	150	70	80 - N _{min} (20kg)	0
Triticale	0 - 90	190	80	110 - N _{min} (30 kg)	0
Weizen	0 - 90	200	80	120 - N _{min} (40 kg)	0
beim Einsatz von Gärs substrat in Wintergetreide ^{3), 4)}					
Gerste	0 - 90	180 ²⁾	140 - N _{min} davon 50 kg mineralisch	50	0
Roggen	0 - 90	150	120 - N _{min} davon 40 kg mineralisch	30	0
Triticale	0 - 90	190	140 - N _{min} davon 50 kg mineralisch	50	0
Weizen	0 - 90	200	140 - N _{min} davon 50 kg mineralisch	60	0

¹⁾ = schwache Bestände stärker (+ 20 N), starke Bestände schwächer (-20 N) andüngen

²⁾ = bei Wintergerste auf Sandböden 20 N weniger

³⁾ = bei beginnender organischer Düngung (1. bis 3. Jahr) Sollwert um 20 bis 30 kg erhöhen

⁴⁾ = mineralische Düngung beispielsweise in Form von 1,2 bis 1,5 dt /ha Piamon zur Schwefelversorgung

Literatur:

KTBL (Hrsg): Energiepflanzen, Darmstadt 2006

LWK Niedersachsen: Ergebnisse von Anbauversuchen zu Getreide-GPS und Grünroggen, 2009, 2010

2.1.3 Zuckerhirse/*Sorghum bicolor*

Familie: Poaceae (Süßgräser)

Zuckerhirse ist wie Mais eine einjährige C₄ Pflanze mit einem kräftigen Wurzelsystem. Sie bildet 2-3 markgefüllte Triebe aus und wird ca. 3 m hoch.



Erträge

Die Erträge liegen bei durchschnittlich 120-160 dt TM/ha, in Abhängigkeit von Standort und Witterungsbedingungen auch niedriger oder höher.

Qualitätskriterien/Sorten

Auswahlkriterien bei der Sortenwahl sind hohe Biomasseleistung, geringe Krankheitsanfälligkeit und gute Standfestigkeit, gute Silierbarkeit sowie hohe Energie- bzw. Methanausbeute und gute Vergärbarkeit in der Biogasanlage. Aktuelle Sorten sind beispielsweise Goliath, Sucrosorgho 506, Bovital, Herkules, sowie neuere Züchtungen wie Zerberus, Bulldozer, Wotan, Freya, Maja oder Inka, die derzeit in Prüfungen stehen. Die seit 2004 wieder einsetzende züchterische Bearbeitung für die hiesigen klimatischen Bedingungen zeigt erste Erfolge, allerdings sind insbesondere die Merkmale Kältetoleranz und Standfestigkeit neben konstanter hoher Ertragsleistung weiter zu verbessern.

Produktionstechnik/Düngung

Zuckerhirse stellt keine besonderen Bodenansprüche, kalte und staunasse Böden eignen sich jedoch nicht für den Anbau. Besonders gut sind tiefgründige oder sandige Lehmböden geeignet. Der Wärmebedarf der Pflanzen ist recht hoch, ab 4 °C können Kälteschäden auftreten, Spätfröste können die Entwicklung der Jungpflanzen erheblich stören. Die Trockenheitstoleranz ist deutlich höher als bei Mais.

Da Sorghum eine langsame Jugendentwicklung hat, sollten Flächen mit einer geringen Unkrautbelastung für den Anbau ausgewählt werden. Zuckerhirse ist mit sich selbst verträglich und hat eine ähnliche Vorfruchtwirkung wie Mais.

Der Boden sollte gut gelockert sein. Eine ca. 25-30 cm tiefe Pflugfurche bzw. ein 15-25 cm tiefes Grubbern im Frühjahr sind sinnvolle Grundbodenbearbeitungsmaßnahmen. Eine gute Rückverfestigung vor der Aussaat ist erforderlich, um gute Keimbedingungen für das kleinkörnige Saatgut zu gewährleisten.

Zur Aussaat sollte die Bodentemperatur mindestens 12 °C betragen (ab Mitte Mai bis Mitte/Ende Juni). Der Nachbau nach einer Grünroggen- oder Gräserernte ist möglich, dann sollten früh abreifende Sorten eingesetzt werden. Die angestrebte Bestandesdichte ist 20-25 Pflanzen/m², Aussaatstärke 12-20 kg/ha (TKG ca. 25 g), Reihenabstand 25-75 cm, Saattiefe 3-4 cm. Die Keimdauer beträgt 1-2 Wochen, eine ausreichende Bodenfeuchtigkeit ist wichtig. Während der Jugendentwicklung sollte Unkraut unterdrückt werden, neben der mechanischen Hacke (gleichzeitig Bodenlockerung) kann im Bedarfsfall Gardo Gold, Certrol B Arrat + Dash oder Mais Banvel WG ab dem 3-Blatt-Stadium eingesetzt werden (Stand 09/2009).

Der Nährstoffbedarf beträgt bei hoher Ertragserwartung 140-160 kg N/ha, 70-90 kg P₂O₅/ha und 120-150 kg K₂O/ha, 30-50 kg Ca/ha und 15-30 kg Mg/ha, organische

Düngung ist möglich. Da noch keine langjährigen Anbauerfahrungen vorliegen, können noch keine Aussagen zu Anfälligkeiten gegenüber Krankheiten und Schädlingen gemacht werden.

Ernte

Die Ernte erfolgt vorrangig einschnittig, der optimale Zeitpunkt liegt zwischen der Milchreife und der Teigreife der Körner im September/Oktober (ca. 80-100 Tage Reifezeit). Geerntet wird mit einem Feldhäcksler bei einem TM-Gehalt von 25-32 %, anschließend wird das Erntematerial einsiliert.

Versuchsergebnisse der LWK Niedersachsen

Sortenversuche

In den vergangenen Jahren wurden auf den Standorten Werlte (EL), Poppenburg (HI) und Rockstedt (ROW) bzw. Buchholz (WL) Sorten- und produktionstechnische Versuche durchgeführt.

In den Sortenversuchen erzielten Goliath und Sucrosorgho 506 die konstantesten und höchsten Erträge. Aber auch einzelne neue Kandidaten wie Zerberus, Bulldozer und Hercules erreichten 2009 vergleichbare Leistungen mit zum Teil bereits früherer Abreife.

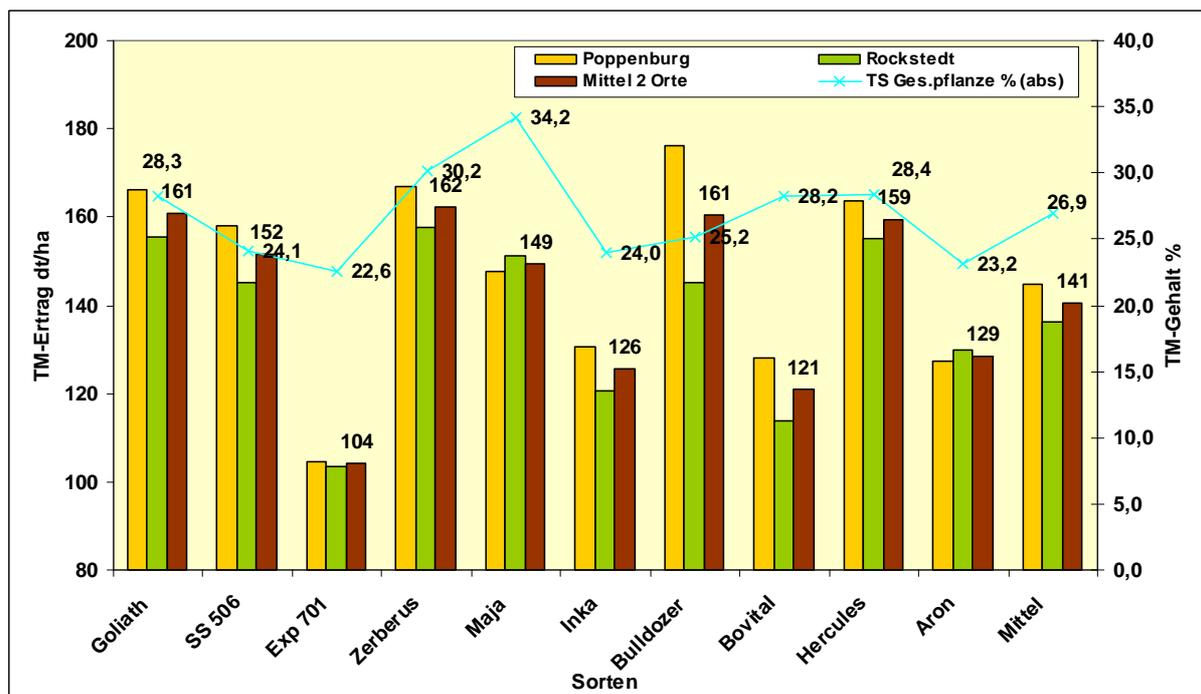


Abb. 17: Prüfung unterschiedlicher Hirsensorten für den Energiepflanzenanbau, Standorte Poppenburg (HI) Rockstedt (ROW) 2009

Gleichwohl bleibt festzuhalten, dass in den letzten 4 Prüfjahren die Erträge gegenüber Mais auf den Standorten um durchschnittlich 30 bis 50 dt TM/ha zurücklagen.

Produktionstechnik

Produktionstechnische Fragestellungen zur **Bestandesdichte** und **Stickstoffdüngung** wurden gleichfalls bearbeitet. Die zusammengefassten Ergebnisse der dreijährigen Versuche sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

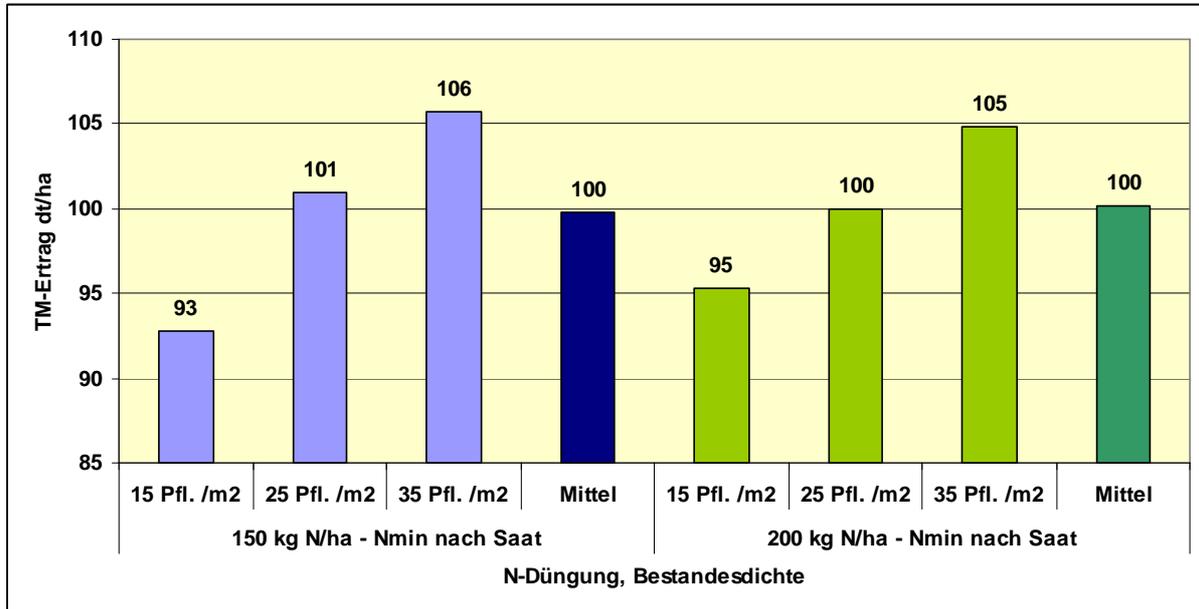


Abb. 18: Trockenmasseerträge von Zuckerhirse bei veränderter N-Düngung und Bestandesdichte, Jahre 2007 – 2009, 7 Versuche

Es wird erkennbar, dass mit steigender Pflanzenzahl die Ertragsleistungen zunehmen. Allerdings ist aus den Bonituren zur Standfestigkeit abzulesen, dass mit erhöhter Bestandesdichte auch die Gefahr des Lagerns deutlich zunimmt. Von daher gehen die Empfehlungen in Richtung 22 bis 25 Pflanzen je m², um dieses Risiko zu minimieren.

Ertragliche Effekte bei den beiden Düngungsstufen waren nicht erkennbar, sodass die allgemeinen Empfehlungen zur Düngung in der Größenordnung von 140 bis 160 kg N/ha nicht in Frage gestellt werden. Allerdings erlauben die zwei geprüften Düngungsstufen keine eindeutige Aussage zur optimalen Düngungshöhe, sodass künftig detaillierte Versuche diesbezüglich angelegt werden.

Unterfußdüngung

Da die Zuckerhirse eine schwache Jugendentwicklung aufweist, wurde analog zum Mais die Wirkung einer mineralischen Unterfußdüngung in Form von DAP (Diammonphosphat) in der Menge von 1 dt/ha (18/46) untersucht. Die Ergebnisse aus dem Jahr 2008 an den Standorten Werlte und Poppenburg zeigten signifikante Mehrerträge, sodass eine Unterfußdüngung bei Einsatz entsprechender Sämaschinen anzuraten ist (siehe Abb. 19.). Die Versuche zu dieser Fragestellung werden fortgeführt.

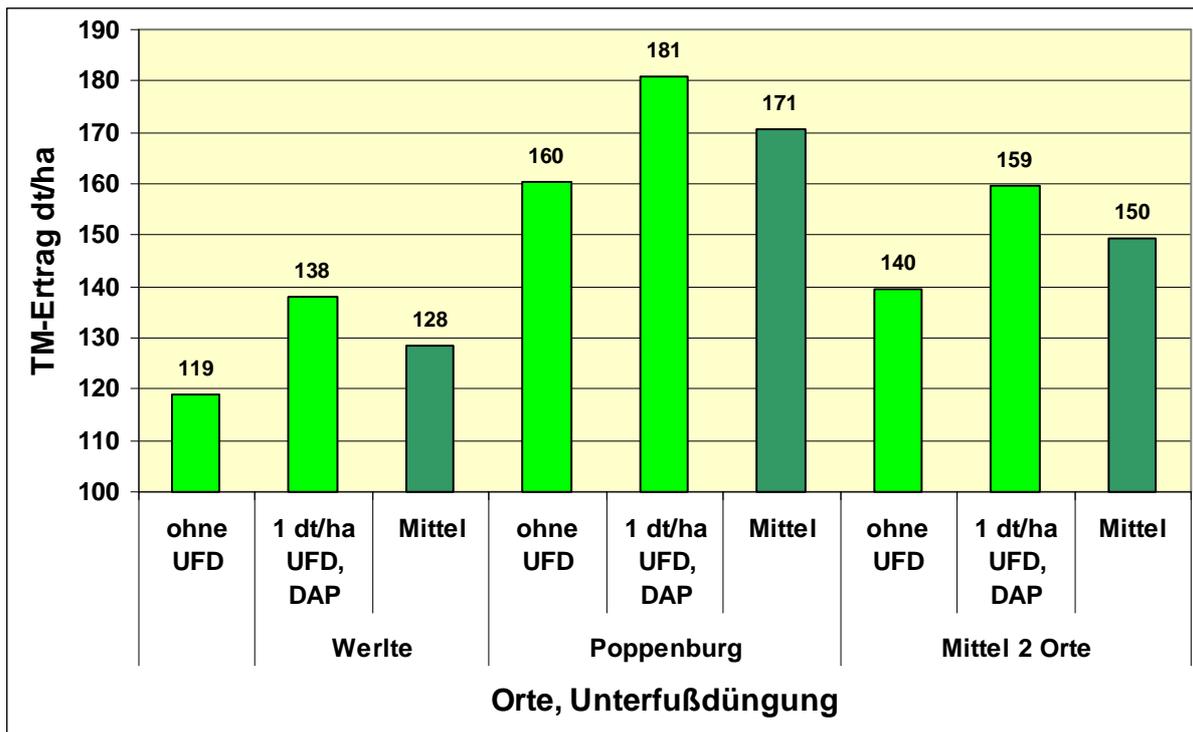


Abb. 19: Einfluss der Unterfußdüngung auf die Ertragsleistungen bei Zuckerhirse, Standorte Poppenburg und Werlte 2008

Literatur:

KTBL (Hrsg.): Energiepflanzen, Darmstadt 2006

KWS: Broschüre Energiesorghum, Einbeck 2010

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg: Anbausteckbrief Zuckerhirse, 10/2009

Technologie- und Förderzentrums Bayern: Sorghumhirsen 03/2009

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft: Anbautelegramm Zuckerhirse, 07/2008

LWK Niedersachsen: Versuchsergebnisse 2007 - 2009

2.1.4 Sudangras/*Sorghum sudanense*

Familie: Poaceae (Süßgräser)

Sudangras ist eine Kreuzung aus *Sorghum virgatum* (Syn. *S. arundinaceum*) und *Sorghum bicolor*. Es ist wie Mais eine einjährige C₄ Pflanze mit einem kräftigen Wurzelsystem. Es bildet 4-6 markgefüllte Triebe aus und wird bis ca. 3 m hoch. Für den Anbau werden auch Hybriden aus *Sorghum sudanense* und *Sorghum bicolor* angeboten.

Erträge

Die Erträge liegen bei durchschnittlich 120-160 dt TM/ha, in Abhängigkeit von Standort und Witterungsbedingungen auch niedriger oder höher.



Qualitätskriterien/Sorten

Auswahlkriterien bei der Sortenwahl sind hohe Biomasseleistung, geringe Krankheitsanfälligkeit, gute Standfestigkeit und gute Silierbarkeit sowie hohe Energie- bzw. Methanausbeute und gute Vergärbarkeit in der Biogasanlage. Als bekannteste Sorten gelten Lussi und Susu. Neuere Sorten, wie z. B. Akklimat, King 61 oder Gardovan sind bzw. waren in Prüfungen. Lussi hat sich dabei als die ertragskonstanteste Sorte mit früher Abreife hervorgetan, die aufgrund der Abreife auch für den Zweitfruchtanbau interessant ist. Die züchterischen Aktivitäten mit reinen Sudangrassorten sind derzeit etwas verhalten, vielmehr werden vermehrt auch Kreuzungen aus Zuckerhirse (*Sorghum bicolor*) x Sudangras (*Sorghum sudanense*) geprüft und weiter züchterisch bearbeitet, um den Anforderungen an die Biogasproduktion immer besser gerecht zu werden.

Produktionstechnik/Düngung

Die Produktionstechnik ist ähnlich wie bei Zuckerhirse. Sudangras stellt keine besonderen Bodenansprüche, kalte und staunasse Böden eignen sich nicht für den Anbau; besonders gut sind tiefgründige oder sandige Lehmböden geeignet. Der Wärmebedarf der Pflanze ist recht hoch, ab 4 °C können Kälteschäden auftreten. Die Trockenheitstoleranz ist deutlich höher als bei Mais. Da Sudangras eine langsame Jugendentwicklung hat, sollten Flächen mit einer geringen Unkrautbelastung für den Anbau ausgewählt werden. Sudangras ist mit sich selbst verträglich und hat eine ähnliche Vorfruchtwirkung wie Mais.

Der Boden sollte gut gelockert sein. Eine ca. 25-30 cm tiefe Pflugfurche bzw. ein 15-25 cm tiefes Grubbern im Frühjahr sind sinnvolle Grundbodenbearbeitungsmaßnahmen. Eine gute Rückverfestigung vor der Aussaat ist erforderlich, um gute Keimbedingungen für das feinkörnige Saatgut zu gewährleisten.

Zur Aussaat sollte die Bodentemperatur mindestens 12 °C betragen (Mitte Mai bis Ende Juni). Die Aussaatstärke sollte etwa 50 bis 75 Pfl./m² (TKG ca. 20-25 g) betragen. Höhere Bestandesdichten erhöhen das Lagerrisiko erheblich. Die Reihenabstände variieren zwischen 25-75 cm, die Saattiefe beträgt 2-3 cm. Die Keimdauer beträgt bei günstigen Bodenbedingungen 1-2 Wochen. Während der Jugendentwicklung sollte Unkraut unterdrückt werden, neben der mechanischen Hacke (gleichzeitig Bodenlockerung) kann im Bedarfsfall Gardo Gold, Certrol B, Arrat + Dash oder Mais Banvel WG ab dem 3-Blatt-Stadium eingesetzt werden (Stand 09/2009).

Der Nährstoffbedarf beträgt 140-160 kg N/ha, 70-90 kg P₂O₅/ha und 120-150 kg K₂O/ha, organische Düngung ist möglich. In den bisherigen Anbauversuchen konnten noch keine gravierenden Probleme durch Krankheiten oder Schädlinge ausgemacht werden.

Ernte

Die Ernte erfolgt ein- oder zweischnittig, in nördlichen Bereichen i.d.R. einschnittig. Geerntet wird dann bei einem TM-Gehalt von ca. 26-32 % im September/Okttober mit Exakthäckseln mit reihenunabhängigen Erntevorsätzen, wie sie auch in der Maisernte eingesetzt werden.

Versuchsergebnisse der LWK Niedersachsen

Beim Sudangras wurden auf dem Bördestandort Poppenburg (HI) und auf den Sandstandorten Buchholz in der Nordheide (2008) bzw. Rockstedt (ROW) Sorten und produktionstechnische Fragestellungen geprüft.

Die Sortenversuche wurden mit doppeltem Getreideabstand (24-25 cm) und einer Bestandesdichte von 75 Pflanzen pro m² angelegt.

In den Sortenversuchen hat sich Lussi, wie bereits erwähnt, am ertragsstärksten und mit den konstantesten Ergebnissen bei gleichzeitig früher Abreife herauskristallisiert.

Zur Ermittlung der optimalen Bestandesdichte und N-Düngung wurden in den vergangenen Jahren entsprechende Versuche durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass mit steigenden Pflanzenzahlen (50, 75, 100 Pflz./m²) die Erträge anstiegen. Analog zu den Zuckerhirseversuchen ist jedoch auch hier festzuhalten, dass sich in der Praxis eine Aussaatstärke von 50 bis 70 Pflz./m² als sinnvoll erwiesen hat, weil auch beim Sudangras die Gefahr des Lagerns bei überhöhter Aussaatstärke deutlich zunimmt und dieses Risiko entsprechend berücksichtigt werden muss.

Bei der optimalen Stickstoffversorgung zeigte sich, dass sich auf den mineralisationsschwächeren Standorten Buchholz bzw. Rockstedt die höhere Düngungsstufe positiv auswirkte, während auf dem Bördestandort durch höhere N-Gaben kaum Ertragseffekte zu verzeichnen waren. Um die Frage zur optimalen Düngung beantworten zu können, werden künftig Versuche mit detaillierteren Düngungsstufen angelegt.

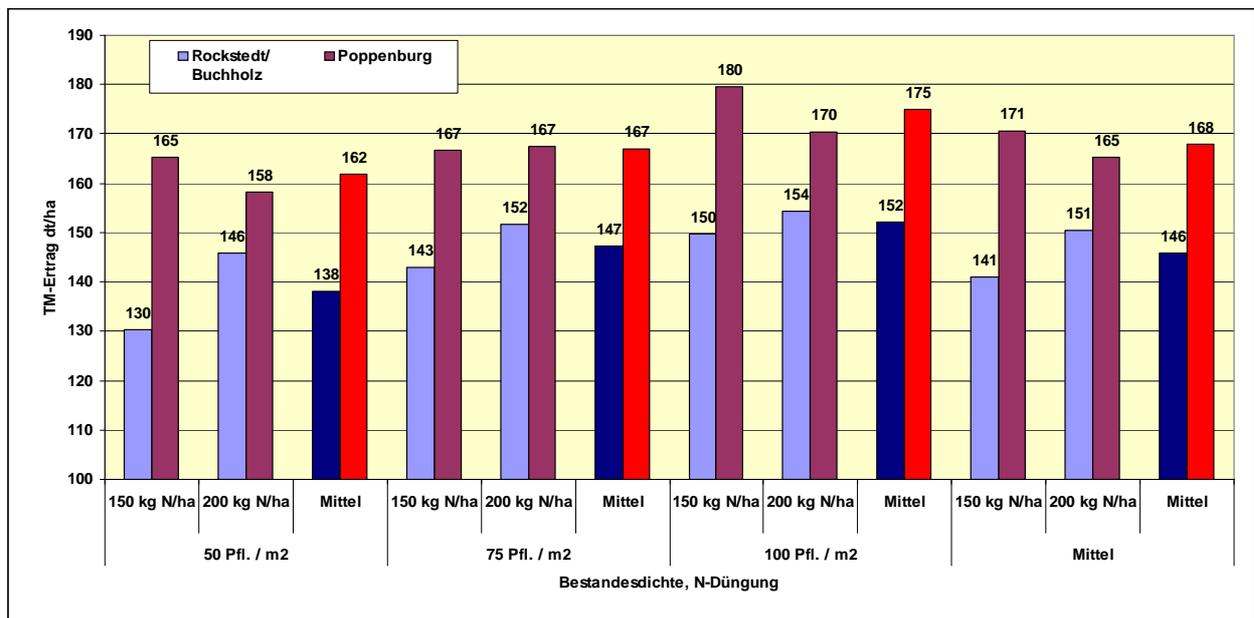


Abb. 20: Einfluss von Bestandesdichte und N-Düngung auf die Ertragsleistung von Sudangras, Standorte Buchholz/Rockstedt (08/09), Poppenburg (08/09)

Literatur:

- KTBL (Hrsg.): Energiepflanzen, Darmstadt 2006
- Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg: Anbausteckbrief Sudangras, 10/2009
- Technologie- und Förderzentrum Bayern: Sorghumhirsen, 03/2009
- Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft: Anbautelegramm Sudangras 07/2008
- LWK Niedersachsen: Versuchsergebnisse 2007 - 2009

2.1.5 Sonnenblume/*Helianthus annuus* L.

Familie: Compositae (Korbblütler)

Wegen des hohen Wärmebedarfes, besonders zum Zeitpunkt der Hauptvegetation und Abreife, besteht in Niedersachsen für Sonnenblumen ein hohes Anbau- bzw. Ernterisiko in Bezug auf die Körnernutzung. Eine Alternative ist die Verwendung als Biogassubstrat. Hierbei muss nicht auf die völlige Abreife der Samen geachtet werden, da der reine Biomasseertrag im Vordergrund steht. Nach der Öleinlagerung in die Samen und dem Erreichen des geeigneten TM-Gehaltes kann geerntet werden.



