

Abschlussbericht

Prüfung der Anbau- und Verwertungseignung alternativer Biogaspflanzen unter Thüringer Bedingungen

Projekt-Nr.: 94.16

Langtitel: Prüfung der Anbau- und Verwertungseignung alternativer Biogaspflanzen unter Thüringer Bedingungen

Kurztitel: Erueierung Energiepflanzen

Projektleiter: Dipl.-Ing. agr. Andrea Biertümpfel

Abteilung: Pflanzenproduktion und Agrarökologie

Abteilungsleiter: stellv. Reinhard Götz

Laufzeit: von 01.01.2013 bis 31.12.2015

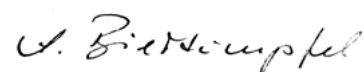
Auftraggeber: Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft

Bearbeiter: Andrea Biertümpfel
Dr. Maria Wagner
Dr. Katja Gödeke

Dezember 2015



Dr. Armin Vetter
(Stellv. Präsident)



Andrea Biertümpfel
(Projektleiter)

Copyright:

Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks von Auszügen und der foto-mechanischen Wiedergabe sind dem Herausgeber vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Material und Methoden	5
2.1	Versuchsstandorte und Versuchsfragestellungen	5
2.2	Witterungsverlauf im Berichtszeitraum	6
3	Ergebnisse	8
3.1	Riesenweizengras (<i>Elymus elongatus</i>)	8
3.1.1	Prüfung unterschiedlicher Saatstärken	8
3.1.2	Prüfung unterschiedlicher Saatzeiten	11
3.1.3	Prüfung unterschiedlicher Sorten	13
3.2	Igniscum®	15
3.3	Durchwachsene Silphie (<i>Silphium perfoliatum</i>)	16
3.3.1	Prüfung der Ertragsleistung bei langjähriger Nutzungsdauer in Abhängigkeit vom Erntetermin	16
3.3.2	Prüfung unterschiedlicher Herkünfte	20
3.3.3	Standortvergleich bei Saat und Pflanzung	23
3.4	Sorghum-Hirse	25
3.5	Blühmischungen zur Biogaserzeugung	28
3.5.1	Einjährige Mischungen	28
3.5.2	Mehrjährige Blühmischungen	30
4	Zusammenfassung	33

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Ertrag (dt TM/ha) von Riesenweizengras, Sorte ‚Szarvasi 1‘ in Abhängigkeit von der Saatstärke, VS Dornburg 2012 bis 2014	9
Abbildung 2:	Ertragsverteilung (%) der Schnitte am Gesamtertrag von Riesenweizengras, Sorte ‚Szarvasi 1‘, VS Dornburg 2012 bis 2015	10
Abbildung 3:	Anteil der Schnitte am Gesamt-Methanertrag (%) von Riesenweizengras, Sorte ‚Szarvasi 1‘, VS Dornburg 2012 bis 2015	11
Abbildung 4:	TM-Erträge (dt/ha) von Riesenweizengras, Sorte ‚Greenstar‘ in Abhängigkeit von der Saatzeit, VS Dornburg und Oberweißbach 2014	12
Abbildung 5:	Ertragsverteilung der Schnitte am Gesamtertrag von Riesenweizengras-Sorten, VS Heßberg 2015	14
Abbildung 6:	Ertrag zweier Igniscum®-Sorten, VS Dornburg 2011 bis 2015	15
Abbildung 7:	Methanerträge je Flächeneinheit zweier Igniscum®-Sorten, VS Dornburg 2011 bis 2014	16
Abbildung 8:	Ertrag (dt TM/ha) von Durchwachsener Silphie bei Ernte zum optimalen Termin im Vergleich zu Silomais (2005 bis 2012 ‚Atletico‘, 2013 ‚Marleen‘, 2014 ‚Luigi CS‘), VS Dornburg 2005 bis 2014	19
Abbildung 9:	Ertrag (dt TM/ha) von Durchwachsener Silphie bei Ernte zum optimalen Termin im Vergleich zum LSV Silomais am Standort, VS Heßberg 2005 bis 2014	19
Abbildung 10:	Erträge (dt TM/ha) unterschiedlicher Silphie-Herkünfte, VS Dornburg 2008 bis 2014	20
Abbildung 11:	Erträge (dt TM/ha) unterschiedlicher Silphie-Herkünfte, VS Heßberg 2008 bis 2014	20
Abbildung 12:	Erträge (dt TM/ha) der in Dornburg und Heßberg geprüften Herkünfte im Mittel der Jahre 2008 bis 2014	21
Abbildung 13:	Methanausbeuten (NI/kg oTS) unterschiedlicher Herkünfte der Durchwachsenen Silphie, VS Dornburg 2014	23
Abbildung 14:	Methanerträge (m ³ /ha) unterschiedlicher Herkünfte der Durchwachsenen Silphie, VS Dornburg 2014	23
Abbildung 15:	Ertrag (dt TM/ha) von Durchwachsener Silphie bei Saat und Pflanzung an vier Standorten 2014	24
Abbildung 16:	Relativertrag (%) von Durchwachsener Silphie bei Saat und Pflanzung an vier Standorten 2014	25
Abbildung 17:	Ertrag (dt TM/ha) dreijährig geprüfter Sorghum-Sorten im Vergleich zu Mais, VS Dornburg und Friemar Mittel der Jahre 2011 bis 2013	27
Abbildung 18:	Methanausbeuten (NI/kg oTS) einjähriger Blümmischungen im Vergleich zu Silomais bzw. in Mischung mit Mais, VS Dornburg 2013 und 2014	30
Abbildung 19:	Methanausbeuten (NI/kg oTS) mehrjähriger Blümmischungen im Vergleich zu Silomais, VS Dornburg 2013 und 2014	32
Abbildung 20:	Ertrag (dt TM/ha) alternativer Energiepflanzen im Vergleich zu Silomais, VS Dornburg 2005 bis 2015	33
Abbildung 21:	Methanausbeute (NI/kg oTS) alternativer Energiepflanzen im Vergleich zu Silomais (KTBL-Werte und eigene Untersuchungen), VS Dornburg 2005 bis 2015	34
Abbildung 22:	Methanertrag (m ³ /ha) alternativer Energiepflanzen im Vergleich zu Silomais, VS Dornburg 2005 bis 2015	34