Aussaat

Die Aussaat sollte ab Mitte April erfolgen bei Bodentemperaturen über 8°C. Die angestrebte Bestandesdichte beträgt ca. 8 Pflanzen/m². Reihenabstand 40-75 cm.

Erträge

Auf der Basis von bisher vorliegenden fünfjährigen Ergebnissen auf einzelnen Standorten wurden Erträge im Bereich von 100 bis 150 dt TM/ha bei TM-Gehalten von 24 bis 28 % ermittelt. Damit ist die Sonnenblume trotz ihres imposanten Erscheinungsbildes nicht in der Lage, an die deutlich höheren Erträge von Mais und auch Hirse heranzukommen.

Qualitätskriterien

Bei einer Verwendung von Sonnenblumen für die Biogasgewinnung wird die gesamte Pflanze gehäckselt und bis zur Nutzung in der Biogasanlage einsiliert. Neben dem Ölertrag ist hier vor allem der Gesamtertrag an Biomasse von Bedeutung. Dank gut ausgebildeter Körbe mit entsprechend gut entwickelten Körnern können Rohfettgehalte von 12 bis 16 % in der Gesamtpflanze erzielt werden. Diese Fettgehalte führen dazu, dass die Methangehalte des Gases Werte von 57 % (Mais weist 52 % auf) erreichen können. Aufgrund der schlechten Verdaulichkeit der Inhaltsstoffe und des hohen Aschegehaltes liegen die Gaserträge je kg TM jedoch deutlich unter denen des Mais. Wegen der nur mittleren Erträge bei gleichzeitig mäßigen Gasausbeuten und des recht engen Erntezeitfensters ist der Sonnenblumenanbau als Hauptfrucht für Biogas in den letzten 2 Jahren wieder rückläufig.

Sorten

Es werden derzeit einige Sorten auf die neue Verwertungsrichtung Biogasnutzung geprüft. Hierunter z. B. die Sorten ES Elektra, Metharoc, Rumbasol, Vellox, Heliaroc. Die von einzelnen Züchtern begonnene Züchtungsarbeit für die Biogasnutzung ist jedoch größtenteils wieder zurückgefahren worden.

Fruchtfolge

Die Sonnenblume sollte nur alle 4 Jahre in der Fruchtfolge stehen, um einen erhöhten Krankheitsdruck zu verhindern. Eine Vornutzung durch z. B. Grünschnittroggen oder als Zweitfrucht nach Getreide-GPS ist möglich.

Auf Grund des Krankheitsrisikos (Sklerotinia, Botrytis) sollten Sonnenblumen nicht unmittelbar nach Raps angebaut werden. Vermieden werden sollten auch Vorfrüchte mit hoher N-Nachlieferung. Der Vorfruchtwert ist wegen der starken Beanspruchung des Wasser- und Nährstoffhaushaltes gering.

Düngung

N Sollwert	120 - 80 kg/ha
P ₂ O ₅	60 - 80 kg/ha
K ₂ O	140 - 200 kg/ha

Pflanzenschutz

Mechanische Unkrautbekämpfung durch Hacken ab 10 cm Pflanzenhöhe. Eine zweite Hacke kann bis 30 cm Pflanzenhöhe erfolgen. Bewährt hat sich auch eine chemische Voraufbehandlung mit z. B. Bandur, Stomp etc.

Tierische Schädlinge

Drahtwurm, Collembolen und Tausendfüßler; Blattlausbefall ist möglich. Gegen Vogelfraß große, zusammenhängende Flächen ausdrillen.

Ernte

Der optimale Erntezeitpunkt liegt etwa Mitte September bei gelb-brauner Färbung der Korbunterseite. Für die Verwendung in der Biogasanlage erfolgt die Ernte bei einem TM-Gehalt der Pflanze von 24-26 %, bei Saat als Zweitfrucht können die TM-Gehalte deutlich niedriger ausfallen.

Versuchsergebnisse der LWK Niedersachsen

Auf dem Bördestandort Poppenburg (HI), dem niederschlagsreichen Standort Werlte im Emsland sowie auf dem zur Austrocknung neigenden Sandstandort Rockstedt im Landkreis Rotenburg/Wümme wurden Sorten- und produktionstechnische Versuche durchgeführt. Die Aussaat erfolgte zeitgleich mit der Maisaussaat.

Die Sonnenblumen entwickelten sich auf den Standorten gut und gleichmäßig und dank ausreichender Wasser- und Nährstoffversorgung lagen die Erträge der Standorte eng beieinander. Obwohl die Sonnenblumen mit einer Wuchshöhe von bis zu 2,80 m speziell zum Zeitpunkt der Blüte ein imposantes Erscheinungsbild aufwiesen, fielen die Erträge mit durchschnittlich 136 dt TM/ha doch bescheiden aus. Die Bestände mussten, bedingt durch erheblichen Krankheitsbefall vor allem mit Sklerotinia und den dadurch zunehmenden Lagerdruck zum Teil zügig geerntet werden, um eine verlustarme Beerntung zu ermöglichen.

Ertraglich erreichten die Sorten Metharoc, Rumbasol und ES Elektra die besten Leistungen (Abb. 21). Verglichen mit den Hirseprüfungen muss festgestellt werden, dass die Sonnenblumen trotz optisch guter Präsentation ertraglich unterlegen waren. Dieses Ergebnis bestätigt die Ertragsrelationen zu Mais und Hirse aus den Vorjahren. Durch hohe Rohfettgehalte (> 8 %) weisen die Sonnenblumen jedoch gegenüber dem Mais und den Hirsen bei der Vergärung höhere Methangehalte auf. Diese verbessern die Gasqualität. Bei Spätsaaten ist dieser Effekt nicht in jedem Fall zu erwarten, da die Fettgehalte aufgrund unzureichender Abreife des Korbes oftmals unter 3 % liegen. Ab Gehalten von > 5 % sind spürbare Effekte hinsichtlich der Methanausbeute erkennbar.

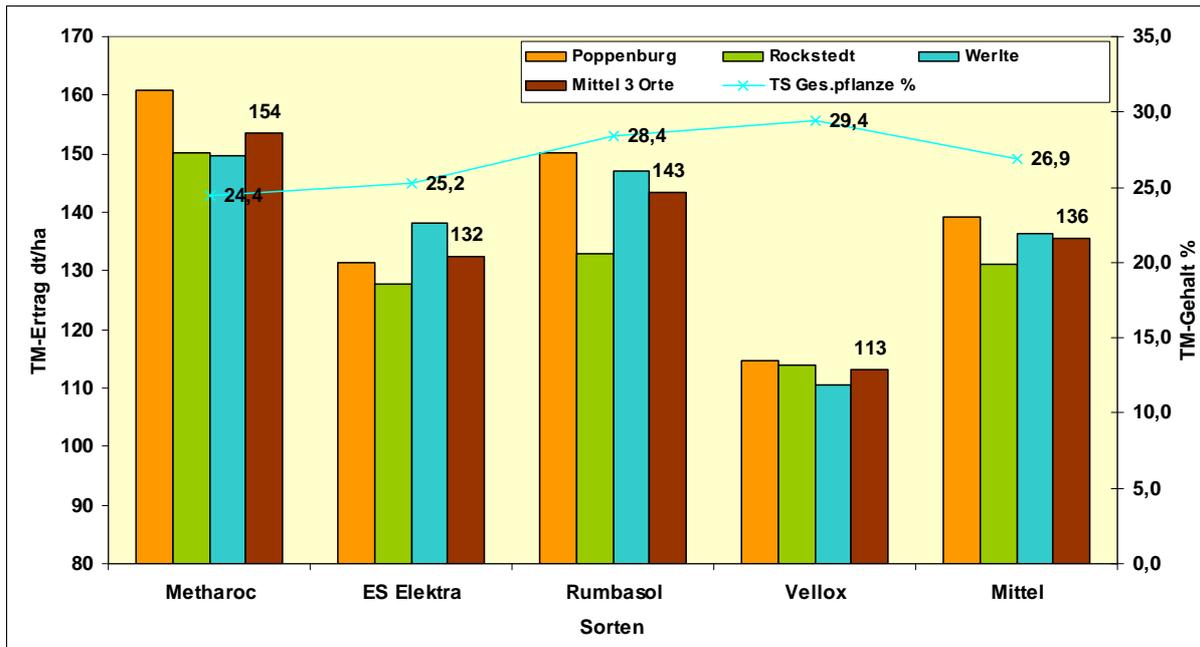


Abb. 21: Prüfung unterschiedlicher Sonnenblumensorten für den Energiepflanzen anbau - Standorte Poppenburg (HI), Werlte (EL) und Rockstedt (ROW), 2009

Zur Überprüfung der optimalen N-Düngung wurden an den drei genannten Standorten entsprechende Versuche mit 3 N-Stufen (80, 120, 160 kg N/ha) angelegt.

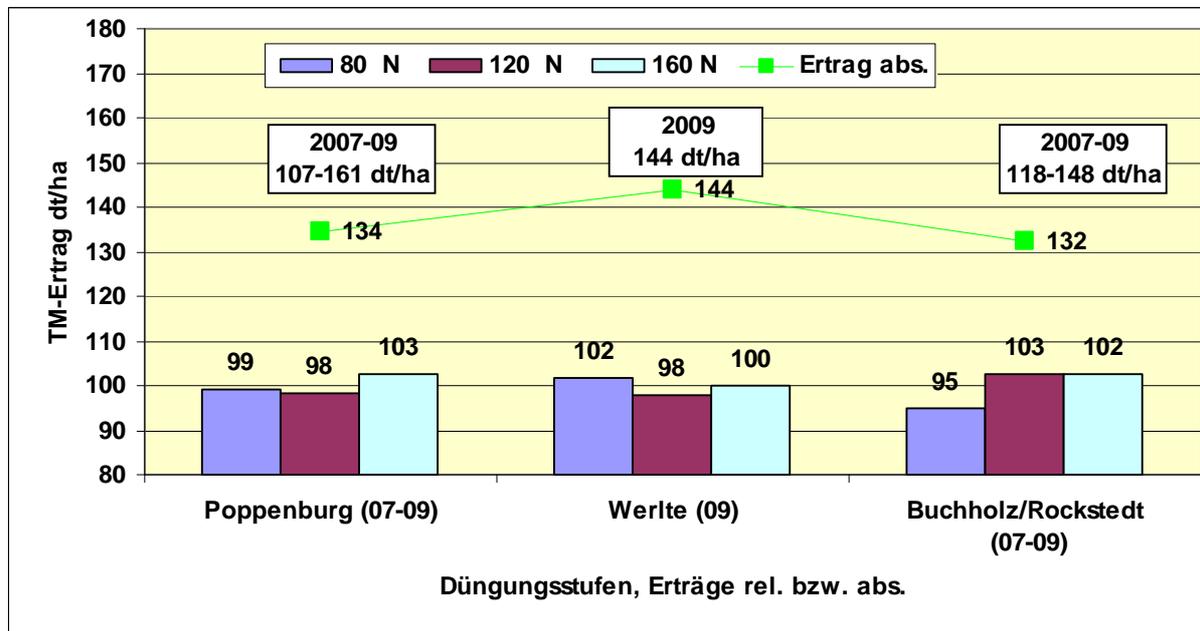


Abb. 22: Prüfung unterschiedlicher N- Düngungsstufen bei Sonnenblumen, Standorte Poppenburg (HI), 2007-09, Werlte (EL), 2009 und Buchholz/ Rockstedt (ROW), 2007-09, Angaben der Ertragsschwankungen zwischen den Jahren

Die Ergebnisse zeigen, dass auf den Standorten Poppenburg und Werlte praktisch kaum Ertragseffekte mit höherer N-Düngung zu verzeichnen waren. Lediglich auf dem mine-

realisationsschwächeren Standorten Buchholz (2007-08) und Rockstedt (2009) wurde mit nur 80 kg N/ha ein deutlicher Minderertrag erzielt. Generell zeigt sich, dass zur genaueren Überprüfung der optimalen N-Düngung die N-Stufen stärker differenziert werden müssen; vor allem im Bereich unterhalb von 120 kg N/ha.

Literatur:

KTBL (Hrsg.): Energiepflanzen, Darmstadt 2006

LWK Niedersachsen: Versuchsergebnisse 2007 - 2009

2.1.6 Ackerfutter- und Grünlandmischungen für die Energieerzeugung

Mit dem Anbau von Ackergräsern in Reinsaat, Ackergrasgemisungen und Leguminosen-Grasgemisungen kann durch mehrschnittige Nutzung eine große Menge Biomasse zur Biogaserzeugung produziert werden. Auch Grünlandschnitte, die nicht für die Fütterung verwendet werden, lassen sich durch Vergärung verwerten. In Regionen, die keinen Maisanbau zulassen wie z. B. Höhenlagen und Niedermoore können Gräser als Biogassubstrat dienen.



Erträge

Das Ertragsniveau liegt, je nach Standortbedingungen, Gräsermischungen und Schnitthäufigkeit zwischen 60 und 220 dt TM/ha, das mittlere Ertragsniveau liegt zwischen 100 und 150 dt TM/ha.

Qualitätskriterien

Qualitätsbestimmend ist eine hohe Biomasseproduktion bei guter Vergärbarkeit der erzeugten Biomasse. Bei der Sortenwahl und der Wahl der Gräsermischungen sind die Standortbedingungen zu berücksichtigen.

Standort

Für den Anbau von Ackergräsern sind alle ackerfähigen Standorte geeignet, Moorböden und nasse Böden sowie trockene Standorte liefern allerdings geringere Erträge und bieten sich somit für Grünlandmischungen an. Der pH-Wert des Bodens sollte mindestens 5,5 betragen. Mischungen mit Luzerne und anderen Leguminosen stellen - je nach Bodenart - höhere Anforderungen an den pH-Wert und die Grundnährstoffversorgung des Bodens als reine Grasbestände. Für ein hohes Ertragsniveau sind eine ausreichende Wasser- und Wärmekapazität des Standortes wichtig.

Fruchtfolge

Weidelgräser sind mit sich selbst verträglich, daher kann bei reinen Grasbeständen kontinuierlich nachgesät werden bzw. eine unmittelbare Neuansaat erfolgen. Rotklee ist

mit sich selbst und den meisten anderen Leguminosen unverträglich, Anbaupausen von 5-6 Jahren bei Reinsaat und 3-5 Jahren im Gemengeanbau sollten eingehalten werden. Auch bei Luzerne sind Anbaupausen von 5-6 Jahren ratsam. Die gute Vorfruchtwirkung der Klee gras- und Luzernegrasmischungen durch Stickstofflieferungen für die Folgekultur ist zu beachten. Die jeweilige Zusammensetzung der Mischungen hinsichtlich der Gräser- und Leguminosenarten ist abhängig von den Standortbedingungen zu wählen.

Produktionstechnik

Der Boden wird durch Pflügen und Bearbeitung mit dem Packer vorbereitet. Die Aussaat erfolgt als Drillsaat im August/September, Klee gras bis spätestens zum 15. August. Blanksaaten sind vorteilhaft, aber auch Untersaaten sind möglich. Die Saatstärke ist abhängig von den angebauten Arten und Sorten und von den Standortbedingungen. Das Anwalzen der Saat verbessert den Bodenschluss und damit den Aufgang und die Bestockung. Eine Unkrautbekämpfung ist im Allgemeinen nicht erforderlich. Bei hohem Unkrautdruck kann ein zeitiger Schröpfschnitt eine gute Bekämpfung bewirken.

Düngung

Bezogen auf einen Jahresertrag von 100 dt TM/ha entzieht Acker gras bis zu 300 kg N, 90 kg P₂O₅, 280 kg K₂O und 50 kg MgO pro ha, die durch Düngung ersetzt werden müssen. Der Nährstoffvorrat des Bodens sollte auf dem Niveau der Gehaltsklasse C gesichert werden. Die Grunddüngung sollte jährlich erfolgen; bei hohem Kalibedarf ist eine Splittung der Menge in zwei Gaben sinnvoll.

Die Stickstoffdüngung sollte am Bestand, der Ertragserwartung sowie an den Standort- und Witterungsbedingungen ausgerichtet werden. Bei 4-5 Aufwüchsen im Jahr und hoher Ertragserwartung sind 320 kg N/ha gerechtfertigt, aufgeteilt zu jedem Aufwuchs. Bei Gemengen mit Leguminosen ist der Aufwand an N-Düngung deutlich reduziert.

Ernte

Sehr frühe und häufige Schnitte (5x) liefern hochverdauliche Biomasse, aber nicht unbedingt die höchsten Gesamterträge. Die Schnittreife einer Gräsermischung ist zu Beginn des Ährenschiebens erreicht. Bei späterem Schnitt zum Ende des Ähren-/Rispen-schiebens fallen höhere Erträge je Schnitt an, jedoch nimmt der Rohfasergehalt zu. Bei klee dominierten Beständen kann die Ernte im Stadium der Knospe bis Blühbeginn erfolgen. Die optimale Nutzungsstrategie von Gräsermischungen wird durch pflanzenbauliche Versuche und ökonomische Berechnungen entwickelt.

Das Erntegut sollte möglichst frei von Verschmutzungen sein, um Probleme in der Biogasanlage zu vermeiden. Die Konservierung des Erntematerials erfolgt durch die im Futterbau übliche Silierung.

Die Anlagentechnik der Biogasanlage und die Zufuhr muss auf den Eintrag von zellulosereichen Gräsern abgestimmt sein (größere Rührwerke, Fermentervolumen, Verweilzeit), da zellulosereiche Materialien schwerer zu vergären sind.

Versuchsergebnisse der LWK Niedersachsen

Im Rahmen eines Verbundprojektes, das von der FNR gefördert wird, sind in Niedersachsen 2005 Versuche mit Ackerfuttermischungen an 4 Standorten (Tab.6) angelegt worden. In Niedersachsen handelt es sich um weidelgrasreiche Mischungen mit vorwiegend kurzlebigen Arten, wie z. B. Welsches Weidelgras und auch Rotklee-Grasmischungen (Tab. 7).

Ziel des Projektes ist es, die Eignung mehrjähriger Ackergrasmischungen und Leguminosen-Gras-Gemenge unter den unterschiedlichen regionalen Standortbedingungen für die energetische Nutzung zu ermitteln. Dies lässt sich in folgender Fragestellung zusammenfassen:

Welche Ackerfuttermischungen bringen bei welchem Nutzungsregime die höchsten Biomasseerträge und wie wirken sich veränderte Schnittzeitpunkte auf die Gasausbeute des Erntematerials aus?

Zum einen erfolgte eine intensive Nutzung mit 4 bis 5 Schnitten pro Jahr, zum anderen wurden die Mischungen extensiver behandelt, indem nur 3 bis 4 Schnitte durchgeführt wurden.

Tab. 6: Versuchsstandorte Ackergras als Energiepflanzen

Ort	Kreis	Höhe m ü. NN	Bodenart	Ackerzahl	Jahresmittel Temp. °C	Jahresmittel Niederschlag in mm	Aussaat im Jahr 2005 am
Standorte in Niedersachsen							
Sophienhof	Aurich	2	Seemarsch	74	9,1	836	21.04.
Wehnen	Ammerland	10	hum. Sand	30	9,0	733	12.04.
Bramstedt	Diepholz	36	sand. Lehm	47	8,7	725	28.04.
Vreschen- Bokel	Ammerland	1,5	Moor	32	9,0	733	18.04.

Tab. 7: Mischungen Versuche Ackergras als Energiepflanzen

Mischung	Art	Sorte	Saatmenge kg/ha
Niedersachsen			
1. Weidelgrasmischung A2	Einj. Weidelgras Welsches Weidelgras	Lemnos (t) Fabio (t), Mondora (t)	15 30
2. Weidelgrasmischung A1, diploid	Welsches Weidelgras	Zarastro, Alamo	40
3. Weidelgrasmischung A1, tetraploid	Welsches Weidelgras	Mondora (t), Fabio (t)	50
4. Weidelgrasmischung A3	Welsches Weidelgras Bastardweidelgras Dt: Weidelgras	Mondora (t) Ibex (t) Twins (t)	10 10 15
5. Bastardweidelgras	Bastardweidelgras	Rusa (t), Ibex (t)	45
6. Weidelgrasmischung A5	Dt. Weidelgras früh Dt. Weidelgras mfr. Dt. Weidelgras spät	Lacerta (t) M Twins (t), Tivoli (t)	9 12 9
7. Mischung A3 plus Rotklee	Welsches Weidelgras Bastardweidelgras Dt. Weidelgras Rotklee	Mondora (t) Ibex (t) Twins (t) Temara (t)	7,5 7,5 10 10
8. Bastardweidelgras plus Rotklee	Bastardweidelgras Rotklee	Ibex (t) Temara (t)	15 12
9. Mischung A 1	Welsches Weidelgras	Alamo Fabio (t)	22,5 22,5

Ergebnisse

Wie die nachfolgende Abbildung verdeutlicht, liegen hinsichtlich der unterschiedlichen Mischungen und Standorte erhebliche Ertragsunterschiede vor.

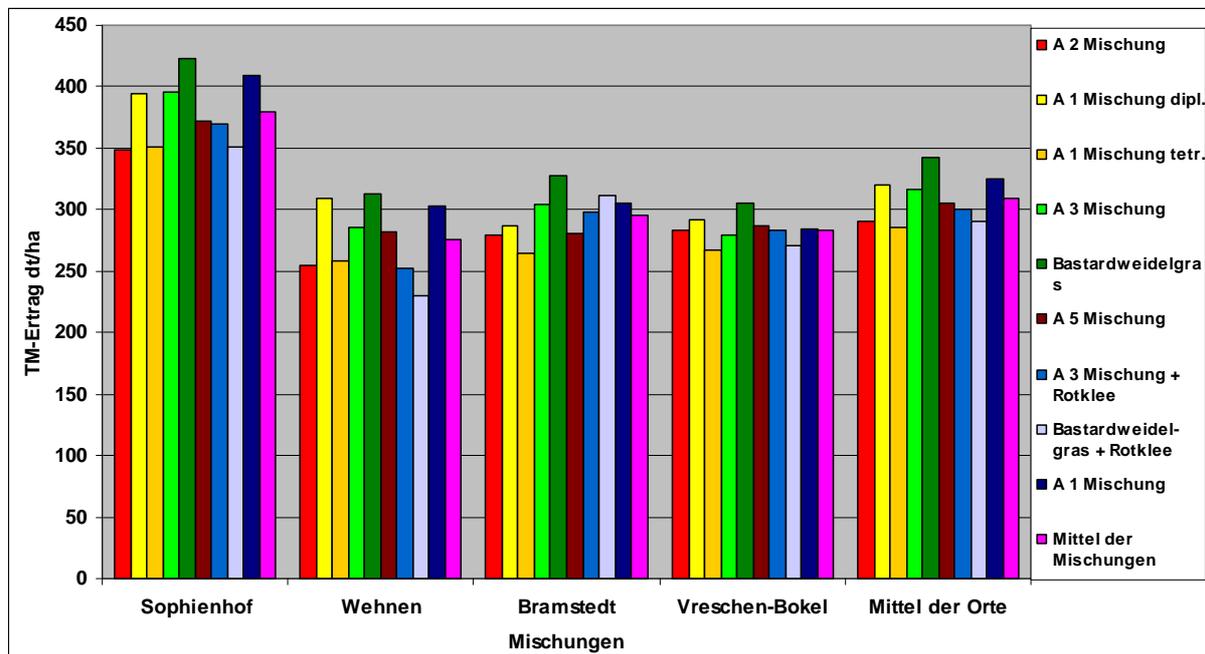


Abb. 23: Zusammenfassung der TM-Erträge der Ackerfuttermischungen von den vier niedersächsischen Standorten; Summe der Jahre 2006 und 2007

Im Mittel der vier niedersächsischen Standorte wurden in der Summe beider Hauptnutzungsjahre und im Durchschnitt der Mischungen 294 (Nutzungsregime I) bzw. 323 dt (Nutzungsregime II) Trockenmasse je Hektar erzielt.