1 Einleitung

Der Ausbau der erneuerbaren Energien soll in Deutschland kontinuierlich weiter fortgesetzt werden, um perspektivisch den Hauptanteil an der Energieversorgung zu übernehmen. Eine wichtige Bedeutung zur Erreichung dieser Ziele kommt nach wie vor der Bioenergie zu, die beispielsweise in Thüringen einen Anteil von ca. 80 % innerhalb der erneuerbaren Energien innehat. Hier wiederum spielt die Biogaserzeugung eine entscheidende Rolle. Derzeit existieren deutschlandweit ca. 7.900 Biogasanlagen, in denen 2015 pflanzliche Substrate von ca. 1.393.000 ha landwirtschaftlicher Fläche eingesetzt wurden (FNR, 2015). Das wichtigste Kosubstrat in Biogasanlagen ist gegenwärtig der Mais, auch Getreide und Ackerfutter kommen in nennenswerten Größenordnungen zum Einsatz. Mit dem steigenden Bedarf an pflanzlichen Kosubstraten verstärkte sich die Suche nach sinnvollen Ergänzungen bzw. Alternativen in diesem Bereich. Befördert wurde dies auch durch die Novelle des EEG, in der ab 2012 eine „Deckelung“ des Maiseinsatzes in Biogasanlagen auf 60 % des Substrates erfolgte und ausgewählte alternative Kofermente höher vergütet wurden. Diese Regelung gilt für Bestandsanlagen auch nach der EEG-Novelle 2014 weiter, in der der Bonus für alternative Kosubstrate gestrichen und der Zubau von Biogasanlagen insgesamt stark beschränkt worden ist.

In Thüringen droht wegen der geringen Tierbestände und des vergleichsweise hohen Anteils an Wirtschaftsdüngern in den über 270 landwirtschaftlichen Biogasanlagen grundsätzlich keine „Vermaisung“ der Landschaft. Vielmehr benötigen die Landwirte den Mais als wichtiges Fruchtfolgeglied. Trotzdem sind einige der als Koferment diskutierten Arten unter Thüringer Standortbedingungen geprüft worden, da auch diese Kulturen Fruchtfolgen erweitern bzw. für einen Anbau auf maisuntauglichen Standorten in Betracht kommen können.

Ziel des Projektes war es, zu eruieren, ob es unter den aktuell propagierten alternativen Kosubstraten Riesenweizengras (*Elymus elongatus*), Igniscum® und Blümmischungen praxistaugliche ökonomisch und ökologisch sinnvolle Lösungen unter Thüringer Standortverhältnissen gibt. Des Weiteren flossen in die Bewertungen die Ergebnisse der langjährigen Versuche zur Durchwachsenen Silphie der Jahre 2013 und 2014, unterschiedlicher Drittmittelprojekte sowie Arbeiten im Rahmen der Kooperation der Landesanstalten im Bereich Pflanzenbau, AG „Kleine und mittlere Kulturen“, ein.

Die bearbeiteten Kulturen leisten einen Beitrag zur Erhöhung der Biodiversität und zur Verbesserung der Attraktivität des Landschaftsbildes. Ein wesentlicher Vorteil ist in der ganzjährigen Bodenbedeckung bei den Dauerkulturen und der damit verbundenen Verminderung der Erosionsgefahr zu sehen. Durch den Wiederaustrieb nach der Ernte und das tiefgehende Wurzelwerk vermindert sich auch die Gefahr von Nitratverlagerung bzw. -auswaschung. Zudem bieten die Kulturen Lebensraum und Nahrung für die Ackerbegleitfauna sowie Rückzugsmöglichkeiten für Niederwild. Diese Aspekte müssen bei der ökonomischen Bewertung der Kulturen Berücksichtigung finden.

2 Material und Methoden

2.1 Versuchsstandorte und Versuchsfragestellungen

Der überwiegende Teil der Versuche kam in der Versuchsstation Dornburg, einem Lössstandort im östlichen Randgebiet des Thüringer Beckens, zur Anlage. Weitere Versuche wurden in Friemar, ebenfalls ein Lössstandort im Erfurter Becken, der Versuchsstation Heißberg, einem Verwitterungsstandort in Südthüringen und in Oberweißbach, einem typischen

Grünlandstandort im Thüringer Wald, durchgeführt. Die standörtlichen Gegebenheiten der Versuchsstandorte beinhaltet Tabelle 1.

Tabelle 1: Charakterisierung der Versuchsstandorte

Standort	Bodenform	Bodenart	Ackerzahl	Höhenlage (m)	Temperatur (°C)	Niederschlag (mm)
Dornburg (Thüringer Ackerebene)	Löss-Parabraunerde	Stark toniger Schluff	46 bis 80	260	8,3	583
Heißberg (Thüringer Vorgebirge)	Bergton-Staugley	Lehm-Ton	43	380	7,1	760
Friemar (Thüringer Ackerebene)	Löss-Braun-Schwarzerde	Lehm	96	288	8,0	541
Oberweißbach (Thüringer Wald)	Schiefer-Schutt-Braunerde	Schlufflehm	23	681	5,7	861

Im Projekt wurden die in Tabelle 2 aufgeführten Versuche bearbeitet bzw. betrachtet. Alle Versuche, mit Ausnahme der Anbaueignungsprüfung Igniscum®, kamen auf ortsüblichen Parzellengrößen zwischen 10 und 15 m² in vierfacher Wiederholung zur Anlage. Zur statistischen Verrechnung der Versuchsergebnisse kam das Programm SPSS zur Anwendung. An ausgewählten Versuchen erfolgte eine Bestimmung der Biogas- und Methanausbeuten im Hohenheimer Biogasertragstest (HBT). Da hier in der Regel Mischproben der Prüfglieder analysiert worden sind, war eine statistische Verrechnung der Inhaltsstoffgehalte nicht möglich.

Tabelle 2: Bearbeitete bzw. im Rahmen des Projektes betrachtete Versuchsfragestellungen 2013 bis 2015

Versuchsfrage	Versuchsorte	Varianten	Laufzeit
Riesenweizengras			
Saatstärke	Dornburg	2 Saatstärken	2011 bis 2017
Saatzeit	Dornburg	5 Saatzeiten	2013 bis 2017
	Oberweißbach		
Sorte	Heißberg	4 Sorten	2014 bis 2020
Igniscum			
Anbaueignung und Ertrag	Dornburg	2 Sorten	2010 bis 2015
Durchwachsene Silphie			
Erntetermin/ Nutzungsdauer	Dornburg Heißberg	3 Ernteterminen, 1 Herkunft	2004 bis 2017
Herkunftsprüfung	Dornburg Heißberg	5 bzw. 3 Herkünfte	2007 bis 2017
	Dornburg	9 Herkünfte	2013 bis 2017
Standortvergleich	Dornburg Aholting Forchheim Bad Hersfeld	2 Varianten Bestandesetablierung (Saat und Pflanzung)	2013 bis 2017
Sorghum-Hirse			
Sorte	Dornburg Friemar	13 Sorghumhirsen, 2 Maissorten	2011 bis 2013
Blühmischungen			
Ertragsleistung	Dornburg	2 ausdauernde Blühmischungen, 3 einjährige Mischungen	2013 bis 2015

2.2 Witterungsverlauf im Berichtszeitraum

Die drei Versuchsjahre im Berichtszeitraum waren durch sehr unterschiedliche Witterungsbedingungen geprägt. Beispielhaft für die Versuchsstandorte sind nachfolgend die Daten der Wetterstation Dornburg dargestellt und beschrieben (Tab. 3).

Tabelle 3: Witterungsdaten Dornburg 01/2013 bis 09/2015 im Vergleich zum langjährigen Mittel

Monat	Temperatur-Mittel (°C)				Niederschläge (mm)			
	1961 – 1990	2013	2014	2015	1961 – 1990	2013	2014	2015
Januar	-0,8	-0,4	1,5	2,3	32,4	39,5	19,1	50,7
Februar	0,0	-1,1	4,6	0,5	32,7	27,9	8,9	6,3
März	3,4	-1,2	6,5	4,6	39,2	23,0	5,8	41,5
April	7,2	8,4	10,9	8,3	55,5	49,7	40,1	25,0
Mai	12,2	12,1	12,5	13,1	60,0	172,5	67,5	10,4
Juni	15,4	16,1	16,1	16,1	77,5	77,4	38,5	39,3
Juli	17,2	19,9	19,7	20,2	56,8	23,4	154,6	91,4
August	17,0	18,3	16,3	20,5	68,2	42,1	107,4	62,9
September	13,8	13,3	14,9	13,0	42,3	53,3	69,6	46,8
Oktober	9,2	10,6	11,9	7,7	38,5	62,3	36,0	49,7
November	4,1	4,2	5,7		41,9	49,2	18,3	
Dezember	0,7	3,7	2,2		39,5	13,0	52,5	
Jahr gesamt	8,3	8,7	10,2		584,5	634,4	618,3	

Das Jahr 2013 war durch einen langen, schneereichen Winter gekennzeichnet. Der erste Schnee fiel Ende Oktober 2012, der letzte Anfang April 2013. Durch die durchgehend unterdurchschnittlichen Temperaturen bis einschließlich März setzte die Schneeschmelze erst im April ein. Auswinterungsschäden traten nicht auf. Mitte April folgte sehr warmes Wetter und die Vegetation entwickelte sich extrem schnell. Im Mai fielen dann Niederschläge von nahezu 300 % im Vergleich zum langjährigen Mittel, was in Verbindung mit dem durch die Winterniederschläge gesättigten Boden zu Überschwemmungen und Staunässe auf den Flächen führte und die Feldarbeiten behinderte. Nach einem durchschnittlichen Juni folgte in der zweiten Jahreshälfte eher zu trockene und zu warme Witterung, die bis über den Winter 2013/14 anhielt. Die geringen Niederschläge bis April 2014, verbunden mit relativ hohen Temperaturen führten zu einem Wasserdefizit, das erst durch den im Juli und August einsetzenden Regen teilweise ausgeglichen werden konnte. Aus der Frühjahrstrockenheit resultierten Problemen beim Feldaufgang und bei der Jugendentwicklung der einjährigen Kulturen. Bei den etablierten, tief wurzelnden Dauerkulturen waren dagegen keine trockenheitsbedingten Beeinträchtigungen zu beobachten. Ergiebige Niederschläge kamen erst im Juli und August und behinderten teilweise die Ernte. Die ausreichenden Niederschläge setzten sich bis Januar 2015 fort, wobei diese aufgrund der hohen Temperaturen nahezu durchgehend als Regen fielen. Frosttage gab es im Winter 2014/15 kaum und auch eine echte Vegetationsruhe war nicht zu verzeichnen. Wie auch im vorhergehenden, milden Winter gab es keine Auswinterungsschäden bzw. kältebedingte Beeinträchtigungen der Kulturen. Ab Februar 2015 setzte dann eine Trockenheit ein, die bis Juni anhielt. So fielen von Februar bis Juni mit 86 mm lediglich 30 % der durchschnittlichen Niederschläge in diesem Zeitraum. Dies führte wiederum zu Problemen bei der Etablierung der Sommerungen und auch die Dauerkulturen entwickelten sich weniger üppig, was möglicherweise auch in der schlechteren Verfügbarkeit der ausgebrachten mineralischen Dünger lag. Das Niederschlagsdefizit wurde im weiteren Jahresverlauf nicht ausgeglichen und betrug im September immer noch ca. 100 mm.