Die mit Abstand höchsten Erträge von durchschnittlich 351 (Nutzungsregime I) bzw. 407 dt/ha TM (Nutzungsregime II) wurden auf dem Marschstandort Sophienhof erreicht. Auf den Mineralstandorten Bramstedt und Wehnen wurden durchschnittliche Erträge von gut 285 dt TM/ha erreicht, und auch auf dem Moorstandort Vreschen-Bokel lagen die Erträge mit 283 dt/ha auf vergleichbarem Niveau. Ertragliche Unterschiede zwischen den Nutzungsregimen waren am Standort Sophienhof am ausgeprägtesten, wobei hier der 1. Schnitt bei später Schnittnutzung auch 2007 wieder mit 100 dt Trockenmasse den Grundstein für die deutlichen Mehrerträge legte.

Das Nutzungsregime mit geringer Schnittfrequenz hatte mit Ausnahme des Standortes Bramstedt deutliche Ertragsvorteile in der Größenordnung von bis zu 55 dt TM/ha. Lediglich in dem Versuch in Bramstedt waren die Ertragsrelationen recht ausgeglichen, weil im Jahr 2007 bedingt durch die ausgeprägte Apriltrockenheit die intensivere Nutzungsvariante Ertragsvorteile bot.

Während im Anlagejahr 2005 die Mischungen mit hohem Welsch Weidelgrasanteil im Ertrag überlegen waren, erreichte 2006 die Bastardweidelgras-Mischung die besten Leistungen. Die ertragsstärksten Mischungen in beiden Nutzungsregimen und Jahren waren die Bastardweidelgras-, die A 1 sowie die A 3 Mischung. Die Auswintungsschäden in der A 2 sowie in der tetraploiden A 1 Mischung kamen auch 2007 zum Ausdruck. Die reine Deutsch Weidelgras Mischung konnte den Ertragsrückstand aus dem Anlagejahr und dem ersten Hauptnutzungsjahr 2006 in 2007 etwas verringern. Für diese ausdauernde Mischung wäre eine Fortführung dieser Versuche über einen längeren Prüfzeitraum sicherlich vorteilhaft. Wie die Bestandeszusammensetzung

verdeutlichte, bildete diese Variante eine sehr gute Narbe mit einem zu vernachlässigenden Unkrautbesatz.

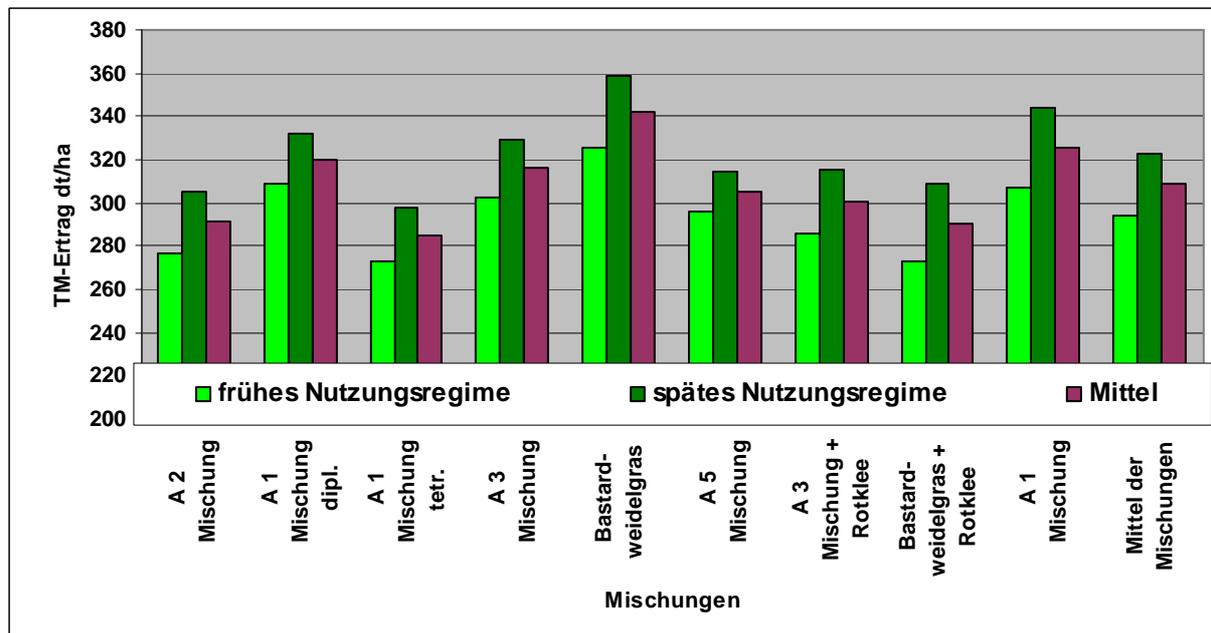


Abb. 24: TM-Erträge der Mischungen bei unterschiedlichen Nutzungsregimen (Summe der Jahre 2006 und 2007)

Die Mischungen mit Rotkleeanteilen erreichten in den beiden Hauptnutzungsjahren im Vergleich zum Anlagejahr deutlich bessere Leistungen. Zu beachten ist, dass die A 3 Mischung mit Rotklee mit 140 kg N/ha und die Mischung Bastardweidelgras plus Rotklee lediglich mit 40 kg N/ha im Vergleich zu 280 kg N/ha bei den reinen Gräsermischungen gedüngt wurden. Bei insgesamt hoher Ertragsleistung konnten die Rotklee-gras-mischungen A 3 plus Rotklee und Bastardweidelgras plus Rotklee noch ansprechende Ergebnisse liefern.

Methanausbeuten und Methanerträge an ausgewählten Mischungen

Auf den Standorten Wehnen, Bramstedt und Sophienhof wurden von den Mischungsvarianten A 3, A 3 plus Rotklee sowie A 1 Mischung mit di- und tetraploiden Sorten (nur Wehnen) von den einzelnen Schnitten Proben gezogen, die anschließend auf Nähr- und Mineralstoffe untersucht wurden. Ergänzend dazu wurde die Methanausbeute berechnet.

Die Ergebnisse im Mittel der 3 Standorte zeigten, dass die A 3 Mischung unabhängig von den Schnitten die höchste Methanausbeute liefert. Die geringere Methanausbeute bei der Rotkleevariante erklärt sich aus der Tatsache, dass der Rotklee eine geringere Verdaulichkeit der Inhaltsstoffe aufweist. Im Übrigen decken sich diese Ergebnisse mit denen aus Brandenburg und Thüringen. Beim Vergleich der einzelnen Schnitte kommt die deutlich höhere Methanausbeute des 1. Aufwuchses zum Ausdruck. Bei den Nutzungsregimen wird erkennbar, dass insbesondere bei später Nutzung des 1. Schnittes die geringeren Verdaulichkeiten der Nährstoffe zu einem Rückgang in der Gasausbeute führen. Bei den Folgeschnitten wurde dieses weniger deutlich erkennbar.

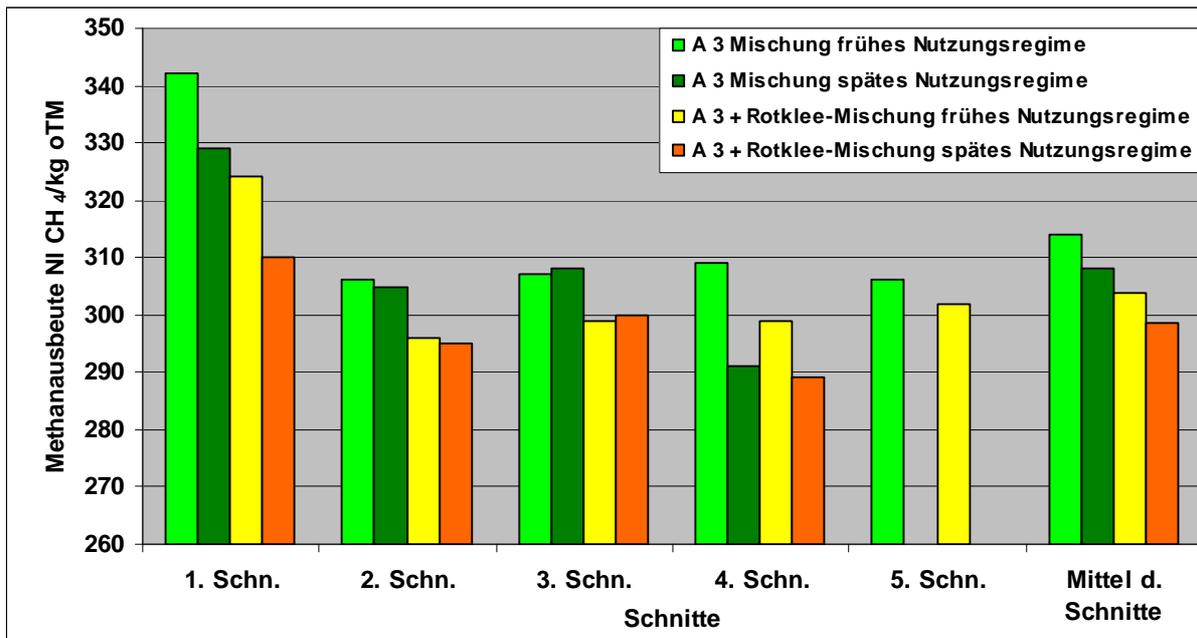


Abb. 25: Methanausbeute (NI CH₄/kg oTM) ausgewählter Ackergrasmischungen in Niedersachsen an 3 Standorten (Wehnen, Bramstedt, Sophienhof), Mittel der Jahre 2006/2007

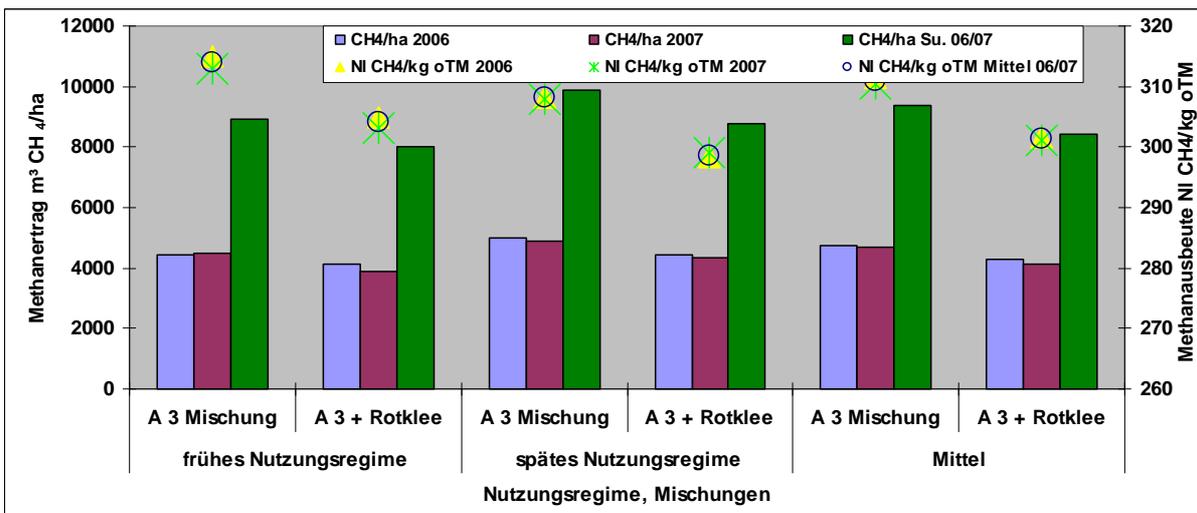


Abb. 26: Methanertrag (m³ CH₄/ha) der Jahre 2006 plus 2007 und die durchschnittliche Methanausbeute (NI CH₄/kg oTM) unterschiedlicher Ackerfuttermischungen in Niedersachsen, Mittel aus 3 Standorten

Bezogen auf die Methanerträge ist festzustellen, dass durch den höheren Trockenmasseertrag der A 3 Mischung und die gleichzeitig auch höhere Methanausbeute die Differenz der Mischungen noch stärker erkennbar wird.

Erste Ergebnisse zu den Methanbildungspotenzialen auf Basis von Batchversuchen deuten darauf hin (Abb. 27), dass die im frühen Stadium geschnittene Biomasse vor allem bei den Folgeaufwüchsen tendenziell höhere Methanausbeuten liefert. Dieses höhere, spezifische Methanbildungspotenzial je kg organische TM (oTM) reicht jedoch nicht aus, um die Ertragsvorteile des reduzierten Nutzungsregimes zu kompensieren.

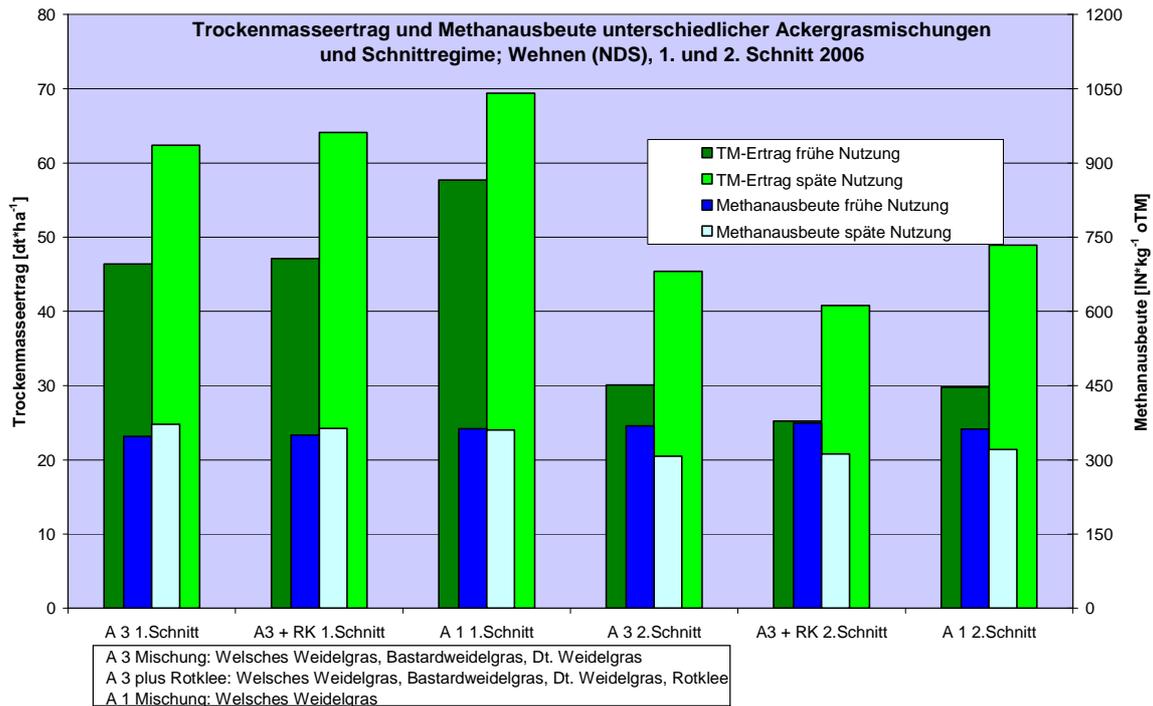


Abb. 27: TM-Ertrag und Methanausbeute unterschiedlicher Ackergrasmischungen anhand von Batchversuchen

Erweiterung des Projektteils Ackerfuttermischungen Ackerfutter- und Grünlandeinsatz in Biogasanlagen im EVA II

Im Herbst 2008 erfolgte die Neuanlage der Versuchsaktivitäten mit Ackerfuttermischungen auf den beiden Standorten Sophienhof und Wehnen. Darüber hinaus wurden gleichzeitig auch Grünlandmischungen zusätzlich geprüft. Außerdem wurden die Nutzungsregime stärker differenziert (5 bzw. 3 Schnitte).

Standort Sophienhof – Ackerfutter- und Grünlandmischungen

Ackerfuttermischungen

Die Ackerfuttermischungen erreichten mit durchschnittlich knapp 200 dt TM/ha und Spitzenerträgen von 231 dt TM/ha sehr gute Ertragsleistungen. Bei gleicher Anzahl an Schnitten wurde in den Nutzungsregimen vor allem bei den ersten Schnitten deutlich differenziert. So konnten bei späterer Ernte des 1. Schnittes durchschnittlich 94 dt TM/ha gegenüber 51 dt TM/ha bei früher Nutzung geerntet werden. Insgesamt die höchsten Erträge erzielte die tetraploide Welsch Weidelgrasmischung A1 die insbesondere bei späterer Nutzung ertraglich überzeugte. In der A3 plus Rotkleemischung konnte sich der Rotklee nicht in dem Maße etablieren, um die reduzierte N-Düngung und damit die geringeren Graserträge zu kompensieren. Die reine Deutsch Weidelgrasmischung A5 bildete zwar eine dichte Narbe, ertraglich konnte sie im 1. Hauptnutzungsjahr jedoch noch nicht überzeugen.

Grünlandmischungen

Die Grünlandmischungen lagen mit einem TM-Ertrag von durchschnittlich 131 dt/ha deutlich hinter den Leistungen der Ackerfuttermischungen zurück. Dieses ist vor allem auf die geringeren Erträge beim 1. und 2. Schnitt zurückzuführen. Ertraglich am besten abgeschnitten hat die hoch ertragreiche Altnarbenvariante, in der sich ein guter Bestand mit hohem Deutsch Weidelgrasanteilen etabliert hatte.

Die Mischung G II mit Klee verzeichnete zu Beginn nur einen geringen Weißkleeanteil, der sich erst zum Ende der Vegetation auf 10 bis 15 % erhöhte. Durch das geringere mineralische N-Angebot lagen die Erträge deutlich zurück.

Standort Wehnen – Ackerfutter- und Grünlandmischungen

Ackerfuttermischungen

Ertraglich unterschieden sich die Nutzungsvarianten kaum voneinander. Durchschnittlich wurden 117 dt TM/ha erzielt. Die höchsten Erträge erreichten die tetraploide A1 Mischung, die Bastardweidelgrasmischung sowie die A3 Mischung. Die A 3 plus Rotkleemischung lag auch in Wehnen aufgrund der geringeren N-Düngung und des mäßigen Rotkleeanteils ertraglich zurück.

Grünlandmischungen

Die Erträge lagen im Durchschnitt ca. 10 dt TM/ha unter denen der Ackerfuttermischungen. Bei den Grünlandmischungen war bei reduzierter Schnittnutzung ein geringfügiger Ertragsvorteil von 5 dt TM/ha festzustellen, der insbesondere auf den hohen Ertrag beim 1. Schnitt (über 50 % des Gesamtertrages) zurückzuführen ist. Ertraglich am besten schnitt die G II Mischung ab. In der G II mit Weißklee konnte sich der Weißklee zu Beginn mit etwa 20 % gut im Bestand etablieren, so dass die Erträge nur geringfügig unter denen der reinen Grasvarianten lagen.

Empfehlungen für die Praxis

Mit der Verwendung standortangepasster Ackerfuttermischungen lassen sich hohe Trockenmasseerträge je Hektar erzielen. Eine reduzierte Schnitffrequenz liefert höhere TM-Erträge und Deckungsbeiträge als die intensive Schnittnutzung. Mit der Einbindung von standortangepassten, kurzlebigen Ackerfuttermischungen in Energie-Fruchtfolgen gelingt es die Vegetationszeit optimal zu nutzen und durch die hohe Humusreproduktion auch nachhaltige Aspekte zu berücksichtigen. Dazu zählt auch der Sommer- und Winterzwischenfruchtanbau von Ackergräsern. Positive Erfahrungen durch die Einbindung von Gräsermischungen bei entsprechender Sorgfalt der Aussaat sind an einzelnen Standorten im Rahmen der unterschiedlichen Fruchtfolgeuntersuchungen vorhanden.

Inwiefern sich die berechneten Gasausbeuten bei späterer Schnittnutzung, die nur relativ geringe Unterschiede zur frühen Schnittnutzung aufwies, tatsächlich auch in der Praxis realisieren lassen, hängt sicherlich von der Verweildauer und der generellen Ausstattung der einzelnen Biogasanlagen ab. Generell werden eher Aufwüchse bevorzugt, die vor oder im Ähren/Rispenschieben geschnitten wurden. Aber auch die 4. und 5. Schnitte, die von den Milchviehbetrieben oftmals nicht mehr benötigt werden, sind für Biogasanlagen sehr willkommen.

Der Anbau ausdauernderer Ackerfuttermischungen kann auf Standorten interessant sein, wo Sommerungen wie Mais oder Hirse ertraglich keine Vorteile bieten bzw. Abreife- und Ernteprobleme im Herbst bestehen.

Die relative Vorzüglichkeit von Dauergrünlandaufwüchsen zur Biogaserzeugung wird mit steigenden Marktfruchterlösen sowie mit zunehmender Milchleistung ansteigen. Zunehmende Milchleistungen und sich verändernde Milchmärkte werden auch Dauergrünlandflächen für die Nahrungsproduktion entbehrlich machen und somit den Konkurrenzdruck zwischen Ernährungs- und Energiesicherung verringern.

Literatur:

KTBL (Hrsg.): Energiepflanzen, Darmstadt 2006
LWK Niedersachsen: Versuchsergebnisse 2007 - 2009

2.1.7 Zuckerrübe/*Beta vulgaris L. var. maltissima* Döll, Familie: Chenopodiaceae (Gänsefußgewächse)

Die Zuckerrübe ist in Deutschland der wichtigste Zuckerlieferant. Der Gehalt an Zucker in der Rübe liegt hierbei zwischen 16-22 %. In Deutschland stieg der Verbrauch von Zucker in der chemisch-technischen Industrie von 50.000 t (1997) auf 295.000 t (2008) an, hauptsächlich durch das Wachstum im Bereich biotechnologischer Produkte.

Zucker wird im Non-Food-Bereich als Nahrungsgrundlage für Bakterien und Pilze verwendet, die hieraus organische Säuren, Antibiotika und Vitamine produzieren. Auch biologisch abbaubare "Kunststoffe" - zum Beispiel "BIOPOL"- werden aus Zucker hergestellt. Für die stoffliche Nutzung wurden in Deutschland 2008 ca. 136.000 t Zucker verarbeitet. Darüber hinaus eignet sich die Zuckerrübe hervorragend für die Herstellung von Ethanol und für die Vergärung in Biogasanlagen. In Niedersachsen auf ca. 4.000 ha „Biogasrüben“ angebaut.



Zuckerrübe als Biogassubstrat

Ein steigender Bedarf an Zuckerrüben ist vor allem durch die Verwendung als Substrat in Biogasanlagen zu erwarten. Die Rüben vergären deutlich schneller als Mais. Durch die kürzere Verweilzeit im Fermenter wird der Durchsatz erhöht und so auch die Methan- ausbeute gesteigert.

Produktionstechnische Hinweise

Hinsichtlich der Sortenwahl und Produktionstechnik unterscheidet sich der Anbau für die Non-Food Verwendung kaum von der herkömmlichen Zuckerrübenproduktion.

Für die Biogasproduktion ist ein möglichst hoher Trockenmasseertrag wichtig, die Qualitätsanforderungen der Zuckerindustrie sind hier nicht von Bedeutung, höhere Stickstoffgehalte in den Rüben wirken sogar puffernd im Biogasprozess. Deshalb wird derzeit in Versuchen geprüft, ob zur Ertragssteigerung die Düngungsempfehlung zur Zuckerrübenproduktion (160 kg N/ha incl. N_{min}) um ca. 30 kg N/ha erhöht werden könnte.

Die Züchter stehen in den Startlöchern, Sorten mit besonderer Biogaseignung zu entwickeln. Hierbei spielen verschiedene Faktoren eine Rolle. Zunächst muss geklärt werden, ob die innere Qualität der Zuckerrüben einen Einfluss auf die Biogasbildung hat. Dabei zeichnet sich ab, dass der Anteil an organischer Trockensubstanz den wichtigsten Einfluss auf die Gasausbeute hat.

Neben hohen TS-Gehalten spielen besonders ein geringer Erdanhang, die Eignung zur Überwinterung (Winterhärte) und geringe Schossneigung in der weiteren züchterischen Bearbeitung eine Rolle. Einzelne der bisher am Markt vorhandenen Zuckerrübensorten eignen sich bereits für den Einsatz in Biogasanlagen. Die Züchterhäuser geben hierzu bereits spezielle Empfehlungen ab. In Feldversuchen wird auch die Landwirtschaftskammer Niedersachsen künftig Zuckerrübensorten auf Ihre Eignung für Biogasanlagen prüfen.

Um einen möglichst hohen Trockenmasseertrag zu erhalten, sollte das Wachstumspotenzial der Rüben voll ausgenutzt werden und die Ernte so spät wie möglich erfolgen. Bei der Ernte ist es vorteilhaft, die Rüben nicht zu köpfen, sondern die Blätter nur abzuschlägeln. Eine zweite Möglichkeit ist es, die Rüben zu köpfen und die Blätter auf einen Ladewagen zu befördern. Bei einem Rübe-Blatt-Verhältnis von 1:0,7 ergibt sich noch ein zusätzliches Potenzial für die energetische Nutzung. Es kann mit einem zusätzlichen TM-Ertrag von etwa 70 dt TM/ha gerechnet werden. Bei der Lagerung ist allerdings der nicht unerhebliche Sickersaft-Anfall zu beachten. In der Praxis wird auf die Nutzung des Rübenblattes in der Regel verzichtet.

Reinigung und Konservierung

Bevor die Rüben in den Fermenter eingebracht werden können, müssen Steine und Erdanhang entfernt werden. In die Biogasanlage eingebrachte Steine können Schäden an den Zerkleinerungsaggregaten, an den Pumpen und am Rührwerk verursachen. Verunreinigungen durch Sand können sich auf dem Boden der Anlage absetzen. Dann ist es erforderlich den Fermenter von solchen Sinkschichten zu befreien, um den Gärraum nicht zu verkleinern. Feinere Bodenpartikel wie Schluff und Ton bleiben eher in der Schwebe und werden mit dem Gärsubstrat wieder aus der Anlage entfernt. Deshalb wurde eine mobile Rübenwaschanlage entwickelt, die sich in der Praxis nach anfänglichen Konstruktionsschwächen mittlerweile gut bewährt hat. Durch den Reinigungsaufwand entstehen allerdings auch zusätzliche Kosten in Höhe von etwa 3 €/t Rüben. Es wird daher auch intensiv an Verfahren der Trockenreinigung gearbeitet; dieses wird auch für die praktische Umsetzung am sinnvollsten sein.

Um Zuckerrüben ganzjährig als Substrat in Biogasanlagen nutzen zu können, müssen praktikable Wege gefunden bzw. weiterentwickelt werden. Es gibt Ansätze, die Rüben auch über den Winter im Boden zu belassen und sie erst kurz bevor sie benötigt werden zu ernten. Dies setzt allerdings die Befahrbarkeit des Bodens zum gewünschten Erntetermin voraus. Der Winter 2009/2010 mit lang anhaltenden Frostperioden zeigte die Grenzen dieser Vorgehensweise auf. Eine Lagerung in einer Feldrandmiete erscheint daher sinnvoller. Je nach Witterungsverlauf und Abdeckung können die Rüben so bis in den März hinein gelagert werden.

Für die ganzjährige Versorgung der Biogasanlagen mit Zuckerrüben ist eine Konservierung erforderlich. In der Praxis werden unterschiedliche Ansätze getestet. Bei der Silierung zerkleinerter Rüben entstehen große Mengen Sickersaft, die sowohl aus Umweltschutzgründen als auch aus ökonomischen Gründen nicht verloren gehen dürfen, da sie ebenfalls vergärbare Substrate darstellen. Auch bei einer Schlauchsilierung ist es schwierig, diese Sickersäfte aufzufangen. Durch Einbringen von Stroh kann Abhilfe geschaffen werden. Die Silierung ganzer Rüben ist in Schläuchen und im Fahrsilo möglich. Neben der Silagebereitung allein aus Rüben ist auch die Herstellung von Mischsilage praktikabel. So können zum Beispiel bei der Silomaisernte zerkleinerte Rüben ins Silo eingebracht werden. Nachteilig ist hierbei, dass die Rüben wegen der dann relativ frühen Ernte ihr Ertragspotenzial nicht ausschöpfen können. Eine Kombination aus Lieschkolbenschrot (LKS) und zerkleinerten Rüben ist hier eine gute Alternative. Der Sickersaft aus den Rüben wird durch den höheren Trockenstoffgehalt des LKS im Vergleich zum Silomais besser gebunden, während die Rüben später geerntet werden können. Sind Hochsilos oder Erdbecken verfügbar, ist auch eine Konservierung von zu Brei verarbeiteten Rüben möglich. Bei allen genannten Verfahren gilt es, den für die jeweiligen betrieblichen Gegebenheiten richtigen Weg zu finden. Darüber hinaus müssen in der Anwendung noch weitere Erfahrungen gesammelt werden. Es hat sich bereits gezeigt, dass die silierten Rüben im Fermenter noch schneller umgesetzt werden als frische Rüben.

Futterrüben

Futterrüben sind ebenfalls für die Erzeugung von Biogas geeignet. Sie können höhere Frischmasseerträge erreichen als Zuckerrüben, ihre geringeren Trockensubstanzgehalte (ca. 12 - 15% gegenüber ca. 22 - 25 % bei Zuckerrüben) relativieren diesen Vorteil jedoch wieder. Futterrüben haben eine glattere Oberfläche als Zuckerrüben, sodass weniger Schmutz an ihnen haften bleibt, was positiv zu bewerten ist. Die intensivere züchterische Bearbeitung der Zuckerrüben hinsichtlich Ertragssteigerungen und Resistenzen gegen Schaderreger lässt jedoch vermuten, dass zukünftig die Zuckerrübe die größere Bedeutung für die Biogaserzeugung haben wird als die Futterrübe.

Literatur:

- KTBL (Hrsg.): Energiepflanzen, Darmstadt 2006
KWS: Biogas aus Zuckerrüben Potenziale und Praxiserfahrungen, Einbeck 2009
KWS: Biogaspotenziale der Rübe nutzen!, Einbeck 2009
Starke, P.; Hoffmann, C. (2010): Zuckerrüben als Substrat für die Biogaserzeugung;
Zuckerindustrie 135, S. 88 – 96
Vetter, Heiermann, Toews (Hrsg.): Anbausysteme für Energiepflanzen; DLG Verlag Frankfurt, 2009

2.1.8 Durchwachsene Silphie/*Silphium perfoliatum*

Familie: Compositae (Korbblütler)

Die Durchwachsene Silphie (auch Kompass- oder Becherpflanze) ist ein Staudengewächs. Die Pflanze bildet je nach Alter und Standraum 3-10 vierkantige Stängel mit gegenständigen lanzettlichen Blättern aus und wird 1,8-3 m hoch. Sie blüht gelb; die Blüte erstreckt sich von Ende Juni bis in den September hinein. Die Durchwachsene Silphie stammt aus den gemäßigten Regionen Nordamerikas und gedeiht auch unter hiesigen Bedingungen gut. Sie hat keine besonderen Klimaansprüche und stellt keine besonderen Ansprüche an den Boden. Sie entwickelt sich am besten auf humosen Standorten mit guter Wasserführung, staunasse Böden sind für den Anbau ungeeignet. Bisher ist die Durchwachsene Silphie nur im Versuchsanbau auf ihre Kulturansprüche sowie die Ertragsbildung und Gasausbeute getestet worden. In Niedersachsen wird die Dauerkultur auf mittlerweile 22 ha angebaut.



Aktuell findet die Pflanze zunehmendes Interesse in der Praxis. Der Anbau bietet sich auf kleineren Restflächen, Gewässerrandstreifen und Flächen mit geringer Bodengüte an. Der Anbau in Dorf- bzw. Straßennähe kann dazu beitragen, die Akzeptanz für den Energiepflanzenanbau zu fördern.

Qualitätskriterien/Sorten

Die hohe Biomasseleistung bei guter Silierbarkeit des Erntegutes und der guten Methanausbeute in der Biogasanlage machen die Durchwachsene Silphie zu einer interessanten Pflanze für die Biogasproduktion. Zuchtsorten existieren noch nicht, sodass Qualitätskennwerte fehlen.

Erträge

In Versuchen, die vorwiegend in Thüringen gelaufen sind, wurden ab dem 2. Anbaujahr Erträge von 120-200 dt TM/ha erzielt. Die Methanausbeute in der Biogasanlage erwies sich in ersten Versuchen als mit den Erträgen von Mais vergleichbar, langjährige Versuchsergebnisse liegen noch nicht vor.

Anbauverfahren

Um eine sichere und gleichmäßige Bestandesetablierung zu gewährleisten ist zurzeit nur das Verfahren der Pflanzung ausgereift; Saatgut wird derzeit praktisch nicht angeboten. Die Pflanzung erfolgt Ende Mai/Anfang Juni mit 4 Pflanzen je m². Der Reihenabstand beträgt 50 cm, somit ist der Abstand in der Reihe ebenfalls 50 cm. Geeignet für diese Arbeit sind Pflanzmaschinen aus dem Gemüse- bzw. Gartenbau. Die Pflanzen werden in handlichen Paletten zu je 200 Pflanzen geliefert. Im ersten Jahr entwickelt sie sich relativ langsam und bildet nur eine Blattrosette, der oberirdische Aufwuchs friert über Winter wieder ab. Ein zu erntender Ertrag wächst erst im zweiten Jahr heran. Die Saatbettbereitung sollte feinkrümelig erfolgen, eine vorhergehende tiefgründige Bodenbearbeitung zur Reduzierung des Unkrautdrucks ist zu empfehlen.

Die durch die Vorkultur und Pflanzung der Jungpflanzen entstehenden Mehrkosten werden durch die mehrjährige Nutzung (>10 Jahre) relativiert.

Düngung

Der N Sollwert liegt bei ca. 160 kg N/ha abzüglich des N_{min} - Wertes zum Vegetationsbeginn. Bei der Grunddüngung liegen die von der TLL empfohlenen Werte bei:

P ₂ O ₅	55 – 70 kg/ha
K ₂ O	180 – 240 kg/ha
MgO	80 – 120 kg/ha

Die Düngung sollte komplett im März/April zum Austrieb der Pflanze erfolgen. Erste Versuchsergebnisse zeigen, dass eine Gärrestdüngung möglich ist; Beschädigungen der austreibenden Pflanzen sind bei der Ausbringung zu vermeiden. Die Zeit, zu der organisch gebundener Stickstoff mineralisiert wird, passt zum Zeitraum des Nährstoffbedarfs der Silphie. Zu hohe Stickstoffgaben dürfen nicht gegeben werden, da sonst Lagergefahr droht.

Pflanzenschutz

Gerade im ersten Jahr ist die Jungpflanze sehr konkurrenzschwach und somit ist ein Freihalten der Fläche unabdingbar. Dies kann auch maschinell mit einer Hacke durchgeführt werden. Aufgrund des sehr geringen Anbauumfangs ist noch kein Pflanzenschutzmittel in der Durchwachsenen Silphie zugelassen. Eine Anwendung ist immer nach § 18b des Pflanzenschutzgesetzes beim zuständigen Pflanzenschutzamt genehmigen zu lassen. In Thüringen wurden mit dem Einsatz von Stomp bis zu 3,5 l je ha gute Erfahrungen gemacht.

Da noch keine langjährigen Anbauerfahrungen vorliegen, können noch wenig Aussagen zur Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen gemacht werden. Bislang unter

ungünstigen Bedingungen beobachtetes Auftreten von Sklerotinia konnte durch zügige Beerntung und damit geringe Bildung von Dauerfruchtkörpern bekämpft werden, die Bestände trieben im Folgejahr wieder aus.

Ernte

Ab dem zweiten Standjahr kann die Silphie im September mit der im Mais üblichen Erntekette beerntet werden. Idealerweise sollte der silierfähige Bereich mit mindestens 28 % Trockensubstanzgehalt erreicht werden. Die Durchwachsene Silphie lässt sich leicht und problemlos häckseln. Bei einem geringen Anteil der Silphie am Energiepflanzenbau sollte sie aus arbeitswirtschaftlichen Gründen gemeinsam mit dem Mais geerntet und einsiliert werden. Die Erträge können je nach Standort und Witterung zwischen 120 und 200 dt Trockenmasseertrag je ha liegen.

Erste Ergebnisse der LWK Niedersachsen

An drei Versuchsstandorten, Werlte (EL), Poppenburg (HI) und Dasselsbruch (CE) wurden im Mai 2009 N-Düngungsversuche mit der Durchwachsenen Silphie angelegt, die im Herbst 2010 im 2. Anlagejahr beerntet wurden. Die Bestände hatten sich optisch sehr gut entwickelt. Auf den leichteren Standorten Werlte und Dasselsbruch wurden durchschnittliche Erträge von ca. 120 dt TM/ha und auf dem Bördestandort Poppenburg 165 dt TM/ha erzielt. Allerdings lagen die TM-Gehalte mit gut 22 % deutlich unter den angestrebten Werten von ca. 28 %. Zur optimalen N-Düngung lassen sich aufgrund der einjährigen Ergebnisse noch keine Empfehlungen ableiten.

Tab. 8: Durchwachsene Silphie: TM-Ertrag und Bestandeseigenschaften

Sorte	TM-Ertrag dt/ha (rel.)				Mittel der Orte	
	Werlte	Dasselsbruch	Poppenburg	Mittel 3 Orte	TM-Geh. Ges.pflz. in % rel.	Pflanzenlänge ¹⁾ in cm
160 kg/ha N - N _{min} (mineralisch)	96	96	99	97	100	266
120 kg/ha N - N _{min} (mineralisch)	103	103	100	102	102	271
200 kg/ha N - N _{min} (mineralisch)	100	104	100	101	98	266
160 kg/ha N - N _{min} in Form von Gärsubstrat	101	-	-	-	-	-
160 kg/ha N - N _{min} N in 2 Gaben 80 + 80	-	97	-	-	-	-
Mittel (abs.)	119,3	122,1	165,2	135,8	22,3	267

1) = Standorte Dasselsbruch und Werlte

Literatur:

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL): Anbautelegramm Durchwachsene Silphie; Jena 08/2010

Vetter, Heiermann, Toews (Hrsg.): Anbausysteme für Energiepflanzen; DLG Verlag Frankfurt, 2009

LWK Niedersachsen: Versuchsergebnisse 2010

2.1.9 Topinambur/*Helianthus tuberosus*

Familie: Compositae (Korbblütler)

Die essbare "Süßkartoffel" stammt aus Amerika, gehört zur Familie der Korbblütler und ist mit der Sonnenblume verwandt. Die Pflanze ist mehrjährig, die Stängel können über 3 m hoch werden. Im Herbst blüht Topinambur gelb. Die unregelmäßig geformten Rhizomknollen enthalten als wertvollsten Inhaltsstoff das Inulin. Inulin liefert einen hochwertigen Fructosesirup mit hoher Süßkraft. Früher wurde Topinambur in Deutschland als Nahrungspflanze kultiviert. Neben dieser Nutzung kann Topinambur zur Alkoholerzeugung und zur Verwertung in Biogasanlagen angebaut werden. Für die Nutzung als Energiepflanze liegen bislang noch wenige Erfahrungen vor.



Erträge

Topinambur liefert hohe Biomasseerträge. Die Krauterträge liegen zwischen 80 dt TM/ha und bis zu 160 dt TM/ha auf guten Standorten, die Knollenerträge zwischen 40 dt und bis zu 120 dt TM/ha. Das Biogas aus Topinamburkraut enthält ca. 54 % Methan, es werden Erträge von 2.400-4.200 m³ Methan/ha erreicht. Das Kraut liefert in der Biogasanlage zwischen 350 und 500 I_N Biogas pro kg oTS, die Knollen 780 I_N Biogas bzw. ca. 400 I_N Methan/kg oTS. Wird aus den Knollen inulinreicher Sorten Bioethanol gewonnen, sind Ausbeuten von 4.600-5.000 l/ha möglich.

Qualitätskriterien/Sorten

Aus der früheren Nutzung von Topinambur in der Ernährung und für die lokale Schnapsbrennerei existieren ca. 40-50 unterscheidbare früh- bis spätreifende Sorten, die lange nicht mehr züchterisch bearbeitet wurden. Sollen die Knollen genutzt werden, sollten früh abreifende Sorten angebaut werden. Die Knollen sollten möglichst rundlich sein, da bei unregelmäßig geformten Knollen ein hoher Reinigungsaufwand entsteht. Für die Krautnutzung sind die spätreifenden Sorten gut geeignet, da sie bis zum Frost Kraut bilden. Für die Verwertung in der Biogasanlage ist es wichtig, dass die Pflanzen standfest sind, hohe Gesamterträge liefern, nur wenig verholzen, geringe Rohfasergehalte haben und hohe Zuckergehalte in Kraut und Knollen aufweisen. Ertragreiche Sorten sind z. B. Rote Zonenkugel, Gute Gelbe, Medius, Topianka und Violet de Rennes. Für die Ethanolherzeugung sind hohe Zuckergehalte wichtig, hier sind die Sorten Gute Gelbe, Medius, Rote Zonenkugel und Landsorte Weiß viel versprechend.

Produktionstechnik/Düngung

Für den Topinamburanbau eignen sich leichte sandige bis lehmig sandige Böden, die sich leicht erwärmen. Schwere tonige, staunasse, kiesige und versauerte Böden sind nicht geeignet. Die Pflanzen sind zwar nicht unbedingt kalteempfindlich, die Erträge sind jedoch in wärmeren Anbauregionen höher. Eine gute Wasserversorgung ist besonders in der Hauptwachstumsphase der Rhizomknollen von Juli bis Oktober erforderlich, die Bodenfeuchte sollte dann nicht unter 30 % der Feldkapazität sinken. Für einen Gesamtertrag von 150 dt TM/ha werden mindestens 450 mm, besser 600 mm Wasser benötigt. Topinambur stellt keine besonderen Ansprüche an die Vorfrucht. Kulturen, die einen lockeren Boden hinterlassen, sind als Vorfrüchte vorteilhaft. Wegen möglicher Sklerotiniabelastungen sind Sonnenblumen und Raps als Vorfrüchte weniger gut geeignet. Nachfrüchte sollten eine Bekämpfung des Durchwuchses ermöglichen, z. B.

Mais oder Getreide mit Herbizideinsatz. Beim Feldfutteranbau als Löschfrucht kann das Topinamburkraut mit geerntet und verfüttert werden.

Zur Pflanzung sollte ein gut gelockertes Pflanzbett angelegt werden, bei schwereren Böden mit einer Herbstfurche, ansonsten mit einer Frühjahrsfurche und anschließender Einebnung mit einer Grubber-Egge-Kombination. In wärmeren Lagen kann ab Mitte Februar gepflanzt werden, ansonsten ab Anfang März bis April. Die Pflanzung erfolgt mit Kartoffellegetechnik, 40.000-50.000 Knollen/ha, Reihenabstand 75 cm, Abstand in der Reihe 25-30 cm. Wie bei Kartoffeln wird bei der Pflanzung leicht angehäufelt. Topinambur wächst zügig, bis zum Bestandesschluss Ende Juni ist eine ein- bis zweimalige mechanische Unkrautbekämpfung i.d.R. ausreichend. Chemische Pflanzenschutzmittel sind derzeit nicht zugelassen.

Der Düngbedarf (Gehaltsklasse C) liegt bei 60-70 kg P_2O_5 /ha, 250-300 kg K_2O /ha (Kaliumchlorid wirkt positiv auf den Knollenertrag, Kaliumsulfat auf die Gehalte an Inulin und Fructose in den Knollen), 20-30 kg MgO /ha und 90 kg CaO /ha. Die Grunddüngung erfolgt im Frühjahr. Der N-Sollwert liegt bei 80 (-120) kg N/ha. Die Stickstoffdüngung erfolgt zur Pflanzung, eine 2. Gabe falls erforderlich im Mai vor Bestandesschluss.

Krankheiten und Schädlinge sind bislang nicht im problematischen Umfang aufgetreten. Ein Befall mit Mehltau im Herbst kann bekämpfungswürdig sein, bei der dann erreichten Wuchshöhe ist eine Pflanzenschutzbehandlung allerdings nicht mehr möglich. Ertragswirksame Schäden sind bislang nicht aufgetreten. Die Schwierigkeiten beim Anbau sind: Durchwuchs in Folgekulturen, starke Ertragsschwankungen und zur Zeit sehr begrenzte Absatzmöglichkeiten.

Ernte

Bei Topinambur können das Kraut und die Knollen energetisch genutzt werden. Bei jährlicher Ernte der Knollen muss auch jährlich neu gepflanzt werden. Ein Flächenwechsel ist dann empfehlenswert. Grundsätzlich kann die Kultur mehrjährig genutzt werden. Vom ersten bis etwa zum fünften Anbaujahr wird das Kraut ab Ende August bis Ende September vor dem Verholzen der Stängel bei TM-Gehalten von 28-35 % mit dem Maishäcksler geerntet. Da bis zur ausreichenden Ausbildung der Rhizomknollen auch in den Stängeln Zucker zwischengelagert wird, könnten sie nach einem frühen Schnitt (Juli/August) ebenfalls verwertet werden. Bei geeigneten Sorten könnte ein zweiter, schwächerer Aufwuchs (Schnitt bis Mitte November) die Ausbeute noch erhöhen.

Mit Hilfe von Milchsäurebakterien kann das Erntegut siliert werden. Wird das Kraut während der Wintermonate stehen gelassen, sinkt der Ertrag auf 60-80 dt TM/ha ab, der Trockensubstanzgehalt steigt aber auf ca. 80 % an. Die Verwendung als Brennstoff ist so möglich. Geerntet wird dann nach dem Frosteintritt von Dezember bis März. Wird der Bestand mehrjährig beerntet, ist es nach den Erfahrungen verschiedener Versuchsansteller ratsam, die Knollen nach dem zweiten bis dritten Standjahr auszudünnen, da sonst die Bestände zu dicht werden und die Lagergefahr ansteigt. Außerdem sinkt der Krautertrag ab. Es müssen noch weitere Kenntnisse hinsichtlich des Zeitpunktes und der Technik des Ausdünnens ermittelt werden.

Im letzten Standjahr werden zusätzlich die Knollen geerntet, Sie sollten zur Ernte vollständig ausgereift und nicht mehr fest mit den Ausläufern verbunden sein. Die Ernte kann frühestens ab Oktober bis März mit Kartoffelerntetechnik erfolgen, das Kraut sollte vorher geerntet sein. Die Knollen sind nach der Ernte ungekühlt nur zwei bis vier Wochen lagerfähig. Das Einmieten in Sand oder Erde oder die Lagerung in Kühlhäusern bei hoher Luftfeuchtigkeit und niedrigen Temperaturen verlängert die Haltbarkeit, Topinamburknollen sind allerdings nicht so lange lagerfähig wie Kartoffeln. Eine Silierung ist möglich. Da Topinamburknollen Frost bis -30 °C vertragen können, ist der Verbleib im Boden eine sehr gute Lagermöglichkeit. Allerdings ist der Boden während der

Wintermonate nicht immer befahrbar bzw. ist eine Ernte bei gefrorenem Boden nicht möglich.

Literatur:

KTBL (Hrsg.): Energiepflanze, Darmstadt 2006

Vetter, Heiermann, Toews (Hrsg.): Anbausysteme für Energiepflanzen;
DLG Verlag Frankfurt, 2009

2.1.10 Zweikultur-Nutzungssystem

Das Zweikultur-Nutzungssystem hat zum Ziel, die Vegetationszeit und die Flächen möglichst ganzjährig für die Biomasseproduktion zu nutzen. Deshalb wird eine Winterung zu einem relativ frühen Zeitpunkt geerntet und nachfolgend eine Sommerung angebaut. Nach der ersten Kultur können sowohl Nahrungsmittel als auch Biomasse zur Energieerzeugung angebaut werden, also nach einer frühen Ernte von z. B. Grünschnittroggen oder Roggen-GPS noch Mais oder Hirse. Voraussetzung hierfür ist allerdings,



das der Standort eine ausreichende Wasser- und Wärmekapazität hat. Eine zusätzliche Beregnung muss immer auch ökonomisch sinnvoll sein. Für eine Zweikulturnutzung sind Getreidearten und Energiegräser gut geeignet, als Folgekulturen können z. B. Mais, Sudangras, Zuckerhirse, Sonnenblumen oder Gräser angebaut werden.

Versuche zur Zweikulturnutzung der LWK Niedersachsen

Die Ertragsvergleiche von Mais, Zuckerhirse, Sudangras und Sonnenblumen zeigen, dass Mais im Hauptfruchtanbau eindeutig Ertragsvorteile aufweist.

Eine zunehmende Bedeutung als Energiepflanzen können Zuckerhirse, Sudangras und Sonnenblumen möglicherweise im Zweitfruchtanbau erlangen.