Insgesamt lässt sich einschätzen, dass im Projektzeitraum nach einem extrem nassen Jahr mit spätem Vegetationsbeginn zwei Jahre mit ausgeprägter Frühjahrs- und Vorsommertrockenheit folgten, in denen insbesondere die Sommerungen litten. Diese Aussage trifft auf alle Thüringer Versuchsstandorte zu.

3 Ergebnisse

3.1 Riesenweizengras (*Elymus elongatus*)

Das Riesenweizengras, auch Ungarisches Weizengras oder Hirschgras genannt, zählt zur Familie der Süßgräser. Es ist ausdauernd, bildet Horste und ein sehr tiefreichendes, feinverzweigtes Wurzelsystem. Ab dem Jahr nach der Aussaat erreicht es Wuchshöhen von 1,50 bis 2,00 m. Dann beginnt die Pflanze im Mai zu schossen und im Juni/Juli zu blühen. Ein zweiter, schwächerer Aufwuchs erfolgt, nach Schnitt zur ersten Blüte und einer nachfolgenden kurzen Wachstumspause während der heißen Sommermonate, in der Regel bis Ende September/Mitte Oktober.

Seit 2012 ist das Riesenweizengras unter dem Nutzungscode 897 „Sonstige Pflanzen für energetische Verwertung“ als Dauerkultur eingestuft, d. h. dass es, anders als Ackergras, länger als fünf Jahre genutzt werden kann, ohne dass die Fläche den Ackerlandstatus verliert.

Vom ungarischen Riesenweizengras wurden insbesondere aus der bayerischen Versuchstation Triesdorf Biomasse- und Methanerträge publiziert, die auf Maisniveau lagen. Seit 2011/2012 ist die Kultur auch in der Thüringer Praxis zu finden, wobei sich der Anbau in den höheren Vorgebirgs- bzw. Gebirgslagen konzentriert, in denen der Maisanbau Probleme bereitet oder nicht mehr möglich ist. Deshalb wurde 2011 mit einem ersten Versuch zur Prüfung unterschiedlicher Saatstärken begonnen und das Versuchsspektrum in 2013 um einen Saatzeitenversuch an zwei Standorten erweitert. In 2014 kam ein Sortenversuch hinzu, da zu diesem Zeitpunkt bereits unterschiedliche Sorten in ausreichendem Umfang am Markt verfügbar waren. Mit der Intensivierung der Untersuchungen wurde dem steigenden Interesse seitens der Landwirte Rechnung getragen. Der Anbauumfang des Riesenweizengrases in Thüringen belief sich im Jahr 2014 auf ca. 75 ha.

3.1.1 Prüfung unterschiedlicher Saatstärken

Ein Versuch mit zwei Saatstärken, 17 kg/ha und 22 kg/ha, kam im September 2011 in Dornburg mit der Sorte ‚Szarvasi 1‘ zur Anlage. Daraus resultierten Bestandesdichten von 68 Pfl./m² bei der niedrigeren Saatstärke und 80 Pfl./m² bei der höheren. Zu Vegetationsende Mitte November hatten die Pflanzen BBCH 13 bis 16 erreicht, eine Bestockung erfolgte nicht mehr. Trotz der schwachen Entwicklung vor Winter und relativ niedriger Temperaturen, vor allem im Februar 2012, traten keine Auswinterungsschäden auf, was auf eine gute Frosthärte des ursprünglich aus Kleinasien stammenden Futtergrases schließen lässt. Die jährliche Düngung erfolgt mineralisch auf einen N-Sollwert von 100 kg/ha zu Vegetationsbeginn, nach dem ersten Schnitt wird eine zweite Gabe in Höhe von 90 kg N/ha appliziert. P, K und Mg werden bei Bedarf nach einer Bodenuntersuchung im Frühjahr verabreicht, mit dem Ziel, Versorgungsstufe C des Bodens zu erhalten. In 2013 und 2015 erhielt der Versuch jeweils 100 kg K/ha, in 2015 200 kg K/ha.