Diesbezüglich wurden schwerpunktmäßig in den Jahren 2007 bis 2009 Versuche mit Mais, Sudangras und Sonnenblume nach Vornutzung Grünroggen und als Zweitfrucht nach GPS-Nutzung durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigen, dass auf ertragsstarken Standorten mit ausreichender Wasserversorgung deutliche Mehrerträge gegenüber dem ausschließlichen Hauptfruchtanbau Mais erzielt werden können. Auf Standorten mit geringer Wasserversorgung, wie beispielsweise der Standort Rockstedt/Buchholz birgt der Zweitfruchtanbau ein hohes Risiko. Insbesondere das Jahr 2008 wurde durch eine ausgesprochen lang anhaltende Frühjahrstrockenheit im April und Mai beeinflusst, so dass der Grünroggen aber vor allem auch die GPS starke Ertragseinbußen zu verzeichnen hatte. Die ausgetrockneten Flächen führten dazu, dass die nachfolgende

Zweitfrucht erhebliche Auflaufprobleme hatte. In diesen Fällen liegen die Erträge einer Hauptkultur oftmals höher als die Summe zweier Kulturen bei der Zweikulturnutzung.

Aber auch auf sehr guten Ackerbaustandorten gelingt der Zweitfruchtanbau nicht in jedem Fall. Trockenschäden waren 2009 auf dem Standort Poppenburg nach der GPS-Nutzung bei den Zweitfrüchten erkennbar, sodass diese Kulturen enttäuschende Erträge von ca. 40 dt TM/ha erzielten.

Im dreijährigen Durchschnitt wurden durch die Vornutzung Grünroggen in Poppenburg ca. 60 dt TM/ha Mehrertrag gegenüber Mais als Hauptfrucht erzielt. Die Variante GPS plus Zweitfrucht fällt aufgrund der Ergebnisse aus dem Jahr 2009 ab, in den Jahren 2007 und 2008 wurden hier ebenfalls gute Gesamterträge erzielt.

Positive Ertragssteigerungen konnten auf dem Standort Werlte mit günstiger Wasserversorgung erreicht werden. Rockstedt hingegen erreichte im dreijährigen Vergleich keine Mehrerträge, so dass hier das Anbaurisiko für die Zweikulturnutzung sehr hoch ist.

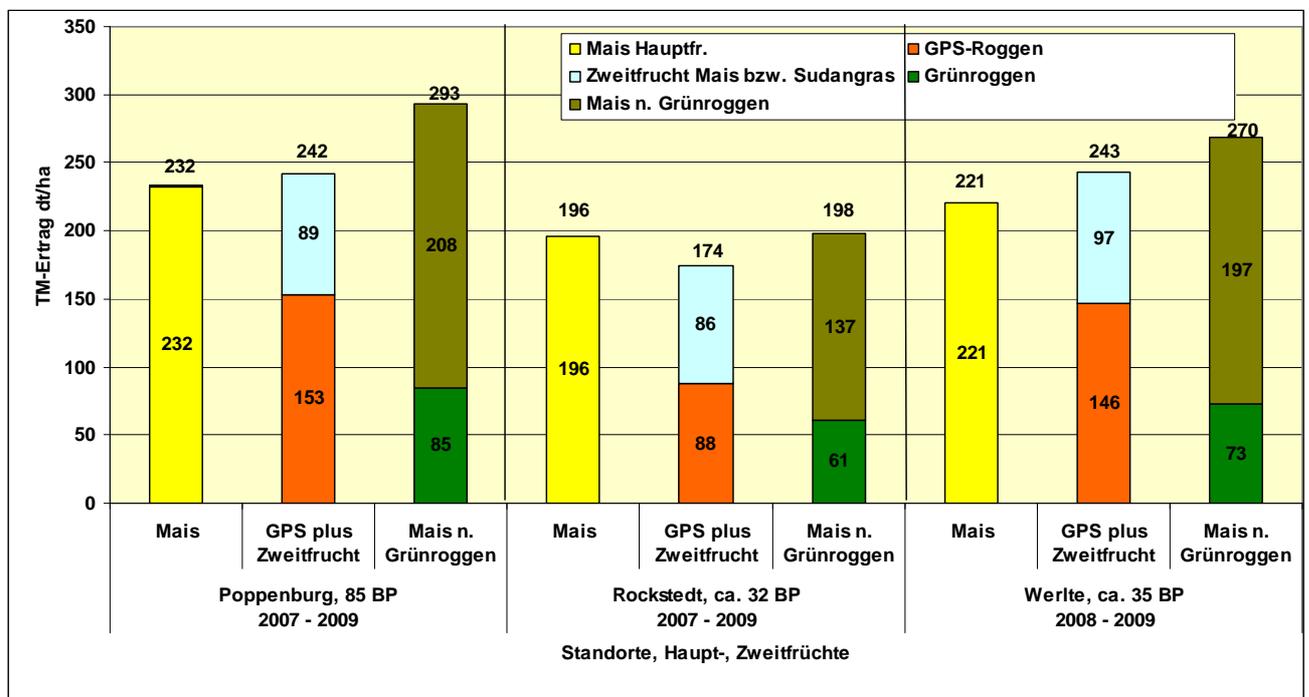


Abb. 28: Ertragsvergleich von Haupt- und Zweitfruchtanbau, Standorte Poppenburg, Rockstedt (2007-2009), Werlte (2008-2009)

Neben dem Vergleich von Haupt- und Zweitfrucht wurden gleichzeitig auch die drei Kulturen Mais, Sonnenblume und Sudangras im Anbau nach Grünroggen bzw. als Zweitfrucht nach GPS geprüft.

Hier zeigt sich, dass nach **Vornutzung Grünroggen** wiederum der Mais ertragliche Vorteile bietet und in der Regel auch noch ausreichend abreift. Enttäuschend waren die Ertragsleistungen der Sonnenblumen, die trotz eindrucksvollen Erscheinungsbildes geringe Erträge erzielten. Sudangras erreichte im Vergleich mittlere Leistungen.

Wenn die drei Kulturen als Zweitfrucht nach GPS angebaut werden, liegen die Erträge deutlich enger beieinander. Insbesondere Sudangras konnte teilweise vergleichbare Erträge wie Mais erzielen. Vorteil des Sudangrases, speziell der Sorte Lussi ist, dass die Abreife mit 25,2 % TM-Gehalt am weitesten fortgeschritten war.

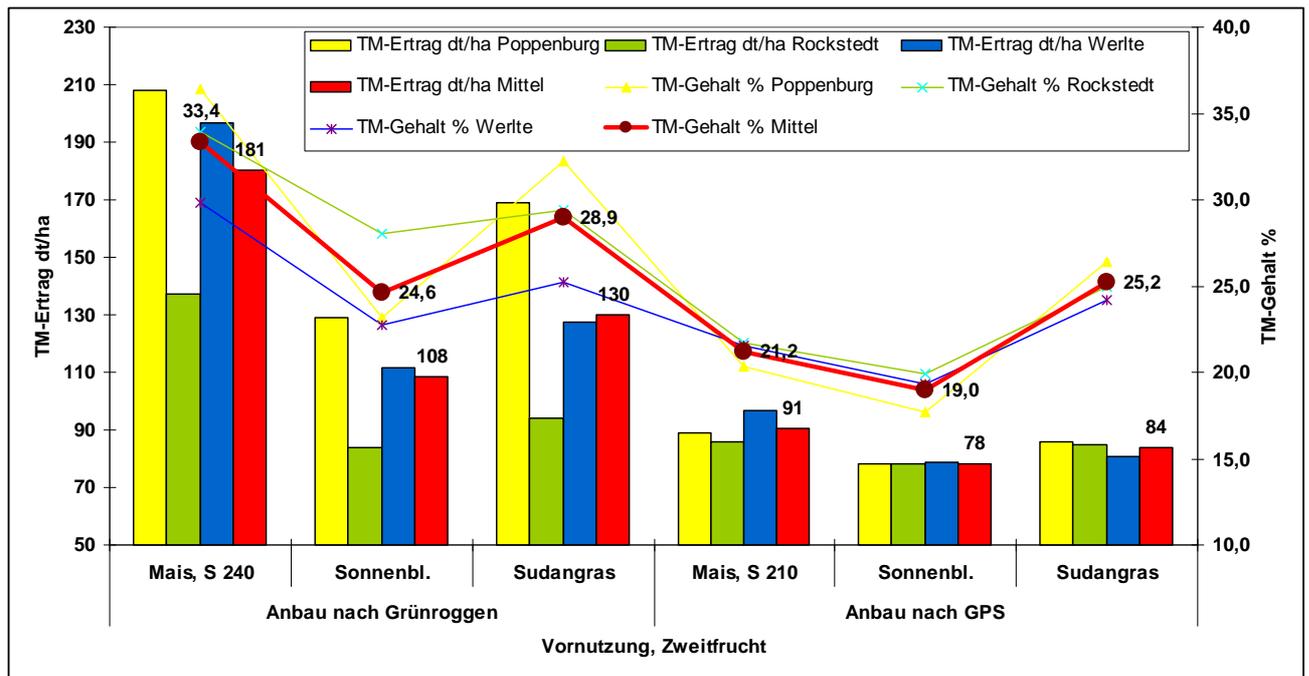


Abb.29: Ertragsvergleich Mais, Sonnenblume u. Sudangras nach Grünroggen bzw. GPS Roggen; Standorte Poppenburg, Rockstedt (2007-09), Werlte (2008-09)

Fazit

Der Zweitfruchtanbau kann auf hocheertragreichen Flächen mit günstiger Wasserversorgung hohe Ertragsleistungen liefern. Gleichzeitig birgt er auf trockenheitsbeeinflussten Standorten hohe Risiken.

Damit sich der Zweitfruchtanbau wirtschaftlich rechnet, muss ein deutlicher Mehrertrag gegenüber der herkömmlichen alleinigen Hauptfrucht erzielt werden, um die doppelten Aussaat- und Erntekosten auszugleichen. Gleichwohl könnte der Zweitfruchtanbau an Bedeutung gewinnen, wenn die Flächenknappheit und damit auch die Flächenkosten weiter zunehmen. Positive Effekte des Zweitfruchtanbaus liegen beispielsweise darin, dass die Vegetationszeit bestmöglich genutzt wird, Arbeitsspitzen gebrochen werden und das Gärsubstrat zu verschiedenen Terminen im Jahr effektiv genutzt werden kann.

Durch die intensive Nutzung der Fläche wird auf der anderen Seite jedoch die Humusbilanz stark beansprucht.

Literatur:

LWK Niedersachsen, Versuchsergebnisse 2007-2009

2.1.11 Sonderkulturen und Wildpflanzenmischungen als Energiepflanzen

Derzeit werden vielerorts bislang nicht für die Energiepflanzenproduktion eingesetzte Pflanzenarten auf ihre Eignung in dieser Nutzungsrichtung hin untersucht, aktuell werden noch recht unbekanntere Vertreter wie die Knöterichart IGNISCUM®, eine Hybride der Fallopia (Reynoutria), Sida (Malvenart), sowie Wildpflanzenmischungen als Energiepflanzen vielfach diskutiert.

2.1.11.1 Wildpflanzen für Biogas

Ein artenreicher Anbau für Biogasanlagen, der auch Wildpflanzen mit einbezieht, würde nicht nur aus naturschutzfachlicher Sicht Vorteile bieten, sogar wirtschaftlich wäre er möglicherweise interessant. Ob dies tatsächlich so ist, untersuchen nun die Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG), der Deutsche Verband für Landschaftspflege (DVL) und weitere Projektpartner. Gefördert wird das Vorhaben durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), sowie über dessen Projektträger, die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR).

Bislang dominieren im Energiepflanzenanbau für Biogasanlagen die einjährigen Kulturen Mais und Getreide. Die Forscher der LWG suchen nun nach auch ökonomisch interessanten Wildpflanzenarten, die in mehrjährigen Mischungen angesät werden können und gleichzeitig Wildtieren geeignete Lebensräume bieten. In Frage kommen zum Beispiel Rainfarn, Beifuß, Wilde Malve oder Wasserdost. Erste Ergebnisse von den Standortprüfungen werden in den nächsten Jahren erwartet.

Quelle Pressemitteilung der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) Nr. 589 vom 30. Juli 2008

2.1.11.2 Switchgrass/Rutenhirse/*Panicum virgatum* L.

Familie: Poaceae (Süßgräser)

Switchgrass oder Rutenhirse ist eine mehrjährige C₄-Pflanze, die widerstandsfähig gegen Trockenheit ist. Die Pflanze bildet unterirdische Rhizome und wird je nach Sorte 0,5 bis 3 Meter hoch. Sie zeichnet sich durch gute Winterhärte aus und bevorzugt leicht erwärmte und gut durchlüftete Böden. Die Samen werden etwa in 1 cm Tiefe abgelegt und keimen bei einer Mindesttemperatur von 10 °C. Switchgrass ist eine effektive Energiepflanze und kann als Energiepflanze zur Ethanolherstellung und als Brennstoff genutzt werden.

Der durchschnittliche Ertrag liegt zwischen 10-17 t TM/ha.



2.1.11.3 Rumex Schavnat

Familie: Polygonaceae (Knöterichgewächse)

Hierbei handelt es sich um einen in der Ukraine erzeugte Kreuzung aus Rumex patencia und R. tianschanicus. Rumex Schavnat wurde als Futterpflanze in der Ukraine gezüchtet. Der Name setzt sich aus den russischen Worten Ampfer und Spinat zusammen. Sie ist eine mehrjährige Pflanze, welche über einen Zeitraum von bis zu 20 Jahren Erträge von ca. 16 t TM/ha und Jahr liefert. Spitzenexemplare erreichen Höhen von bis zu 3 m. Die Ernte erfolgt mit dem Häcksler. Das Erntegut kann sowohl in der Biogasanlage fermentiert, als auch im getrockneten Zustand einer Verfeuerung zugeführt

werden, oder dient als Futtermittel. In weiteren Schritten lässt sich Rumex Schavnat auch beispielsweise pelletieren, um die Energiedichte zu erhöhen.

Quelle:

Internetportal: www.nachwachsende-rohstoffe.biz

2.1.11.4 IGNISCUM® Staudenknöterich

Familie: Polygonaceae (Knöterichgewächse)

Sowohl der Sachalin Staudenknöterich (*Polygonum sachalinense*) Igniscum, als auch der Japanische Staudenknöterich (*Polygonum japonicum*) gehören zur Familie der Knöterichgewächse, bei denen es sich um schnellwüchsige, mehrjährige Pflanzen handelt. Sie bilden mehrjährige Rhizome und können bis zu 4 m hoch werden. Der Japanische Staudenknöterich bevorzugt Böden mit guter Wasser- und Nährstoffversorgung wächst aber auch auf äußerst kargen Standorten. Eine Pflanze/m² ist ausreichend. Japanischer Staudenknöterich stellt keine besonderen Ansprüche an die Vorrüchte. Nur der Acker sollte weitgehend unkrautfrei sein. Der durchschnittliche Ertrag liegt bei ca. 10 t TM/ha. Eine Verwertung über Biogasanlagen ist möglich. Zum Anlegen einer neuen Kultur hat sich die Pflanzung von Rhizomen etabliert. Saatgut läuft, bedingt durch die hiesigen klimatischen Verhältnisse, nur teilweise auf.



IGNISCUM® stammt ursprünglich aus dem östlichen Teil Russlands, die klimatischen Bedingungen erlauben in Deutschland einen Anbau. Die hohe Wachstumsrate ermöglicht bis zu drei Ernten jährlich über einen Zeitraum von gut 20 Jahren, danach müssen die Bestände verjüngt werden. Aufgrund des hohen Brennwertes eignet sich IGNISCUM® in getrockneter Form auch zur Beschickung von Brennöfen. Geerntet wird es analog zu Miscanthus mit einem Feldhäcksler. Erfahrungen haben gezeigt, dass die Pflanze sehr resistent gegenüber Pilzkrankheiten ist. Die Ertragserwartungen liegen bei ca. 20 t Trockenmasse pro ha und Jahr.

Allerdings sei zu erhöhter Vorsicht gemahnt, dass es sich bei beiden Knötericharten um hochinvasive Arten handelt, die nur sehr schwer wieder zu bekämpfen sind.

2.1.11.5 Sandmalve/*Sida hermaphrodita*

Familie: Malvaceae (Malvengewächse)

Bei der Sandmalve handelt sich um eine mehrjährige krautige Pflanze mit einem schnellen Wachstum. Sie erreicht Höhen von bis zu 1,5 m. Ihr Ursprung liegt in tropischen und subtropischen Regionen mit feuchtwarmem Klima. Die Sandmalve lässt sich vielfältig weiter verarbeiten in pelletierter oder brikettierter Form. Auch eine Verwertung zu Methanol ist möglich. In einigen Bereichen kommt die Sandmalve sogar als Heilmittel zum Einsatz.



2.2 Energiepflanzen als Festbrennstoffe

Im Folgenden sollen zwei mögliche Kulturen für die feldmäßige Brennstoffproduktion genauer beschrieben werden. Vor allem die schnellwachsenden Baumarten wie Weide und Pappel, aber auch der Miscanthus stehen aufgrund der hohen Energiepreise derzeit wieder im Mittelpunkt des Interesses.

Die Anbauempfehlungen sollen helfen, Risiken abzuschätzen und die Besonderheiten dieser Dauerkulturen zu erkennen. Wegen der geringen Erfahrungen in der Praxis und des nicht immer gesicherten Absatzweges sollte ein möglicher Anbau genau geplant sein.

2.2.1 Kurzumtriebsplantagen/Schnellwachsende Gehölze

Zur Anlage von Kurzumtriebsplantagen eignen sich Gehölze, die in ihrer Jugend besonders schnell wachsen, früh hohe Biomasseerträge liefern und sich kostengünstig durch Stecklinge vermehren lassen. Pappeln und Weiden, bedingt auch Aspen (nicht über Stecklinge vermehrbar), auf feuchten Standorten auch Birken und Erlen, auf leichten Böden auch Robinien erfüllen diese Anforderungen.

Die am häufigsten verwendeten Arten sind Pappeln und Weiden (s. Bild). Ihre Bodenansprüche sind relativ gering, sofern bislang landwirtschaftlich genutzte Flächen bepflanzt werden sollen. Staunasse Böden sind ungeeignet. Wichtig sind eine gute Durchwurzelbarkeit und die Wasserversorgung, die über ausreichende Niederschläge (möglichst über 500 mm/Jahr, über 300 mm in der Vegetationsperiode) und gute Speicherkapazität des Bodens oder über eine gute Grundwasserversorgung abgesichert sein muss. Weiden haben dabei höhere Ansprüche als Pappeln.



Es werden in erster Linie Balsampappeln (bes. *P. trichocarpa* und *P. maximowiczii* sowie Hybriden) verwendet, Schwarzpappeln (*P. nigra* und *P. deltoides*) stellen höhere Ansprüche an Licht, Wasser und Wärme und sind daher eher als Hybridpartner geeignet. Weiden zeichnen sich durch sehr hohe Anwuchs- und Regenerationsraten sowie durch Frosthärte aus. Häufig verwendet wird die Korbweide (*Salix viminalis*). Standortangepasste, gesunde und wüchsige Sorten mit relativ wenigen Stockausschlägen und Ästen (geringerer Rindenanteil) sind zu bevorzugen. Bei nachfolgender Nutzungsänderung sind erforderliche Rekultivierungsmaßnahmen bei der Kostenkalkulation zu berücksichtigen.

Erträge

80-150 dt TM/ha pro Jahr, in Deutschland werden mit Pappeln im Allgemeinen höhere Erträge erzielt als mit Weiden. Umtriebszeiten alle 3-5 Jahre, Nutzungsdauer ca. 20-30 Jahre.

Anlage

Die Stecklinge/Jungpflanzen (10.000-15.000 Stück/ha bei Hybridpappeln, 15.000-20.000 bei Weiden, bei längerer Umtriebszeit sinkt der Pflanzgutbedarf) werden im Frühjahr gepflanzt. Dazu kann konventionelle landwirtschaftliche Pflanztechnik oder auch Spezialtechnik eingesetzt werden. Bei kleinen Flächen ist die manuelle Pflanzung angebracht. Die Reihenabstände orientieren sich an der vorgesehenen Umtriebszeit und damit an den für den Pflanz- und Pflegemaschineneinsatz erforderlichen Reihenweiten. Für die Ernte von Hackschnitzeln mit Anbau-Mähhackern und Feldhäcksler-Schneidwerken haben sich Reihenabstände von 1,5-2,0 m und Pflanzabstände von 0,5-1,0 m bewährt, für Feldhäcksler-Schneidwerke auch Doppelreihen von 0,75 + 1,5-2,0 m und Pflanzabstände von 0,5-1,0 m.

Pappeln unterliegen dem Forstvermehrungsgutgesetz, es dürfen nur zugelassene Sorten angebaut werden. Empfohlene Sorten sind Hybride 275 (Syn. NE 42), Max (Mehrklonsorte), Androscoggin, Richabel und Muhle Larsen. Noch nicht zugelassen sind P. koreana, 10/85 und 20/85. Für den Anbau von Weide werden die Sorten Björn, Tora, Zieverich, Tordis, Inger und Sven empfohlen.

Eine Einzäunung zum Schutz vor Wildverbiss kann bei kleineren Flächen erforderlich sein.

Düngung

Auf nährstoffreichen Flächen ist zunächst keine Düngung notwendig (Ausnutzung der Nährstoffreserven und der Mineralisation im Boden). Im weiteren Verlauf Ersatz der Entzüge. Weiden reagieren auf N-Düngung eher mit einem Ertragszuwachs als Pappeln.

Kulturpflege

Bereits bei der Bodenvorbereitung sollten Unkräuter bekämpft werden, In der Anfangsphase ist eine mechanische Unkrautbekämpfung vorzunehmen. Zur Pflanzung sollten robuste, krankheitsresistente Sorten gewählt werden. Sortenmischungen verringern die Krankheits- und Schädlingsanfälligkeit des Bestandes.

Ernte

Die Beerntung erfolgt alle 3-5 Jahre in der Vegetationsruhe (Dezember-März) möglichst bei Frost. Wichtig für die Eignung eines Standortes für die Anlage von Kurzumtriebsplantagen ist auch seine Befahrbarkeit im Winter. Zur Beerntung sind spezielle Mäh-Hacker entwickelt worden. Die Hackschnitzel müssen je nach Verwendungszweck nachtrocknen.

Eine ausführliche Informationsbroschüre zu Kurzumtriebsplantagen ist beim Kompetenzzentrum 3 N (Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe) erhältlich.

Die Absatzmöglichkeiten für die Hackschnitzel sollten vor der Anlage der Kurzumtriebsplantage geklärt sein.

Literatur:

KTBL (Hrsg.): Energiepflanzen, Darmstadt 2006

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

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft: Anbautelegramm für Energieholz (Populus und Salix), Jena 02/2008

A. Werner, A. Vetter, G. Reinhold: Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Energieholz; Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena 12/2006

2.2.2 *Miscanthus/Miscanthus x giganteus*

Familie: Poaceae (Süßgräser)

Miscanthus gehört zu den ausdauernden Gräsern und ist in verschiedenen Arten und Sorten in fast jedem Ziergarten vertreten. Eine für die Landwirtschaft interessante Art geht auf die Kreuzung zwischen *Miscanthus sacchariflorus* und *M. sinensis* zurück und ist unter dem Namen „giganteus“ bekannt. Umgangssprachlich wird er auch oft als Riesenchinaschilf oder Elefantengras bezeichnet und wird bis zu 4 m hoch. Er gehört zu den sogenannten C₄-Pflanzen und besitzt dadurch einen sehr leistungsfähigen CO₂-Stoffwechsel, der zu einer hohen Biomasseproduktion beiträgt.



Standortansprüche

Geeignet für den Anbau sind maistaugliche Böden mit guter Wasserversorgung ohne Staunässe und Verdichtungen. Die Böden sollten zudem mindestens mittlere Bodenzahlen (> 50 BP) aufweisen. Mittlere und tiefgründige Braun- oder Parabraunerden mit hohem Humusgehalt haben sich als besonders günstig erwiesen. Schwächere Standorte verringern deutlich den Ertrag [1]. Die Niederschlagssumme sollte in den Monaten April bis August 250 mm nicht unterschreiten und möglichst gleichmäßig verteilt sein. Miscanthus gedeiht bis zu einer Höhenlage von etwa 700 m ü. NN [2]. Wärmere Regionen mit hohen Durchschnittstemperaturen während der Vegetationsperiode und einer langen Vegetationszeit sind zudem besser geeignet, da vor allem im ersten Anbaujahr die Gefahr der Auswinterung überdurchschnittlich hoch ist. Als kritische Temperatur für die Rhizome wurde von der LWG Bayern ein Maximum von -5 °C über 2 Tage in 5 cm Tiefe ermittelt. Jungpflanzen sind davon besonders betroffen.