Der Bestand erreichte Mitte Juni 2012 erstmals die Schnittrufe. Zu diesem Zeitpunkt hatte er eine Wuchshöhe von ca. 70 cm und erzielte 37,3 dt TM/ha bei Prüfglied 1 bzw. 45,9 dt TM/ha bei Prüfglied 2. Zum zweiten Schnitt Ende September hin erfolgte eine deutliche Steigerung der Wuchshöhe und ebenso des Ertrages. Die kumulierten Erträge des ersten Erntejahres beliefen sich auf 99,9 dt TM/ha bei der niedrigeren Saatstärke und 112,4 dt TM/ha bei der höheren, wobei der höhere Ertrag der letztgenannten hauptsächlich aus dem Mehrertrag beim ersten Schnitt resultierte. Bereits beim 2. Schnitt 2012 lagen die Erträge beider Saat-

stärken auf nahezu einem Niveau. Der Ertragsanstieg vom ersten zum zweiten Schnitt deutete bereits auf eine höhere Biomasseleistung im zweiten Nutzungsjahr hin, die auch erfolgte. Beide Prüfglieder erreichten einen Gesamtertrag von ca. 149 dt TM/ha in zwei Schnitten. In 2014 wurde mit knapp 140 dt TM/ha annähernd das Ertragsniveau des Vorjahres realisiert, in 2015 gelang dies nicht. Auch in der Wuchshöhe blieb der Bestand hinter den Vorjahren zurück. Ob diese Tatsache der extremen Trockenheit geschuldet ist oder eine gewisse Degeneration des Bestandes eintritt, ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht zu klären. Einen Überblick über die Wuchshöhen und die Erträge der einzelnen Versuchsjahre geben die Tabellen 4 und 5 sowie Abbildung 1.

Tabelle 4: Einfluss der Saatstärke auf die Wuchshöhe (cm) zur Ernte von Riesenweizengras, Sorte ‚Szarvasi 1‘ VS Dornburg 2012 bis 2015

Saatstärke (kg/ha)	2012		2013		2014		2015	
	1. Schnitt	2. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt
17	70	146	176	113	162	150	119	106
22	72	142	179	113	166	150	115	105
GD t, 5 %	2,5	3,5	9,3	4,7	4,5	n. b.	4,1	5,0

Tabelle 5: Ertrag (dt TM/ha) in Abhängigkeit von der Saatstärke von Riesenweizengras, Sorte ‚Szarvasi 1‘ VS Dornburg 2012 bis 2015

Saatstärke (kg/ha)	2012			2013			2014			2015		
	1.Schn.	2.Schn.	Σ	1.Schn.	2.Schn.	Σ	1.Schn.	2.Schn.	Σ	1.Schn.	2.Schn.	Σ
17	37,3	62,6	99,9	124,1	25,0	149,2	96,7	42,1	138,8	72,9	22,5	95,4
22	45,9	66,5	112,4	122,7	25,9	148,6	96,2	42,1	138,3	83,4	24,2	107,6
GD t, 5 %	8,1	6,5	11,8	19,5	2,9	22,0				6,9	5,4	9,1

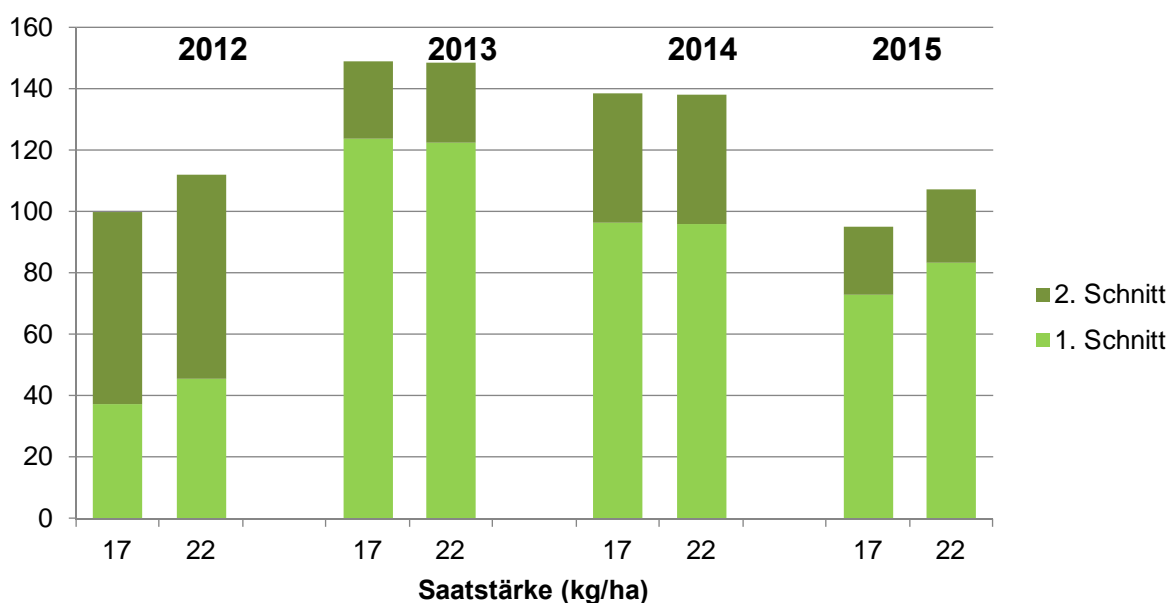


Abbildung 1: Ertrag (dt TM/ha) von Riesenweizengras, Sorte ‚Szarvasi 1‘ in Abhängigkeit von der Saatstärke, VS Dornburg 2012 bis 2014

Während der gesamten Versuchslaufzeit, mit Ausnahme des ersten Ertragsjahres, bildete das Riesenweizengras den Hauptertrag beim ersten Schnitt. Der Anteil des ersten Schnittes am Gesamtertrag bewegte sich zwischen 69 % in 2014 und 83 % in 2013 (Abb. 2). Im Jahr 2014, in dem die zweite Jahreshälfte etwas feuchter war, fiel der zweite Schnitt etwas höher aus als 2013 und 2015, die durch ein eher trockenes zweites Halbjahr gekennzeichnet waren.

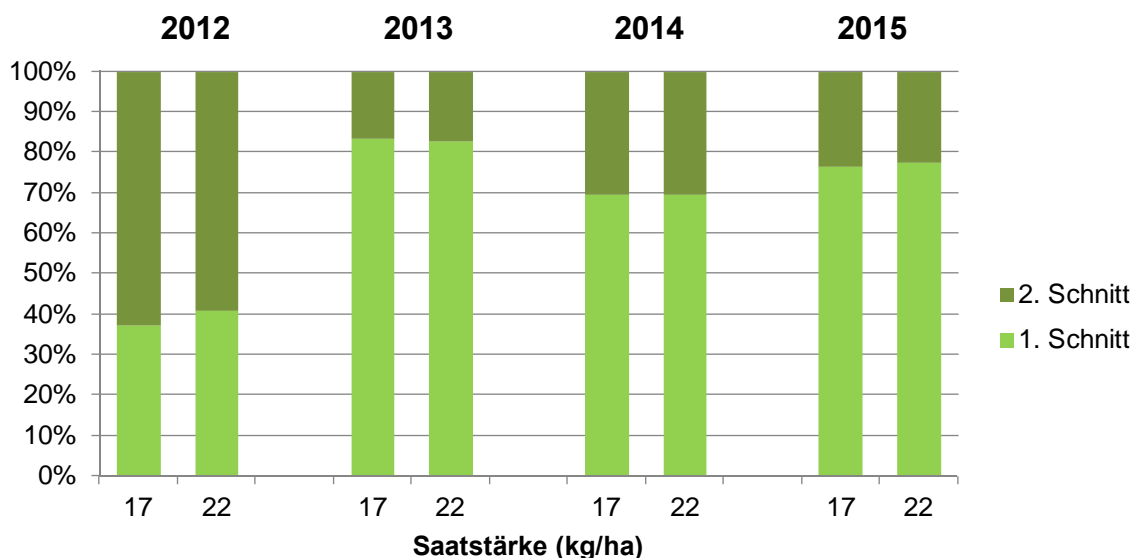


Abbildung 2: Ertragsverteilung (%) der Schnitte am Gesamtertrag von Riesenweizengras, Sorte ‚Szarvasi 1‘, VS Dornburg 2012 bis 2015

Günstig für die weitere Verwertung des Riesenweizengrases ist, dass es zur Ernte Trockensubstanzgehalte von mindestens 27 % erreicht und somit ohne Anwelken siliert werden kann (Tab. 6).

Tabelle 6: TS-Gehalt (%) zur Ernte bei Riesenweizengras, Sorte ‚Szarvasi 1‘ VS Dornburg 2012 und 2013

Saatstärke (kg/ha)	2012		2013		2014		2015	
	1. Schnitt	2. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt
17	27,5	43,1	27,1	30,9	32,9	34,7	34,7	39,1
22	28,5	42,2	27,2	33,2	33,0	35,4	34,7	38,9
GD t, 5 %	0,7	1,0	1,4	2,0	0,4	1,8	0,5	1,4

Im Versuch wurden von 2012 bis 2014 die Biogas- und Methanausbeuten im HBT bestimmt (Tab. 7). Es zeigte sich, dass die Werte des ersten Schnittes nahezu auf Maisniveau lagen. Die des zweiten Schnittes waren mit Werten zwischen 254 und 301 NI/kg oTS deutlich niedriger, was möglicherweise auch durch die höheren TS-Gehalte und damit stärkere Lignifizierung bedingt sein könnte. Der Methananteil im Biogas schwankte um 60 %.

Tabelle 7: Methanausbeute (NI/kg oTS) von Riesenweizengras, Sorte ‚Szarvasi 1‘ (Bestimmung im HBT), VS Dornburg 2012 bis 2014

Saatstärke (kg/ha)	2012		2013		2014	
	1. Schnitt	2. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt
17	348	294	332	301	335	261
22	345	294	332	298	357	254

Unter Berücksichtigung der erzielten Erträge ergeben sich daraus theoretische Methanerträge von 3.138 m³/ha im ersten Ertragsjahr bei der niedrigen Saatstärke bis 4.845 m³/ha in 2013 bei der höheren Saatstärke (Tab. 8).

Tabelle 8: Methanertrag (m³/ha) von Riesenweizengras, Sorte ‚Szarvasi 1‘ VS Dornburg 2012 bis 2014

Saatstärke (kg/ha)	2012			2013			2014		
	1. Schnitt	2. Schnitt	Gesamt	1. Schnitt	2. Schnitt	Gesamt	1. Schnitt	2. Schnitt	Gesamt
17	1.299	1.838	3.138	4.122	754	4.875	3.239	1.098	4.337
22	1.581	1.954	3.535	4.073	772	4.845	3.433	1.070	4.503

Durch die in den Jahren nach der Etablierung höheren Erträge und die zudem höheren Methanausbeuten beim ersten Schnitt ist dieser auch für die Gesamt-Methanerträge maßgeblich. In den Versuchsjahren 2013 und 2014 betrug der Anteil des ersten Schnittes am Gesamt-Methanertrag 75 bzw. 85 % im Mittel beider Varianten (Abb. 3).