Pflanzung und Bodenvorbereitung

Gepflanzt wird nach den letzten Spätfrösten Mitte Mai oder nach Vegetationsabschluss auf tief gelockerten Böden. Empfohlen wird eine Pflanzbettvorbereitung mit Pflug, um den Unkrautdruck möglichst weit hinauszuzögern und den Pflanzen beste Bedingungen zu liefern. In den ersten Jahren sollten Wildkräuter mit mechanischen Maßnahmen (Striegeln/Hacken) und ggf. mit Round up im Frühjahr vor dem ersten Austrieb in Schach gehalten werden. Als Pflanzgut stehen in vitro vermehrte Pflanzen, Jungpflanzen aus Teilung/Rhizomvermehrung und Rhizomstücke zur Verfügung. Mittlerweile werden häufig Rhizomstücke gepflanzt, die teilweise mit herkömmlichen Kartoffelpflanzmaschinen eingebracht werden. Der Nachteil dieses Verfahrens sind die recht ungleichmäßigen Bestände und die schlecht einzustellende Pflanzdichte, die bei etwa 1 Pflanze pro m² liegen sollte. Der Vorteil liegt dagegen bei relativ günstigen Kosten für Pflanzgut und Bestellung.

Düngung/Pflanzenschutz

In der Startphase versorgt sich Miscanthus zunächst aus den in den Rhizomen eingelagerten Reserven. Eine Stickstoffdüngung im Pflanzjahr kann die Abreife der jungen Bestände verzögern und somit die Gefahr des Auswinterns erhöhen. Die Notwendigkeit einer Düngung hängt sehr stark vom Standort ab. So ist bei gutem N-Nachlieferungsvermögen oder geringer Wasserverfügbarkeit eine Düngung nicht erforderlich. Ist hingegen eine gute Wasserversorgung und ein geringes Nach-

lieferungsvermögen gegeben, kann mit etwa 5-8 kg N bzw. K pro Tonne geernteter TM gedüngt werden [1]. Zur genauen Bemessung sollten die N_{\min} -Werte des Bodens im Frühjahr aus 0 bis 60 cm Tiefe herangezogen werden.

Gülle ist einsetzbar, problematisch ist jedoch der Blätterteppich, der eine bodennahe Ausbringung nur bedingt möglich macht und N-Abgasungen begünstigt. Eine Ausbringung mittels Injektion ist nicht zu empfehlen, da mit Rhizomverletzungen zu rechnen ist. Regelmäßige Bodenuntersuchungen geben Aufschluss über die Nährstoffdynamik unter den jeweilig vorliegenden Bedingungen (Sorte, Aufwuchsjahr, Standort). Nach der Pflanzung und in den ersten Standjahren ist Miscanthus konkurrenzschwach gegenüber der Begleitflora. Daher sollte bei der Bodenvorbereitung schon auf die Unkrautunterdrückung geachtet werden. Nach der Pflanzung erfolgt eine mechanische Unkrautbekämpfung. Werden die Bestände dichter, muss eine chemische Unkrautbekämpfung erfolgen. Über die aktuelle Zulassungssituation für Pflanzenschutzmittel informiert das zuständige Pflanzenschutzamt.

Ernte/Erträge

Die Ernte erfolgt normalerweise im Winterhalbjahr, vorzugsweise bei Frost in den Monaten Januar bis März, um ein Verdichten des Bodens zu vermeiden. Der TM Gehalt liegt in der Regel bei 70-75 %, was für die Ballenlinie grenzwertig sein kann. Für die Ernte einsetzbar sind Maschinen wie Maishäcksler mit reihenunabhängigem Vorsatz (Häckselgutlinie) oder z. B. Mähbalken/Scheibenmäherwerk, dann Ablage im Schwad und anschließendes Pressen (Ballenlinie).

Zu beachten ist ein etwas höherer Verschleiß an mechanisch beanspruchten Bauteilen. Die Schüttdichte von gehäckseltem Miscanthus ist mit 60 kg/m^3 [3] recht gering, sie führt zu einem hohen Transportvolumen. Die hohen Ertragserwartungen von 15 bis 25 Tonnen TM/ha, die man Anfang der 90er Jahre dem Miscanthus zusprach, konnten in den Versuchen der Landwirtschaftskammer nicht erreicht werden. Im 3. und 4. Anbaujahr wurden auf der LWK Versuchsfläche Dasselsbruch durchschnittlich 87 dt TM/ha, auf dem Standort Borwede durchschnittlich 126 dt TM/ha nach der Überwinterung geerntet. Auch im 5. Versuchsjahr blieben die Erträge der Bestände unter dem Ertragsziel bzw. den Ertragserwartungen.

Ergebnisse der LWG [1] zeigen, dass nach einer erfolgreichen Etablierung auf einem Standort mit 65 Bodenpunkten und guter Wasserversorgung ab dem dritten Anbaujahr auch schon etwa 150 dt TM/ha (1991) erreicht werden können. Im Jahr 2002 konnten auf diesem Standort im Mittel über die Düngungsstufen auch gut 250 dt geerntet werden. Hingegen konnten auf einem Standort mit nur 30 Bodenpunkten über den gesamten Beobachtungszeitraum von 10 Jahren keine 80 dt/ha erreicht werden. Auch mit Düngung konnte der Ertrag nicht über 100 dt gebracht werden. Vor allem geringe Wasserverfügbarkeit im Zeitraum April-August kann auch in älteren Beständen zu erheblichen Mindererträgen führen.

Nutzungsdauer und Rückführung

Die Nutzungsdauer von Miscanthusbeständen liegt bei gut 20 bis 25 Jahren. Danach lassen die Erträge deutlich nach. Eine Rückführung der Fläche nach dem Miscanthusanbau ist mit einigem Aufwand verbunden. So wird der beerntete Bestand z. B. mit einer Fräse überfahren, ggf. auch zweimal und danach werden in mehreren Spritzungen mit z. B. Round up die wiederauskeimenden Rhizome bekämpft. Wann eine weitere Nutzung der Fläche oder auch eine Neuanlage angegangen werden kann, hängt vom Bekämpfungserfolg der verbliebenen Rhizome ab.

Verwertung

Obwohl Miscanthus in gehäckselter oder pelletierter Form vielseitig verwendbar ist, sollten vor einem Anbau der Absatz und damit auch die Art der Ernte und der Aufbereitung geklärt sein.

Miscanthus hat einen Brennwert von 4,5 kWh/kg. 2,5 kg Häckselgut sind von der Energiedichte mit einem Liter Heizöl äquivalent. So kann es z.B. in verschiedenen Varianten (Hackschnitzel, Pelletts) zum Verheizen in speziell für Halmgut geeigneten Öfen energetisch genutzt werden. Auch der Vermarktungsweg von Briketts über Baumärkte, als CO₂-neutraler Biobrennstoff, hat sich in den letzten Jahren stetig weiter entwickelt.

Bei der stofflichen Verwertung liegen sehr gute Erfahrungen als Tiereinstreu (entstaubt) vor, wobei besonders der Einsatz in der Pferdehaltung hervorzuheben ist. Auch Gartenbaubetriebe zeigen ein vermehrtes Interesse Chinaschilf als Gartensubstrat einzusetzen. In der Bauindustrie wird Miscanthus heute schon zum Beispiel als baubiologischer Grundstoff, für Leichtbeton oder Dämmmaterial, genutzt. In Wasserschutzgebieten wird es gerne als extensive "Low Input"-Kultur angebaut, um der Bodenerosion entgegen zu wirken. Bei den Jägern wiederum ist Elefantengras als ökologische Pflanze sehr beliebt, da es sich hervorragend als Rückzugszone von Wild und anderen Lebewesen eignet, die sich während der Winterzeit in diesen geschützten Lebensraum zurückziehen können.

Miscanthus verfügt über ein CO₂-Einsparpotenzial von bis zu 30 Tonnen pro Hektar und Jahr und trägt somit aktiv zum Klimaschutz bei.

Literatur:

[1] LWG Bayrische Landesanstalt für Weinbau u. Gartenbau – Miscanthus als Nachwachsender Rohstoff – Veitshöchheimer Berichte Heft 77 Jodel, Eppel-Hotz, Kuhn 2004.

[2] Internetportal www.miscanthus.de

[3] TLL Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft – Anbautelegramm für Chinaschilf 01/2008, Thüringer Zentrum für Nachwachsende Rohstoffe der TLL, Jena 2008

2.3 Energiepflanzen für die Kraftstoffherzeugung

Auch der Kraftstoffsektor kann und muss zum Erreichen der Klimaschutzziele beitragen. Durch die Beimischung von Biodiesel zum Dieselkraftstoff werden endliche Ressourcen geschont und der Ausstoß von CO₂ verringert. Gleiches gilt für den Zusatz von Ethanol aus Getreide oder Zuckerrüben zu Ottokraftstoffen. Durch EU-Vorgaben, die in den Mitgliedstaaten umgesetzt werden müssen, wird der jeweilige Zumischungsanteil festgesetzt. Da der CO₂-Ausstoß immer weiter verringert werden soll, ist mit der Erhöhung des Biokraftstoffanteils in den mineralischen Kraftstoffen zu rechnen.

In Deutschland wird in erster Linie **Rapsöl** für die Erzeugung von Pflanzenölkraftstoffen eingesetzt. Das Rapsöl fließt dabei überwiegend in die Rapsöl-Methylesterproduktion (RME), der meistens als **Biodiesel** bezeichnet wird. RME kann in beliebigem Verhältnis mit mineralischem Diesel gemischt werden und in dafür freigegebenen Fahrzeugen auch als Reinkraftstoff verwendet werden. Da Ester Lösungsmittel sind, wirken sie jedoch schädlich auf einige Kunststoffe, die im Fahrzeugmotor vorhanden sein können. Deshalb wird RME in Deutschland seit 2004 bis zu 5 % dem mineralischen Diesel beigemischt, was von Dieselmotoren problemlos vertragen wird. 2009 machte Biodiesel mit ca. 2,5 Mio t 4,2 % des Kraftstoffverbrauchs in Deutschland aus. Seit 2009 können auch bis zu 7 % beigemischt werden, dieser Kraftstoff wird als B7 angeboten. In kleinerem Umfang wird auch das Pflanzenöl als Reinkraftstoff in Spezialmotoren verwendet.

Die Ethanolproduktion stellt die zweite Biokraftstoffschiene dar. **Ethanol** wird durch Vergärung von stärke- oder zuckerhaltigen Pflanzen und anschließende Aufbereitung erzeugt. Es werden Ottokraftstoffe gewonnen. Die Rohstoffe werden in Deutschland durch Getreideanbau - hier vor allem Weizen, Triticale und Roggen - erzeugt. In jüngster Zeit kommt auch vermehrt die Zuckerrübe als Rohstofflieferant zum Einsatz. Durch den Einsatz von Enzymen können auch Holz, Stroh und Energiepflanzen vergoren werden. Diese Verfahren ist jedoch noch nicht im großen Maßstab in der Praxis einsetzbar

In Deutschland ist seit 2007 durch das Biokraftstoffquotengesetz eine Beimischung von Bioethanol zum Ottokraftstoff vorgeschrieben. Der Anteil beträgt derzeit 5 vol. % (E5), ab 2011 müssen nach EU-Vorgaben auch Ottokraftstoffe mit einem Bioethanolanteil von 10 vol. % (E10) angeboten werden.

Eine noch nicht praxisreife Entwicklung im Biokraftstoffsektor ist die Herstellung von Kraftstoffen aus Biomasse im sogenannten „**Biomass-to-Liquid**“ (**BtL**) Verfahren. Hierbei können auch cellulosereiche Rohstoffe wie Holz oder Stroh thermochemisch in Synthesegase umgewandelt und anschließend zu flüssigen Kohlenwasserstoffen aufbereitet werden. Hieraus lassen sich mit den bekannten Verfahren der Erdölraffination Diesel und Benzin herstellen, was die zukünftige Versorgung mit Kraftstoffen unterstützen kann.

Quelle: www.bio-kraftstoffe.info, 2010

2.3.1 Raps/*Brassica napus* L.

Familie: Brassicaceae (= Cruciferae, Kreuzblütler)

Bereits im 16. Jahrhundert wurde Raps als landwirtschaftliche Kulturart angebaut. Neben der Nutzung des Rapsöls als Speiseöl wird das Öl zunehmend als Energielieferant, hauptsächlich zur Produktion von Biodiesel, verwendet. Auch die Nutzung als Grundstoff für die chemische Industrie ist möglich. Erucasäure aus Raps wird als Tensid, Weichmacher, Netzmittel oder Emulgator verwendet.



Erträge

Die wichtigste, leistungsfähigste und am besten an norddeutsche Anbaubedingungen angepasste Ölpflanze ist der Raps.

Bei durchschnittlichen Winterrapserträgen von 35 dt/ha, deutlich höhere Erträge sind möglich, und Ölgehalten von 40-45 % können ca. 1.400-1.500 l Rapsöl je Hektar gewonnen werden. Sommerraps liegt im Ertragsniveau bei 15-25 dt/ha.

Qualitätsanforderungen

Für die chemische Industrie ist die **Ölsäure** (C18:1-Fettsäure) im Rapsöl ein wichtiger Rohstoff. Desweiteren ist die **Erucasäure**, deren Anteil am Gesamtfettsäuremuster in erucasäurereichen Rapssorten bis zu 50 % beträgt, für die stoffliche Verwertung in der Industrie interessant. Der Ölgehalt von Raps wird durch die Sorte, den Standort, den Reifegrad des Erntegutes und die Witterungsbedingungen zur Vegetationszeit (Temperatursumme) beeinflusst. Neben der Rapssaat mit ihrem hohen Ölgehalt ist das Rapsschrot mit einem Eiweißgehalt von ca. 35 % ein hochwertiges Nebenprodukt z. B. für die Tierernährung.

Sorten

Der spezifische Ölgehalt der Rapssorten ist zusätzlich zur Ertragsleistung ein wichtiges Qualitätskriterium, das sich auf die Marktleistung des Rapses auswirkt. Ferner sind die Lager- bzw. Krankheitsanfälligkeit der Sorten zu berücksichtigen. Die Ergebnisse der Landessortenversuche Winterraps der Jahre 2008-2010 sind in Tabelle 9 dargestellt. Der ausführliche Versuchsbericht ist bei der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Fachbereich Pflanzenbau, Saatgut und im Internet unter www.lwk-niedersachsen.de erhältlich.

Für den Eruca-Rapsanbau sind spezielle Rapssorten mit einem Erucasäuregehalt von mindestens 40 % zu wählen. Als erucasäurehaltige und glucosinolfreie Winterrapssorten sind Maplus und Marcant zugelassen.

Für den Körnerrapsanbau sind zur Zeit ferner 12 Sommerrapssorten (00-Sorten) in der beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes aufgeführt. Belinda, Kaliber, Sensor, Matilda, Ability, Campino, Pauline, Honorar und Heros zeichnen sich durch überdurchschnittlich hohe Korn- und Ölerträge aus.

Tab. 9: LSV Winterraps 2008 - 2010 – Relativerträge

Sorten - Jahre - Standortgruppen

Standortgruppe Jahr	Marsch			Sandböden Nordwest			Lehmböden Nordwest			Höhenlagen Mitte/ West		
	2008	2009*	2010*	2008	2009*	2010*	2008	2009*	2010*	2008	2009*	2010*
Zahl Versuche **	3	2	3	4	3	4	5	6	6	3	3	3
Züchter												
Elektra H Raps GbR/ Rapool	100	97	101	100	91	98	95	96	95	92	98	97
Ladoga F Nickerson	101	100	93	105	105	100	106	100	98	103	97	98
PR46W31 H EU Pioneer	103	100	105	102	96	100	106	98	101	105	100	107
Cooper F Limagrain	101	98	96	104	98	97	104 ⁴	101	97	106	97	101
Vision F Intersaatzucht	100	101	99	99	107	95	106	103	97	104	101	101
Visby H NPZ/ Rapool	108	104	106	111	110	106	107	104	105	103	107	105
Adriana F Limagrain	103	106	100	103	92	94	110	97	103	99	99	108
PR45D03 H EU Pioneer	98 ⁵	103	98 ²	89	106	—	101	101	96 ⁴	95	101	—
Kadore F KWS	97	—	—	101	102	101	105	97	100	107	96	99
Lorenz F Eckendorf/ Rapool	103	99	100	96	—	—	104 ⁴	98	94	100	—	—
Zeppelin H NPZ/ Rapool	102	100	102	97	—	—	95	—	—	100	—	—
Dimension H DSV/ Rapool	(108)	102	98	(108)	103	103	(108)	105	101	(108)	101	99
Hammer H DSV/ Rapool	(108)	102	99	(108)	97	100	(108)	100	99	(108)	99	95
Galileo F EU SW Seed	(101)	104	99	(101)	99	99	(101)	100	99	(101)	101	98
Goya F EU SW Seed	(106)	98	—	(106)	103	98	(106)	102	95	(106)	100	101
NK Rapster F Syngenta	(102)	99	—	(102)	101	97	(102)	99	97	(102)	102	98
NK Petrol H Syngenta	(106)	98	—	(106)	102	100	(106)	100	—	(106)	103	102 ²
PR46W15 H Pioneer	(105)	101	101	(105)	97	—	(105)	99	99	(105)	100	103
Exocet H EU DSV/ Rapool	(110)	98	—	(110)	92	—	(110)	98	—	(110)	103	101 ²
Hortus H NPZ/ Rapool	(105)	97	—	(105)	103	101	(105)	100	—	(105)	96	—
PR45D04 H Pioneer	(94)	(101)	94	(94)	(101)	96	(94)	(101)	96	(94)	(101)	91
PR46W20 H Pioneer	(106)	(105)	104	(106)	(105)	105	(106)	(105)	104	(106)	(105)	104
Standard dt/ha	51,5	60,5	51,9	44,7	56,2	49,7	48,9	55,4	49,1	52,2	51,7	50,0

Ergebnisse in Klammern stammen aus Wertprüfungen, BSV/EU-Versuchen, wobei die Vergleichbarkeit zu den übrigen Ergebnissen nur eingeschränkt gegeben ist!

H = restaurierte Hybriden F = Freiblühende Sorte

* = Erträge ausschließlich aus Stufen mit Fungizidbehandlung

** = bei Abweichung ist Zahl der Versuche direkt angegeben, z. B. 98²

Fruchtfolge

Raps sollte in der Fruchtfolge nur alle 3 bis 4 Jahre angebaut werden. Er bevorzugt garefördernde, frühzeitig räumende Vorfrüchte wie Frühkartoffeln, Erbsen, Feldfutter, Grünbrache oder Wintergerste. In der Regel steht der Raps nach Wintergerste, oft auch nach Winterweizen (letzteres nur bei früher Ernte sinnvoll). In engen Getreidefruchtfolgen ist der positive Vorfruchteffekt der Blattfrucht Raps zu berücksichtigen. Beim Erucaraps-Anbau ist auf Sortenreinheit zu achten (separate Fruchtfolge erforderlich und getrennte Lagerung).

Produktionstechnik

Der Industrierapsanbau unterscheidet sich hinsichtlich der Produktionstechnik nicht vom Konsumrapsanbau. Wird das Rapsöl in dezentralen Ölmühlen gewonnen, ist für die Nutzung als Kraftstoff der Erntezeitpunkt der Saat zu beachten. Bei hohem Anteil unreifer Samen hat das Öl noch hohe Gehalte an Phosphor, Calcium und Magnesium und eine hohe Säurezahl. Dadurch besteht eine erhöhte Gefahr, dass sich bei der Nutzung Ablagerungen im Motor bilden. In voll ausgereifter Saat sind die Gehalte der genannten Inhaltsstoffe und die Säurezahl gesunken, damit auch die Gefahr der Bildung von Ablagerungen und Korrosion.

Literatur:

P. Emberger,: Bericht aus: Remmele, E; Stotz, K.; Witzelsperger, J.: Gassner, T.: Qualitätssicherung bei der dezentralen Pflanzenölerzeugung, Berichte aus dem TFZ Nr. 12; Straubing, 2007
LWK Niedersachsen: Versuchsergebnisse 2008-10

2.3.2 Zuckerrüben für die Ethanolproduktion

Erläuterungen zu Kulturführung der Zuckerrüben befinden sich in Kapitel 2.1.7.

Die Qualitätsanforderungen an die Zuckerrüben für die Bioethanolproduktion sind die gleichen wie bei der Zuckererzeugung. Gefordert ist ein hoher bereinigter Zuckerertrag.

Für die Ethanolgewinnung aus Zuckerrüben wird der in Zuckerfabriken gewonnene Rohsaft bzw. Dicksaft vergoren und zu Bioethanol aufbereitet. Es ist wie im Biogasbereich mit einem steigenden Bedarf an Zuckerrüben zu rechnen. Derzeit werden in Niedersachsen auf ca. 7.500 Hektar „Ethanolrüben“ angebaut.

2.3.3 Energiegetreide für die Ethanolproduktion

Qualitätsanforderungen

Oberstes Ziel beim Anbau von Ethanolgetreide ist ein möglichst hoher Stärkeertrag, der ausschlaggebend für die Ethanolausbeute ist. Ein hoher Stärkegehalt im Korn korreliert mit einem niedrigen Rohproteingehalt. Da die bei der Ethanolherstellung anfallende Schlempe (bzw. DDGS Dried Distillers Grains with Solubles) als Futtermittel verwertet wird, ist hierfür ein hoher Rohproteingehalt erwünscht. Weizenpartien sollten aber für die Ethanolproduktion in der Regel nicht mehr als 12 % Rohprotein enthalten, also deutlich weniger als Back- und Futterweizen. Sowohl Back- als auch Ethanolroggen sollten nicht mehr als 11 % Rohprotein aufweisen.

Weiterhin sollten neben einer niedrigen bis mittleren Fallzahl (gute Enzymaktivität) auch das TKG und das hl-Gewicht bei Getreide beachtet werden.

Die Korngesundheit spielt bei der Ethanolherzeugung eine bedeutende Rolle. Evtl. enthaltene Mykotoxine durch Fusariumbefall werden durch den Verarbeitungsprozess nicht abgebaut und finden sich anschließend in der Schlempe wieder. Die DON-Gehalte (Deoxynivalenol) sollten unter 0,5-1 mg/kg – je nach Vorgabe des Abnehmers – betragen. Weiterhin sollte Roggen frei von Mutterkorn sein.

Unterschiede zum konventionellen Getreideanbau

Zunächst sollte dem Standort und den Anforderungen des Abnehmers entsprechend die richtige Getreideart gewählt werden. Für leichte Standorte sind hier der Roggen und die Triticale zu wählen, auf besseren Böden der Weizen oder die Triticale. Bei der **Sortenauswahl** sollten ertragreiche, winterharte und standfeste sowie möglichst krankheitsresistente Sorten wie im Nahrungs- und Futtermittelanbau gewählt werden. Weiterhin sind Sorten mit hohen Stärke- sowie niedrigen Rohproteingehalten auszuwählen.

Spezielle Getreidesorten für die Ethanolproduktion sind nicht auf dem Markt, sodass herkömmliche Sorten verwendet werden müssen. Die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft empfiehlt folgende Sorten:

- Weizen:** ertragstarke, winter- und standfeste Sorten, nicht fusariumanfällig, B/C-Weizensorten, stärkereich (niedrige Rohproteingehalte), rohproteinarme A-Sorten
C-Sorten z. B. Hermann, Skalmeje
B-Sorten z. B. Anthus, Buteo, Ephohros, Hybrid, Mulan
A-Sorten z. B. Akrotos, Boomer, Cubus, Jenga, Potenzial
- Triticale:** ertragstarke und -stabile, winter- und standfeste Sorten mit hohen Stärkegehalten und guter Kornausbildung
Sorten z. B. Grenado, SW Talentro, Cando, Benetto
- Roggen:** Hybridsorten empfohlen (TLL)
Visello, Rasant, Hellvus, Askari
Bsp. Populationssorten: Conduct, Recrut
synthetische Sorten: Caroass

Beim Weizen sollte der Bestand so geführt werden, dass er bei hohen Erträgen niedrige Proteingehalte aufweist. Dieses kann insbesondere durch eine ertragsbetonte frühe Stickstoffdüngung ohne Qualitätsgabe erreicht werden.

Weizen und Triticale erzielen mit im Durchschnitt 65-75 % in der TM die höchsten Stärkeerträge. Roggen liegt in der Regel etwa 5 Prozentpunkte darunter.

Die **Stickstoffdüngung** sollte nach N_{\min} und Ernährungszustand bemessen werden. Eine mögliche Düngestrategie auf besseren Standorten für Weizen, ggf. auch Triticale wäre eine nicht zu hohe N-Gabe zum Vegetationsbeginn und eine optimale Schossergabe im Stadium EC 31/32. Bei Roggen und Triticale auf leichteren Standorten sollte die erste Gabe optimal und die zweite leicht reduziert bis zum EC 31/32 erfolgen.