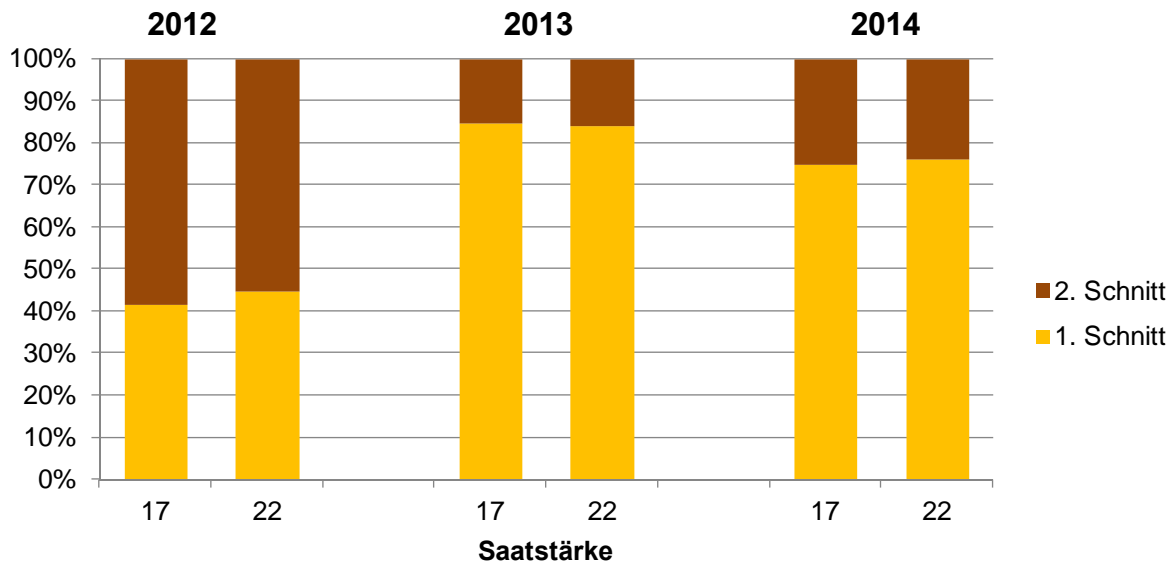


Abbildung 3: Anteil der Schnitte am Gesamt-Methanertrag (%) von Riesenweizengras, Sorte ‚Szarvasi 1‘, VS Dornburg 2012 bis 2015

Im Fazit des Versuches ist festzustellen, dass die gewählten Saatstärken für eine zügige Bestandesetablierung und einen raschen Bestandesschluss zu niedrig gewählt waren und zudem die Aussaat zu spät erfolgte.

3.1.2 Prüfung unterschiedlicher Saatzeiten

Der Versuch zur Bestimmung der optimalen Saatzeit kam 2013 in Dornburg und Oberweißbach zur Anlage. Die Versuchsstation Oberweißbach repräsentiert mit einer Höhenlage von ca. 680 m, mittleren Jahresniederschlägen von 861 mm und einer Jahresdurchschnittstemperatur von 5,7 °C die typischen Futterbauregionen im Thüringer Wald, die potenziell für den Anbau von Riesenweizengras in Betracht kommen sollten. Im Versuch erfolgten Aussaaten im monatlichen Abstand von Ende April/Anfang Mai bis Ende August bei einer Saatstärke von 30 kg/ha mit der Sorte ‚Greenstar‘. Zur Aussaat erhielt das Gras eine Startgabe von 50 kg N/ha, in den Folgejahren wurde analog zum vorab beschriebenen Versuch in zwei Gaben (N-Sollwert 100 kg/ha zu Vegetationsbeginn, 90 kg N/ha nach dem ersten Schnitt, Makronährstoffe nach Bodenuntersuchung auf Versorgungsstufe C) gedüngt.

An beiden Standorten gelang es in 2013 recht gut, das Riesenweizengras zu etablieren. Probleme bereiteten teilweise Unkräuter, die aufgrund der fehlenden Herbizidzulassungen durch einen Schröpschnitt bekämpft worden sind. Wichtig ist es hier, nicht zu tief zu schneiden, da sonst die weitere Entwicklung des Grases beeinträchtigt wird.

Ein erntewürdiger Aufwuchs wurde bei keiner der Aussaaten im Anlagejahr erreicht. Eine Ernte war erst in 2014 möglich. Hier war beim ersten Schnitt ein starker Einfluss der Saatzeit zu verzeichnen. In der Regel galt: je später die Saat in 2013, desto niedriger der Ertrag des ersten Schnittes in 2014. Lediglich am wärmeren Standort Dornburg schnitt die Aussaat En-

de Mai genauso gut ab, wie die Aprilsaat. Insgesamt lagen die Trockenmasseerträge in Dornburg mit 88 dt/ha bis 193 dt/ha erwartungsgemäß auf deutlich höherem Niveau als in Oberweißbach, wo zwischen 40 dt/ha und 110 dt/ha geerntet wurden. Die Erträge des zweiten Schnittes waren dann über alle Varianten sehr ausgeglichen mit 63 dt/ha bis 74 dt/ha in Dornburg bzw. 41 dt/ha bis 51 dt/ha in Oberweißbach. Daraus ergaben sich Gesamterträge von bis zu 265 dt TM/ha in Dornburg und 146 dt TM/ha in Oberweißbach (Abb. 4).