Es sollte generell keine N-Spätdüngung erfolgen. Auf eine organische Düngung im Herbst oder Frühjahr ist zu verzichten.

Die ausreichende Versorgung mit Makro- und Mikronährstoffen sollte wie im Nahrungs- und Futtergetreideanbau erfolgen.

Tab. 10: Rohstoffe zur Ethanolerzeugung und deren Ertrag

Rohstoff	Biomasseertrag (FM) [t/ha]	Kraftstoffertag [l/ha]	erforderl. Biomasse/ l Kraftstoff [kg/l]
Körnermais	9,0	3.740	2,4
Weizen	7,2	2.760	2,6
Roggen	4,9	2.030	2,4
Triticale	5,6	2.230	2,5
Zuckerrüben	58,0	6.250	9,3
Zuckerrohr	73,0	6.380	11,4
Stroh	7,0	2.310	3,0

Quelle: meo/FNR 2010

Literatur:

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft: Agrotechnische Anbauempfehlungen für
Ethanolgetreide

Bodo Stölken, Volker Michel, Gabriele Pienz: Getreide für die Ethanolproduktion,
Agrarportal Mecklenburg Vorpommern

TLL, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft: Anbauverfahren Bioethanolgetreide, Juni 2009

3 Rentabilität des Industrie- und Energiepflanzenanbaus

Neben ethischen Gründen spielt natürlich die ökonomische Attraktivität des Energiepflanzenanbaus eine ganz entscheidende Rolle für die Akzeptanz in der Landwirtschaft. Dank der intensiven Förderung des Einsatzes landwirtschaftlicher Substrate in Biogasanlagen durch das EEG ist hier der inzwischen wichtigste Bereich des Energiepflanzenanbaus herangewachsen.

Darum wird im Folgenden zum Einen die Wirtschaftlichkeit des Energiepflanzenanbaus im Vergleich zum Weizenanbau als dem ansonsten - am Produktionsumfang gemessen - wichtigsten Produktionsverfahren analysiert.

Darüber hinaus wird auf der Basis der inzwischen vorliegenden Versuchsergebnisse mehrerer Standorte analysiert, wie es um die Wettbewerbsfähigkeit alternativ als Substrat in Biogasanlagen einsetzbarer Rohstoffe bestellt ist, um auch nach ökonomisch interessanten Alternativen zum Mais zu suchen.

3.1 Silomais versus Weizen: Wer wird gewinnen?

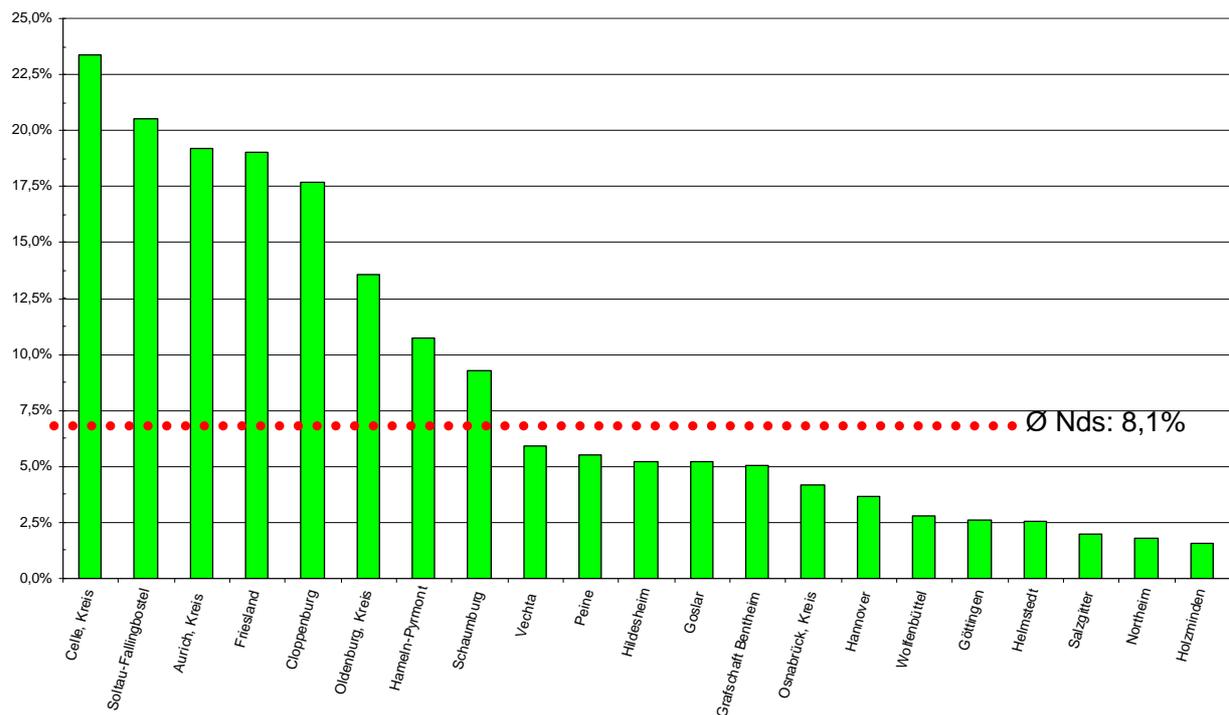
Selbst in Regionen, in denen bislang praktisch kein Mais wuchs, trifft man inzwischen auf lokal hochkonzentrierten Maisanbau, was die Vermutung generiert, dass der Mais inzwischen in fast ganz Niedersachsen eine der Kulturen mit den höchsten regionalen Fruchtfolgenanteilen geworden ist. Ob dies nur „optisch gefühlt“ ist oder ob der Maisanbau tatsächlich den Getreideanbau bereits massiv verdrängt hat und zukünftig noch weiter zurückdrängen wird und wie es um die Rentabilität der anderen Energiepflanzen steht, wird nachfolgend beleuchtet.

3.1.1 Fruchtfolgeanteile der Biogaskulturen

Bis 2007 war niedersachsenweit der Weizen mit über 23% Ackerflächenanteil die bedeutendste Getreideart und Einzelkultur überhaupt. Seit 2009 aber ist der Mais mit inzwischen deutlich über 25% die in Niedersachsen am häufigsten angebaute Ackerfrucht. Da hier aber Körnermais, Corn-Cob-Mix und Silomais für alle Verwendungen summiert werden, geht nicht der gesamte Anbau zulasten der Biogasanlagen, so dass dieser Wert noch nach den Verwertungsrichtungen aufzuschlüsseln ist.

Verlässliche Daten zum Umfang des Energiepflanzenanbaus im Allgemeinen (für Biogasanlagen, zur Rapsdiesel- und Ethanolerzeugung und für andere energetische Zwecke) und zum Substratanbau für Biogasanlagen im Speziellen gibt es praktisch nicht mehr. Mit der Abschaffung der Stilllegung entfiel die Notwendigkeit, im Flächenantrag entsprechende Kreuzchen zu machen. Nachdem nun auch noch die Energiepflanzenprämie, die ohnehin wegen des administrativen Aufwandes längst nicht von allen Anbauern auch beantragt wurde, abgeschafft ist, fehlt im Antrag auch hier das Kreuzchen und uns damit der bislang durch Auswertungen der GAP-Daten erreichbare Überblick über den Anbau- und den Nutzungsumfang.

So hilft nur noch die Schätzung, was etwa an Anbauflächen für Biogassubstrate benötigt wird, um die vorhandenen Anlagen mit ausreichend Substraten bedienen zu können. In der Abbildung 30 wird ausgewiesen, wie viel der in den jeweiligen Landkreisen vorhandenen Ackerflächen erforderlich ist, um den Substratbedarf zu decken. Aufgrund des Baubooms bei Biogasanlagen liegen die in den Landkreisen Celle, Soltau-Fallingb. und Cloppenburg gebundenen Ackerflächenanteile inzwischen bei über 17%. In Aurich und Friesland sind die Anteile zwar ebenso hoch, aber durch weniger Anlagen verursacht, weil in diesen Grünland-Landkreisen die Anteile der Ackerflächen an der Gesamtfläche relativ gering sind und so schon wenige Anlagen hohe Flächenanteile in Anspruch nehmen.



Quelle: Dr. Höher, ML Niedersachsen, 2010

Abb. 30: Durch Biogasanlagen gebundene Anteile der regionalen Ackerflächen

In den intensiven Ackerbauregionen sind die durch Biogasanlagen gebundenen Ackerflächenanteile deutlich geringer. Sie liegen derzeit in Hildesheim bei ca. 5% und in den Kreisen Wolfenbüttel und Salzgitter bei lediglich 2 bis 2,5%.

Als Grund mag vielleicht auch die Tatsache dienen, dass die Wirtschaftlichkeit des Getreidebaus hier deutlich besser ist als in Celle und Soltau-Fallingbostel.

3.1.2 Wirtschaftlichkeit von Biogas-Mais

Neben der Erlössituation wird die Wirtschaftlichkeit auch von den Produktionskosten beeinflusst (s. Tab. 11). Bisher konnten außerhalb der intensiven Veredelungsstandorte oft Verträge abgeschlossen werden, die zu einem Silomaispreis von ca. 28,50 €/t (frei Siloplatte, abgedeckt, netto) führten. Je nachdem, ob der Mais dabei anzuliefern war oder der Anlagenbetreiber die Bergungskosten übernahm, unterscheidet sich der Abrechnungspreis entsprechend.

Werden den bisher üblichen Erlösen von 1.380 €/ha (48,4 t FM/ha) durchschnittliche Produktionskosten gegenübergestellt, so blieb nach Abzug des variablen Aufwands und der Maschinen- und Lohnkosten noch ein Betrag von 362 €/ha übrig. Wenn also andere Kulturen dem Mais Paroli bieten wollen, muss bei ihnen an der Stelle unterm Strich mindestens dasselbe übrig bleiben.

Wenn das allgemeine Agrarpreisniveau ansteigen wird, so ist damit zu rechnen, dass auch sämtliche Kostenpositionen ansteigen werden. Je nach Rahmenbedingungen in der Biogasanlage wird dort eine unterschiedliche Zahlungsfähigkeit entstehen. Zunächst wird den Anlagen ohne Wärmekonzept und ohne Wirtschaftsdünger-Bonus, die man auch als „Mini“-BoAs (= Bonus optimierende Anlage) bezeichnen könnte, bei Maissilagepreisen von etwa 30 €/t die Wirtschaftlichkeit ausgehen. Eine „Normal“-BoA (mit Wirtschaftsdünger-Bonus und etwas Wärmenutzung) kann etwa bis 36 €/t Maissilage schwarze Zahlen schreiben und eine „Super“-BoA (mit Satelliten-BHKW und

gutem Wärmekonzept) kann bis 42 €/t für Maissilage zahlen, bevor sie in wirtschaftliche Schwierigkeiten gerät.

Dementsprechend steigt der mit dem Maisanbau zu erzielende Vergleichsbetrag, an dem andere Kulturen zu messen sind, über knapp 400 €/ha (Maissilagepreis 30 €/t) und 552 €/ha (Maissilagepreis 36 €/t) bis auf 662 €/ha (Maissilagepreis: 42 €/t).

3.1.3 Wie lang bleibt Weizen konkurrenzfähig?

Zur Beantwortung dieser Frage ist es erforderlich zu ermitteln, welchen Preis der alternativ anzubauende Weizen erzielen muss, um den gleichen „Vergleichsbetrag“ wie der Silomais zu erreichen. Dazu ist es zweckmäßig, „rückwärts“ zu rechnen. Dabei werden zum „Vergleichsbetrag“ des Silomaises die Produktionskosten des Weizens addiert.

In der „Standard“-Situation ergibt sich aus 362 €/ha Vergleichsbetrag für Silomais und 1.024 €/ha Produktionskosten des Weizens ein erforderlicher Mindesterloß von 1.386 €/ha (vgl. Tab.12), damit wirtschaftlicher Gleichstand erreicht werden kann. Bei einem angenommenen Weizenertrag von 85 dt/ha entspricht dies einem mindestens zu erzielenden Preis von 16,31 €/dt Weizen (inkl. Zu-/Abschläge, netto).

Um mit der maximalen Zahlungsfähigkeit einer Biogasanlage mit mittlerer Wirtschaftlichkeit, die bis zu 36 €/t Maissilage zahlen könnte, mithalten zu können, ist es erforderlich, daß neben 552 €/ha an Vergleichsbetrag des Silomaises auch noch 1.127 €/ha an Produktionskosten für Weizen abgedeckt werden können. Dazu sind für den Weizen mindestens 19,75 €/dt zu Erlösen. Dies dürfte sich in durchschnittlichen Jahren nicht immer realisieren lassen.

Noch vielmehr gilt das natürlich für den, der gegen eine „Super“-BoA konkurriert. Hier bedarf es eines Weizenpreises von knapp 23 €/dt, um mit Mais, für den bis 45 €/t gezahlt werden kann, mithalten zu können. Wenn dies nicht nur in Einzelfällen passiert und der Anlagenbetreiber wirklich so tief in die Tasche greifen muss, um die benötigten Substrate zu erhalten, wird es zu einer deutlichen Verdrängung des Weizenanbaus kommen. Zurückgehende Anbauflächen bewirken einen Rückgang der Gesamterzeugung und die vermutlich einen Anstieg der Marktpreise, so dass sich im Idealfall ein neuer Gleichgewichtspreis einstellt.

Der Anbauer wird immer der Gewinner sein, weil diese Preise seine Erlöse steigern, egal ob er dann Mais oder Weizen anbaut. Wenn sich die Flächen verknappen, werden die Anlagenbetreiber, die so viel für ihre Substrate zahlen müssen und die aufnehmende Hand, also der Händler, der den Weizen kaufen will, die Verlierer sein, denn sie werden mehr zahlen müssen.

3.1.4 Sind Industrierüben und „NawaRo“-Raps auch Konkurrenten?

Da auf dem Markt für Industrierüben andere Kräfteverhältnisse als beim Biogasmals bestehen, weil hier nur ein großer Abnehmer vielen kleinen Erzeugern gegenüber steht, gestaltet sich die Preisfindung anders. Das erste Vertragsangebot besteht aus einem über 5 Jahre fest kalkulierten Preis von 28,49 €/t Rüben (bei 17,8% Pol.), das sich an einem erwarteten Durchschnittspreis von 160 €/t Weizen (Basis: MATIF-Notierung) orientiert. Wie in der Tabelle 13 dargestellt ist, kann daraus ein Vergleichsbetrag von 327 €/ha ermittelt werden, wenn von den Erlösen die Produktionskosten von 1.573 €/ha abgezogen werden. Unter Berücksichtigung der Produktionskosten im Weizenanbau wird dies erreicht, wenn ein tatsächlicher Erlös von 159 €/t Weizen erzielbar ist. Damit scheint bei dieser Preisrelation ein annäherndes Gleichgewicht zwischen Industrierüben und Weizen zu bestehen.

Daneben gibt es aber auch Verträge mit gleitenden Preisen, die sich an die Preisentwicklung für Weizen anpassen. Bei einer Weizenpreisnotierung von 120 €/t ist

ein Rübenpreis von 26,14 €/t ableitbar, was zu einem Vergleichsbetrag von 249 €/ha führt. Um diesem mit dem Weizenanbau zu erreichen, ist aber ein realer Weizenpreis von ca. 150 €/t notwendig.

Diese Verträge sehen aber auch vor, daß der Rübenpreis auf 30,76 €/t steigt, wenn die Weizenkontrakte an der MATIF Notierungen von 200 €/t erreichen. Die „Rückwärts“-Rechnung führt aber zu dem Ergebnis, daß die wirtschaftliche Attraktivität schon ab einem Preis von 164 €/t zugunsten des Weizens ausfallen wird.

Wenn also das Preisniveau für Getreide sinkt, so wirkt ein Industrierübenvertrag auf die Erlös- und Gewinnentwicklung stabilisierend und ausschlagdämpfend, während der Industrierübenpreis bei steigenden Getreidepreisen nicht mitzieht und der Rübenanbau dann an Attraktivität einbüßt. Somit werden einerseits bei sinkenden Preisen sowohl die Risiken aber leider bei steigenden Preisen auch die Chancen deutlich reduziert.

Im Vergleich zu Raps mit einem mittleren Ertragsniveau von 40 dt Raps/ha und einem Preisniveau von 28 €/dt ist der Weizenanbau schon ab einem Preis von 129 €/t wirtschaftlicher. Wenn der Rapspreis auf 40 €/dt ansteigt, reicht im Weizenanbau schon ein Preis von 154 €/t für wirtschaftlichen Gleichstand. Kann von einem höheren Rapserttrag (48 dt/ha) ausgegangen werden, so wird beim Rapspreis von 280 €/t die wirtschaftliche Gleichheit erst bei 146 €/t Weizen erreicht. Steigt das Preisniveau bei Raps auf 400 €/t Rapssaat an, so liegt der Schwellenpreis für den Weizenanbau bei 181 €/t.

3.1.5 Zwischenfazit

Mit der Zahlungsfähigkeit der schlecht aufgestellten Biogasanlagen kann der Weizenanbau locker mithalten. Gegen die hinsichtlich der Bonuszahlungen und der Wärmenutzung optimierte Anlagen hat der Weizenanbau aber praktisch keine Chance und selbst die auf mittelmäßigen Konzepten basierenden Biogasanlagen dürften dank der durch die 2. Novelle des EEG im Durchschnitt eine bessere Wirtschaftlichkeit als der Weizenanbau aufweisen.

Ein über 5 Jahre festgeschriebener Industrierübenvertrag mag beim aktuellen Preisniveau unattraktiv erscheinen, weil er lediglich einen Getreidepreis von etwa 160 €/t absichert. Wer glaubt, dass die Preishausse diesmal länger anhält und es nun doch zu einem goldenen Jahrzehnt für die Landwirtschaft führt, sollte nicht nur vom Festvertrag sondern vom Industrierübenanbau insgesamt Abstand nehmen. Wer aber das Ende schon in spätestens 2 Jahren erwartet, sollte das Festvertragsangebot annehmen und so das Preisrisiko zu den mittel-/langfristig durchaus attraktiven Konditionen für längere Zeit ausschalten.

Die Wirtschaftlichkeit im Anbau von („NawaRo“)-Raps entwickelt sich annähernd parallel zu der des Weizenanbaus. Tendenziell ist der Rapsanbau auf hohem Ertragsniveau und bei moderaten Preisniveau die bessere Karte, bei maximal durchschnittlicher Ertragserwartung im Raps hat der Weizen die Nase vorn; und je höher dann das Preisniveau steigt, desto weiter.

3.2 Gibt es für Biogasanlagen Alternativen zum Silomais?

Aufgrund der hohen ökonomischen Attraktivität stellt Silomais derzeit für Biogasanlagenbetreiber das in den meisten Fällen mit deutlichem Abstand interessanteste Substrat zur Gaserzeugung dar. Dadurch etabliert sich der Maisanbau derzeit auch in den Regionen, in denen er bislang aufgrund allenfalls geringer Rinderhaltung praktisch nicht zu finden war.

Während geringe Fruchtfolgeanteile noch als Auflockerung des Landschaftsbildes empfunden werden, entsteht in den Gebieten, wo viele Biogasanlagen gebaut wurden (z. B. Soltau-Fallingb. oder Celle), bei Fruchtfolgeanteilen, die vielfach bereits deutlich

über 40% ausmachen, eine intensive Diskussion darüber, wie viel Mais die Landschaft und „das Auge“ vertragen können. Niedersachsenweit hat der Maisanbau mit insgesamt mehr als 25% Anbauanteil auf den Ackerflächen bereits seit 2008 die bisher häufigste Kultur Weizen (\emptyset ca. 23,5% der AF) überholt, Abstand weiter zunehmend, da der Maisanbau sich immer noch ausdehnt.

Dies lässt die Suche nach anderen Kulturen bzw. Nutzungen vornehmlich der Ackerflächen sinnvoll erscheinen, um so ökonomisch annähernd konkurrenzfähige Alternativen zum Mais zu suchen und dadurch einseitige Fruchtfolgen mit gesellschaftlichen Akzeptanzproblemen und langfristigen Folgeschäden zu vermeiden.

Auf der Basis von Daten aus den inzwischen mehrjährigen Versuchen an den Standorten Poppenburg (Landkreis Hildesheim), Rockstedt (LK Rotenburg/Wümme) und Werlte (LK Emsland) zum Anbau von Silomais und Alternativfrüchten soll im folgenden eine vorläufige ökonomische Bewertung einzelner Kulturen im Haupt- und Zweifruktanbau vorgenommen werden.

3.2.1 Versuchsergebnisse am Standort Poppenburg (Landkreis Hildesheim)

Auf den „guten“ Ackerbaustandorten hat die betriebstragende Wirtschaftlichkeit des Zuckerrübenanbaus bis 2007 die Suche nach gewinnbringenden Alternativen in der Landwirtschaft praktisch verhindert. Seit der Reduzierung von deren wirtschaftlichen Vorteilen durch die EU-Agrarmarktreformen und durch die 2. Novellierung des EEG zum 1.1.2009 gibt es auch auf den Hohertragsstandorten vermehrt Betriebe, die mit Biogasanlagen ihr Geld verdienen (wollen). Aufgrund dieser Entwicklung wurden auch für diese Standorte Versuche angelegt, mit denen das Ertragspotenzial verschiedener Substratkulturen und Anbaukombinationen untersucht wird.

Aus den Ertrags- und Aufwandsdaten der Jahre 2007 bis 2009 wurden für Poppenburg (ertragsstarker Bördestandort) die Durchschnittswerte ermittelt und teilweise hochgerechnet, wie sich die Ertrags- und Aufwandsseite für Silomais, Sudangras, Zuckerhirse und Sonnenblumen als Hauptfrucht sowie Silomais, Sudangras und Sonnenblumen im Zweifruktanbau nach Roggen als Ganzpflanzensilage (GPS) bzw. Grünroggen (früherer Schnittermin) darstellt. Neben den Masseerträgen wurden aber auch die für den Substratnutzer viel wichtigeren Gas- bzw. Methanerträge (allerdings nur auf rechnerischer Basis) ermittelt.

Dabei wurden für die Saatgut-, Dünger- und Pflanzenschutzmittelkosten die tatsächlichen Durchschnittswerte angesetzt und durch Pauschalwerte für die Maschinenkosten, die sonstigen Kosten sowie die Flächen- und die Arbeitsentlohnung ergänzt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 14 dargestellt.

Danach liefert der Anbau von Silomais nach Grünroggen mit (rechnerischen) 8.023 m³ Methan pro Hektar den höchsten Gasertrag, gefolgt von Silomais nach Roggen-GPS mit 7.052 m³/ha und Sudangras nach Roggen-GPS mit 6.714 m³/ha an Methan. Erst dann folgt der Mais im Hauptfruchtanbau mit 6.568 m³/ha an Methan. Weil aber der Zwei-Kultur-Anbau deutlich höhere Produktionskosten pro Hektar aufweist, hat der Silomais schon bei den Kosten pro dt FM deutlich aufgeholt und liefert mit 7,10 €/dt TM dann doch das preiswerteste Substrat. Dieser Vorsprung bleibt auch bei der Umrechnung auf die Bereitstellungskosten pro m³ Methan bzw. pro kWh Gesamtenergie erhalten, die mit 0,0273 €/kWh durch Silomais am günstigsten erzeugt werden kann. Mit deutlichem Abstand folgen die Zwei-Kultur-verfahren „Grünroggen und Silomais“ (+10,5%) und „Roggen-GPS und Sudangras“ (+11,1%), bevor mit Sudangras (+12,5%) die nächste Hauptfruchtkultur folgt.

Vor dem Hintergrund zunehmender Flächennachfrage und damit einhergehender Steigerungen der Pachtpreise werden die Kulturen mit höheren Erträgen zunehmend interessanter, auch wenn diese aktuell noch mit höheren Stückkosten produziert werden.

Hier ist die Frage zu klären, wie hoch die Pachten steigen müssten, damit unter sonst unveränderten Kostenstrukturen diese Kulturen bzw. Anbauverfahren ökonomisch konkurrenzfähig werden. Am Standort Poppenburg ist diese Analyse für 3 Alternativen möglich, weil diese höhere Erträge liefern. Die Ergebnisse zeigen aber, dass die Pachten auf mehr als 1.285 €/ha steigen müssten, damit statt Silomais dann „Grünroggen und Silomais“ angebaut würde. Alle anderen Ergebnisse dieser Betrachtung sind rein rechnerisch, und (zum Glück) praxisfern.

Allerdings bringt diese Alternative keine wesentliche Entlastung in der Fruchtfolge; rechnerisch mag zwar ein Fruchtfolgeglied mehr vorhanden sein, die „optisch gefühlte“ Wahrnehmung im Herbst ist anders: „Auch hier steht jetzt schon wieder Mais“.

3.2.2 Versuchsergebnisse am Standort Rockstedt (Landkreis Rotenburg/Wümme)

Die nach dem oben beschriebenen Schema berechneten Ergebnisse für Rockstedt, einem trockenen Sandstandort (Geest), sind in der Tabelle 15 dargestellt. Auffällig ist hier, dass es zum Silomaisanbau praktisch keine Alternative gibt, die ein vergleichbares Ertrags- und Bereitstellungskostenniveau erreicht.

Hinsichtlich der erreichbaren Erträge kann lediglich die Kombination aus „Grünroggen und Silomais“ fast mithalten, sie ist jedoch um etwa 410 €/ha teurer.

Die Betrachtung der Bereitstellungskosten pro m³ Methan bzw. pro kWh Gesamtenergie ergibt, dass Sudangras zwar nach dem Mais die nächst günstigste Alternative darstellt, aufgrund des deutlich geringeren Flächenertrages aber mit fast 30% höheren Kosten. Somit gibt es auf diesem Standort derzeit aus ökonomischer Sicht zum Mais absolut keine Alternative. Im Vergleich zum Standort Poppenburg fallen die um 7,7% höheren Bereitstellungskosten auf.

3.2.3 Versuchsergebnisse am Standort Werlte (Landkreis Emsland)

Auf dem nährstoff- und wassereichen Sandstandort Werlte lässt sich für Silomais aus Ø 535 dt/ha Frischmasse ein Methanertrag von 5.095 m³ errechnen. Damit ist Mais als Hauptfrucht auch hier die attraktivste Kultur, allerdings liefern hier sämtliche Zwei-Kultur-Verfahren mit Roggen-GPS ebenso wie der Anbau von Mais nach Grünroggen höhere Gaserträge pro Hektar (s. Tab. 16).

Trotz der höheren Erträge schaffen es diese intensiveren Landnutzungsformen bislang dennoch nicht, die Einheit Methan bzw. Gesamtenergie kostengünstiger zu erzeugen als der Hauptfruchtanbau von Mais. Mit Substratkosten von 0,29 €/m³ Methan ist die Energiebereitstellung allerdings schon 15% teurer als in Poppenburg.

Auch hier kann für die Nutzungsformen, die höhere Erträge liefern, ein Pachtprice berechnet werden, ab dem sie gegenüber der Hauptfrucht Silomais konkurrenzfähig werden würden. Für die Kombination aus Silomais nach „Grünroggen“ reicht ein Pachtprice-niveau von etwa 1.076 €/ha aus, damit sich der intensivere Anbau durch seinen Mehrertrag auch rechnet. Für die Kombination aus „Roggen-GPS und Silomais“ liegt diese Pachtprice-grenze bei 1.448 €/ha.

Da aber in diesen beiden „Ersatz-Fruchtfolgegliedern“ ebenfalls Mais angebaut wird, würde es optisch auch hier keine Entzerrung der Fruchtfolge geben.

Tab 11: Wirtschaftlichkeit des Silomaisanbaus in Erlösszenarien

Erlös €/t FM (32% TM)	28,50 €/t	30,00 €/t	36,00 €/t	45,00 €/t
Silomais (15,5 t TM/ha)	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Erlöse	1.380	1.453	1.744	2.180
Saatgut	170	175	193	241
Dünger	34	35	38	48
Pflanzenschutz	86	89	97	122
Sonstiges	91	109	137	193
variable Maschinenkosten	365	377	416	526
Masch.-Festkosten	172	177	195	244
Zinsanspruch 6%	17	18	20	25
Lohn(-anspruch) 17 €/AKh	84	86	95	119
Vergleichsbetrag	362	388	552	662

Tab 12: Mindestpreise für Weizen in Konkurrenz zum Silomais

	Einheit	Weizenertrag 85 dt/ha		
	€/t	28,50	36,00	45,00
Silomaispreis	€/t	28,50	36,00	45,00
Vergleichsbetrag Silomais	€/ha	362	552	662
Saatgut	€/ha	65	72	81
Dünger	€/ha	225	248	281
Pflanzenschutzmittel	€/ha	185	204	231
sonstige variable Kosten	€/ha	10	11	13
variable Maschinenkosten	€/ha	192	211	240
feste Maschinenkosten	€/ha	190	209	238
Zinsanspruch	€/ha	18	20	23
Lohnanspruch 17,00 €/AKh	€/ha	139	153	174
erforderlicher Erlös	€/ha	1.386	1.679	1.942
	€/dt	16,31	19,75	22,85

Tab 13: Vergleich von Industrierüben und NawaRo-Raps mit Weizen

Ertragsniveau	670 dt Industrie-Rüben/ha (17,8% Pol.)			40 dt Raps/ha		48 dt Raps/ha		
	Festvertrag 160 €/t	Vertrag mit Preisleitklausel 120 €/t 140 €/t 200 €/t		€ /ha	€ /ha	€ /ha	€ /ha	
Weizenpreis (Matif notiert)	28,49 €/t	26,14 €/t	27,09 €/t	30,76 €/t	28 €/dt	40 €/dt	28 €/dt	40 €/dt
Rüben-/Rapspreis	€ /ha	€ /ha	€ /ha	€ /ha	€ /ha	€ /ha	€ /ha	€ /ha
Erlöse	1.900	1.743	1.807	2.052	1.120	1.600	1.344	1.920
Saatgut	160	152	155	171	60	75	69	86
Dünger	285	271	276	305	255	319	295	369
Pflanzenschutz	235	223	228	251	145	181	145	181
Sonstiges	33	31	32	35	31	41	35	47
variable Maschinenkosten	570	542	553	610	210	263	216	270
Masch.-Festkosten	165	157	160	177	189	236	195	243
Zinsanspruch 6%	35	33	34	37	25	32	27	34
Arbeits-Bedarf	90	86	87	96	133	166	143	179
Vergleichsbetrag	327	249	281	368	72	288	218	510
real nötiger Weizenpreis	159 €/t	150 €/t	154 €/t	164 €/t	129 €/t	154 €/t	146 €/t	181 €/t

Tab 14: Ökonomische Bewertung der Ergebnisse am Standort Poppenburg (HI)

		Silo- mais	Sudan- gras	Zucker- hirse	Sonnen- blumen	Roggen-GPS +			Grünroggen +		
						Silo- mais	Sudan- gras	Sonnen- blumen	Silo- mais	Sudan- gras	Sonnen- blumen
Frischmasse	dt/ha	679,0	567,4	724,2	655,0	923,2	812,3	925,0	1.014,4	965,2	995,8
TM-Ertrag	dt/ha	232,4	167,4	178,6	146,1	254,2	251,8	243,1	293,1	253,6	213,4
Gasertrag (12 % Verluste)	m ³ /ha	12.631	8.086	8.630	6.015	13.397	12.746	11.772	15.351	12.185	9.325
Methanertrag	m ³ CH ₄ /ha	6.568	4.205	4.488	3.429	7.052	6.714	6.303	8.023	6.376	5.154
Saatgut	€/ha	170	63	76	114	235	128	176	217	110	157
Dünger	€/ha	107	72	70	73	119	100	104	136	111	77
Pflanzenschutzmittel	€/ha	86	22	22	48	91	83	97	78	37	47
Sonst. Direktkosten	€/ha	111	92	113	102	152	138	151	167	157	158
variable Maschinenkosten	€/ha	505	441	533	483	743	677	738	801	769	787
Maschinen-Festkosten	€/ha	146	141	151	139	258	250	252	266	260	263
Sonstiges	€/ha	22	16	18	18	30	25	28	31	27	28
Lohnanspruch	€/ha	137	126	142	135	230	219	230	239	234	238
Fest- und Gemeinkosten	€/ha	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
Saldo Pacht - Prämie	€/ha	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280
Vollkosten	€/ha	1.650	1.337	1.490	1.477	2.224	1.986	2.143	2.300	2.069	2.119
Produktionskosten	€/dt FM	2,43	2,36	2,06	2,26	2,41	2,45	2,32	2,27	2,14	2,13
	€/dt TM	7,10	7,99	8,34	10,11	8,75	7,89	8,81	7,85	8,16	9,93
	€/m ³ CH ₄	0,25	0,32	0,33	0,43	0,32	0,30	0,34	0,29	0,32	0,41
€/kWh Gesamtenergie		0,0273	0,0346	0,0361	0,0468	0,0343	0,0322	0,0369	0,0312	0,0353	0,0447
Variante besser, wenn Pacht größer als €/ha:						6.138	13.502		1.285		

Tab 15: Ökonomische Bewertung der Ergebnisse am Standort Rockstedt (ROW)

		Silo- mais	Sudan- gras	Zucker- hirse	Sonneh- blumen	Roggen-GPS +			Grünroggen +		
						Silo- mais	Sudan- gras	Sonnen- blumen	Silo- mais	Sudan- gras	Sonnen- blumen
Frischmasse	dt/ha	589,9	507,3	486,0	548,1	627,6	573,8	623,3	626,4	542,0	521,3
TM-Ertrag	dt/ha	195,7	141,5	121,8	131,2	173,0	172,5	165,1	198,0	154,8	144,7
Gasertrag (12 % Verluste)	m ³ /ha	10.633	6.838	5.886	5.402	9.181	8.643	7.730	10.342	7.431	6.342
Methanertrag	m ³ CH ₄ /ha	5.529	3.556	3.061	3.079	4.820	4.540	4.161	5.407	3.893	3.500
Saatgut	€/ha	136	63	76	114	201	128	176	217	110	157
Dünger	€/ha	92	85	49	52	100	99	80	134	81	93
Pflanzenschutzmittel	€/ha	69	27	27	60	75	61	83	75	61	83
Sonst. Direktkosten	€/ha	97	83	79	87	109	102	108	111	97	93
variable Maschinenkosten	€/ha	449	401	386	424	556	530	552	552	508	493
Maschinen-Festkosten	€/ha	138	133	130	136	228	230	227	226	225	222
Sonstiges	€/ha	19	15	14	17	23	21	22	24	19	21
Lohnanspruch	€/ha	128	120	118	124	200	195	200	200	191	189
Fest- und Gemeinkosten	€/ha	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
Saldo Pacht - Prämie	€/ha	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280
Vollkosten	€/ha	1.493	1.292	1.243	1.379	1.858	1.730	1.813	1.904	1.657	1.716
Produktionskosten	€/dt FM	2,53	2,55	2,56	2,52	2,96	3,02	2,91	3,04	3,06	3,29
	€/dt TM	7,63	9,13	10,21	10,51	10,74	10,03	10,98	9,62	10,70	11,86
	€/m ³ CH ₄	0,27	0,36	0,41	0,45	0,39	0,38	0,44	0,35	0,43	0,49
	€/kWh Gesamtenergie	0,0294	0,0395	0,0442	0,0487	0,0419	0,0414	0,0474	0,0383	0,0463	0,0533
Variante besser, wenn Pacht größer als €/ha:											

Tab 16: Ökonomische Bewertung der Ergebnisse am Standort Werlte (EL)

		Silo- mais	Sudan- gras	Zucker- hirse	Sonnen- blumen	Roggen-GPS +			Grünroggen +		
						Silomais	Sudan- gras	Sonnen- blumen	Silomais	Sudan- gras	Sonnen- blumen
Frischmasse	dt/ha	535,3	473,3	526,1	501,4	876,4	760,3	835,3	992,2	839,4	826,2
TM-Ertrag	dt/ha	180,3	144,4	127,2	120,1	243,2	227,1	225,2	269,0	200,1	184,2
Gasertrag (12 % Verluste)	m ³ /ha	9.798	6.978	6.145	4.945	12.849	11.487	10.830	14.121	9.611	8.046
Methanertrag	m ³ CH ₄ /ha	5.095	3.629	3.196	2.819	6.757	6.049	5.805	7.377	5.032	4.448
Saatgut	€/ha	136	63	76	114	216	143	191	222	115	162
Dünger	€/ha	112	96	100	64	82	101	76	148	142	108
Pflanzenschutzmittel	€/ha	71	52	52	88	212	156	214	138	84	151
Sonst.Direktkosten	€/ha	89	79	84	80	145	130	139	162	137	134
variable Maschinenkosten	€/ha	420	381	414	399	706	650	695	781	689	681
Maschinen-Festkosten	€/ha	138	132	137	134	247	250	256	259	248	248
Sonstiges	€/ha	19	15	16	17	31	27	30	33	26	28
Lohnanspruch	€/ha	123	116	122	119	225	214	221	237	222	220
Fest- und Gemeinkosten	€/ha	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
Saldo Pacht - Prämie	€/ha	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280
Vollkosten	€/ha	1.472	1.299	1.365	1.381	2.229	2.035	2.186	2.345	2.028	2.097
Produktionskosten	€/dt FM	2,75	2,74	2,60	2,75	2,54	2,68	2,62	2,36	2,42	2,54
	€/dt TM	8,16	8,99	10,73	11,50	9,17	8,96	9,71	8,72	10,14	11,38
	€/m ³ CH ₄	0,29	0,36	0,43	0,49	0,33	0,34	0,38	0,32	0,40	0,47
	€/kWh Gesamtenergie	0,0314	0,0389	0,0464	0,0533	0,0359	0,0366	0,0409	0,0345	0,0438	0,0512
Variante besser, wenn Pacht größer als	€/ha:					1.448	2.134	4.250	1.076		

Tabelle 17: Produktionstechnische Hinweise Energiepflanzen - Übersicht

Fruchtart	optimale Aussaatstärke/ Pflanz./m ² bzw. kg/ha	optimale Saat-/ Pflanzzeit	Saattiefe cm	Düngung N-Sollwert kg/ha ¹⁾	Grunddüngung/ Gehaltsklasse C		
					P ₂ O ₅	K ₂ O kg/ha	MgO
Silomais	7 - 11 Pflz./m ²	Mitte April/Anf. Mai	3 - 6	180	110 - 80	230 - 160	40
Wintergerste	250 - 330 Pflz./m ²	Mitte Sept/Anf. Okt.	2 - 3	180	80 - 50	150 - 90	40
Winterroggen	180 - 280 Pflz./m ²	Mitte Sept/Anf. Okt.	2 - 3	150	80 - 50	150 - 90	40
Triticale	220 - 320 Pflz./m ²	Ende Sept/Mi. Okt.	2 - 3	190	80 - 50	150 - 90	40
Winterweizen	250 - 450 Pflz./m ²	Ende Sept/Anf. Dez.	2 - 3	200	80 - 50	150 - 90	40
Zuckerhirse	20 - 25 Pflz./m ²	Mitte Mai/Ende Juni	3 - 4	160 - 140	90 - 70	150 - 120	30 - 15
Sudangras	50 - 75 Pflz./m ²	Mitte Mai/Ende Juni	2 - 3	160 - 140	90 - 70	150 - 120	30 - 15
Sonnenblumen	7 - 8 Pflz./m ²	Ende Mrz/Anf. April	3 - 5	120 - 80	80 - 60	200 - 140	60 - 40
Ackerfutter	25 - 45 kg/ha	Aug/Sept	1 - 3	bis 320 ¹⁾	110-80 ¹⁾	380-290 ¹⁾	60
Zuckerrüben	8,5 - 9,5 Pflz./m ²	Ende März/Mi. Apr.	2 - 3	160	100 - 70	380 - 290	80
Winterraps	40 - 55 Pflz./m ²	Mitte Aug/Anf. Sept	2 - 3	200	80 - 50	200 - 140	40
Dauerkulturen							
Durchwachsene Silphie	4 Pflz./m ²	Mitte Mai/Mitte Juni	Ballen- tiefe	160 - 150	70 - 55	240 - 180	120 - 80
Topinambur	4 - 5 Pflz./m ²	Anf.März/April	5 - 7	120 - 80	70 - 60	300 - 250	30 - 20
schnellw. Gehölze	1 - 2 Pflz./m ²	Frühjahr	15 - 20	³⁾	³⁾	³⁾	³⁾
Miscanthus	1 - 2 Pflz./m ²	Mai/Anfang Juni	8 - 10	1. Jahr: 50, ab 2. Jahr 80 - 100	100	120	80

1) = Je nach dem N_{min}-Wert des Bodens, den Standorteigenschaften, der Vorfrucht und dem Nachlieferungsvermögen des Bodens müssen die N-Düngergaben den N-Sollwerten angepasst werden. Bei einigen Kulturen müssen die Sollwerte durch weitere Versuche noch bestätigt werden.

2) = Die Höhe der N, P,K-Düngung ist abhängig von der Nutzungsintensität und der Mischungs-zusammensetzung des Bestandes. Leguminosen/Grasgemenge benötigen eine deutlich geringere N-Düngung.

3) = Für die schnellwachsenden Gehölze ist auf nährstoffreichen Flächen zunächst keine Düngung notwendig (Ausnutzung der Nährstoffreserven und der Mineralisation im Boden). Im weiteren Verlauf Ersatz der Nährstoffzüge nach der Ernte. Weiden reagieren auf N-Düngung eher mit einem Ertragszuwachs als Pappeln, hierzu werden derzeit von verschiedenen Versuchsanstalten Düngungsversuche durchgeführt.

Weiterführende Literatur

Die verwendete Literatur wurde jeweils am Ende eines Kapitels angegeben. Hier sind noch einige umfassendere Quellen aufgelistet, die weitergehende Informationen enthalten.

P. Emberger: Bericht aus: Remmele, E; Stotz, K.; Witzelsperger, J.: Gassner, T.: Qualitätssicherung bei der dezentralen Pflanzenölerzeugung, Berichte aus dem TFZ Nr. 12, Straubing 2007

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR, Hrsg.): Marktanalyse Nachwachsende Rohstoffe, Gülzow 2006

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe Teil II(FNR, Hrsg.): Marktanalyse Nachwachsende Rohstoffe, Gülzow 2007

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

KTBL, ATB Bornim (Hrsg.): Energiepflanzen, Darmstadt 2006

KTBL (Hrsg.), Faustzahlen Biogas, 2. Auflage, Darmstadt 2009

Vetter, Heiermann, Toews (Hrsg.): Anbausysteme für Energiepflanzen; DLG Verlag Frankfurt/Main 2009

LWK Niedersachsen: Pflanzenbau und Pflanzenschutz, Empfehlungen 2010

LWK Niedersachsen: Veröffentlichungen der Versuchsergebnisse und Anbauempfehlungen der Fachbereiche Pflanzenbau, Saatgut und Grünland und Futterbau 2007-2010

Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg, Veröffentlichungen des LTZ

Technologie- und Förderzentrum des Bayerischen Staatsministeriums für Landwirtschaft und Forsten, Veröffentlichungen des TFZ

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Veröffentlichungen der TLL

A. Werner, A. Vetter, G. Reinhold: Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Energieholz; Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena 12/2006

Kontaktadressen

	Tel.	Fax.
Landwirtschaftskammer Niedersachsen Standort Hannover Johannsenstraße 10 30159 Hannover		
FB 3.8 Pflanzenbau, Saatgut Gesche Rieckmann Gesche.Rieckmann@lwk-niedersachsen.de	0511/3665-1446	0511/3665-1531
FB 3.9 Grünland und Futterbau Carsten Rieckmann Carsten.Rieckmann@lwk-niedersachsen.de	0511/3665-1357	0511/3665-1500
FB 3.1 Unternehmensberatung, Betriebswirtschaft Dr. Mathias Schindler Mathias.Schindler@lwk-niedersachsen.de	0511/3665-1350	0511/3665-991350
3N Kompetenzzentrum Niedersachsen- Netzwerk- Nachwachsende Rohstoffe Kompaniestraße 1 49757 Werlte Dr. Marie-Luise Rottmann-Meyer Rottmann@3-n.info Reent Martens Reent-Martens@3-n.info info@3-n.info	05951/9893-0 05951/9893-12 05951/9893-14	05951/9893-11
Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung Calenberger Str. 2 30169 Hannover poststelle@ml.niedersachsen.de	0511/120-0	0511/120-2385
BLE Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung Nachwachsende Rohstoffe: Ref. 411 und 412 Deichmanns Aue 29 53179 Bonn	0228/6845-0	0228/6845-3444
FNR Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. Hofplatz 1 18276 Gülzow info@fnr.de	03843/6930-0	03843/6930-102

Weiterführende Internetadressen

www.lwk-niedersachsen.de Landwirtschaftskammer Niedersachsen

www.3-n.info 3N Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe

www.ml-niedersachsen.de Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung

www.erneuerbare-energien-niedersachsen.de

www.fnr.de Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

www.ble.de Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung

(Die Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.)

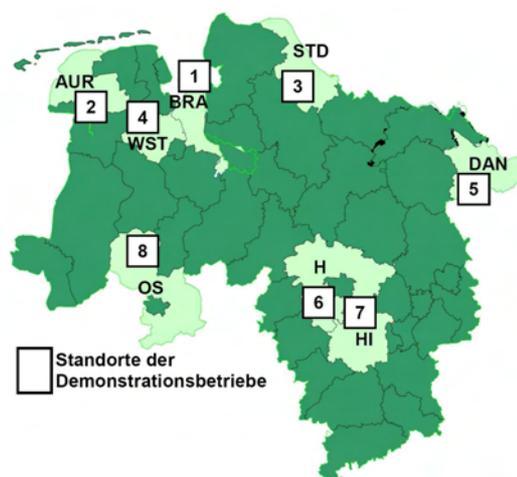
Regionale Bioenergieberatung Niedersachsen



Seit dem 01. September 2009 fördert das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) die Maßnahmen „Regionale Bioenergieberatung und Öffentlichkeitsarbeit Energiepflanzen“. Bundesweit bieten 12 regionale Beratungsteams kostenlos Informationen und Beratung an. In Niedersachsen nimmt diese Aufgabe die Landwirtschaftskammer Niedersachsen gemeinsam mit dem 3N - Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe wahr.

Ziel ist es, das Image und die Akzeptanz der Bioenergienutzung in der Öffentlichkeit zu verbessern und eine regionale Vernetzung von Beratungsstellen, Kommunen, Institutionen, Unternehmen und Verbänden voranzutreiben. Hierbei bestehen enge Kontakte mit den Bioenergieregionen und insgesamt 8 Demonstrationbetrieben in ganz Niedersachsen, um Synergieeffekte besser nutzen zu können. Durch die Einbeziehung dieser „Biomassehöfe“ können sich Bioenergie-Interessierte durch z.B. Exkursionen einen Eindruck davon schaffen, wie effiziente Energie-Konzepte in ganz Niedersachsen schon heute erfolgreich umgesetzt werden.

Neben der hohen Energieeffizienz haben die daran teilnehmenden Betriebe sehr differenzierte Schwerpunkte entwickelt, Bioenergie zu einem sicheren Teil des Einkommens werden zu lassen. Ein ökologisch wirtschaftender Betrieb ist ebenso dabei, wie eine Biogasanlage, die mit separierten Güllefeststoffen arbeitet. Eine weitere Biogasanlage versorgt kommunale Gebäude in einer Kleinstadt nahezu vollständig mit Wärme.



Grafik: Demonstrationbetriebe in Niedersachsen

Die Bioenergieberater stellen hierfür ein umfangreiches Informations- und Beratungsangebot für Land- und Forstwirte sowie für Verbraucher und Öffentlichkeit in Niedersachsen zur Verfügung. Neben der telefonischen Grundberatung durch Fachspezialisten werden sowohl Feld- und Hoftage durchgeführt, als auch Öffentlichkeitsaktionen und Ausstellungen organisiert. Im ersten Projektjahr konnten schon eine Vielzahl von Maßnahmen erfolgreich umgesetzt werden.

So wurden unter anderem Tagungen, Energiepflanzenfeldtage an drei Versuchsstandorten sowie Besichtigungstouren auf Biogasanlagen durchgeführt. Auch ein Tag der offenen Tür in Kooperation mit einer Berufsschulklasse wurde organisiert. Alternativkulturen wie der Durchwachsenen Silphie werden als Demonstrationsflächen in ganz Niedersachsen angelegt. Weitere interessante Aktionen sind für das kommende Jahr geplant. Detaillierte Informationen zu den Demonstrationbetrieben der Regionalen Bioenergieberatung und den Kontaktpersonen für das Projekt finden Sie auf unserem Internetportal unter www.bioenergie-portal.info.



Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Johannsenstraße 10, 30159 Hannover
Telefon: 0511 3665-0
Telefax: 0511 3665-1531

Fachbereich 3.8 Pflanzenbau, Saatgut
E-Mail: gesche.riECKmann@lwk-niedersachsen.de

Fachbereich 3.9 Grünland und Futterbau
E-Mail: carsten.riECKmann@lwk-niedersachsen.de

Fachbereich 3.1 Betriebswirtschaft, Unternehmensberatung,
Markt, Familie und Betrieb
E-Mail: mathias.schindler@lwk-niedersachsen.de

3N Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe
Kompaniestraße 1, 49757 Werlte
E-Mail: rothmann@3-n.info, martens@3-n.info
Internet: www.3-n.info

Internet: www.lwk-niedersachsen.de