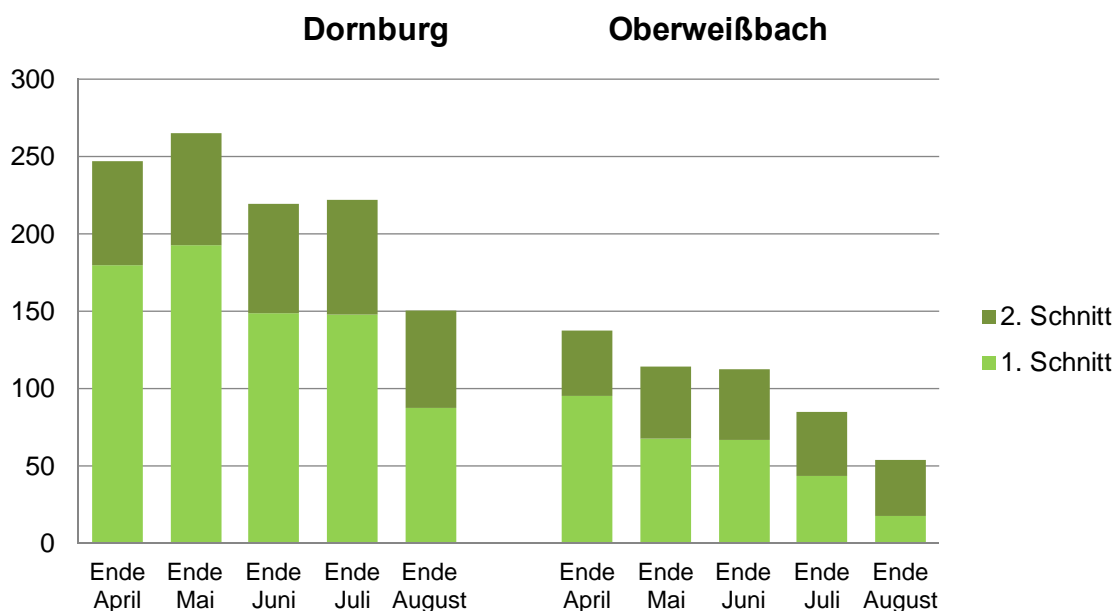


Abbildung 4: TM-Erträge (dt/ha) von Riesenweizengras, Sorte ‚Greenstar‘ in Abhängigkeit von der Saatzeit, VS Dornburg und Oberweißbach 2014

Die Ertragshöhe des zweiten Schnittes 2014 ließ bereits auf ein relativ ausgeglichenes Ertragsniveau aller Varianten in 2015 schließen, was sich letztlich auch bestätigte (Tab. 9). Signifikante Unterschiede im Gesamtertrag traten an beiden Standorten nicht auf.

Tabelle 9: Ertrag (dt TM/ha) von Riesenweizengras, Sorte ‚Greenstar‘, in Abhängigkeit von der Saatzeit, VS Dornburg und Oberweißbach 2014 und 2015

PG	Dornburg						Oberweißbach					
	2014			2015			2014			2015		
	1.Schn.	2.Schn.	Σ	1.Schn.	2.Schn.	Σ	1.Schn.	2.Schn.	Σ	1.Schn.	2.Schn.	Σ
1	179,6	67,8	247,4	122,4	52,1	174,5	109,5	49,9	159,5	93,7	28,3	122,0
2	193,3	72,1	265,4	140,9	49,7	190,6	84,0	51,0	135,0	95,9	30,3	126,2
3	148,8	71,1	219,9	129,3	55,6	185,0	85,2	48,8	134,0	93,8	27,0	120,8
4	148,3	74,0	222,3	130,3	47,2	177,6	64,5	47,2	111,7	96,6	26,3	122,9
5	87,8	63,0	150,8	124,2	53,6	177,8	38,8	41,3	80,1	93,2	29,2	122,4
GD _{t,5%}	19,4	5,5	42,6	17,3	3,6	18,0	26,2	4,8	29,0	6,7	6,2	11,3

Auffällig ist, dass die Sorte ‚Greenstar‘ in beiden Jahren am Standort Dornburg höhere Erträge erreichte als die im Saatstärken-Versuch geprüfte ‚Szarvasi 1‘. Auch hinsichtlich der Wuchshöhe übertraf ‚Greenstar‘ die letztgenannte. In Oberweißbach waren die Pflanzen in 2014 insgesamt ca. 50 cm kürzer als in Dornburg, wiesen aber immer noch beachtliche Längen auf. Im 2. Erntejahr waren die Standortunterschiede in der Wuchshöhe geringer, lediglich beim 2. Schnitt lag Oberweißbach deutlich unter Dornburg (Tab. 10).

Tabelle 10: Wuchshöhe (cm) von Riesenweizengras, Sorte ‚Greenstar‘, in Abhängigkeit von der Saatzeit VS Dornburg und Oberweißbach 2014 und 2015

PG	Dornburg				Oberweißbach			
	2014		2015		2014		2015	
	1. Schnitt	2. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt
1	205	156	157	139	150	128	154	75
2	192	158	160	136	141	122	156	89
3	192	158	168	146	152	128	154	86
4	180	156	165	142	126	124	152	81
5	152	154	158	136	100	108	151	86
GD t, 5 %	19,4	4,3	6,9	4,9	21,5	9,0	5,9	12,6

Auch die Sorte ‚Greenstar‘ erreichte in Dornburg zu den einzelnen Schnitten einen für die Silierung notwendigen TS-Gehalt. In Oberweißbach gelang dies nicht immer. Insbesondere im feuchten Herbst 2014 blieben einige Prüfglieder beim zweiten Schnitt unter den erforderlichen Werten (Tab. 11), was möglicherweise auch an den feuchten Bedingungen zur Ernte im Herbst 2014 lag. Im trockenen Jahr 2015 gab es keine Probleme.

Tabelle 11: TS-Gehalt (%) von Riesenweizengras, Sorte ‚Greenstar‘, in Abhängigkeit von der Saatzeit VS Dornburg und Oberweißbach 2014 und 2015

PG	Dornburg				Oberweißbach			
	2014		2015		2014		2015	
	1. Schnitt	2. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt
1	32,8	35,4	32,4	36,5	29,2	22,6	39,6	31,4
2	32,2	34,0	32,0	35,4	27,7	24,8	38,2	31,1
3	29,4	35,3	32,3	36,8	29,2	25,9	38,7	32,3
4	33,4	35,9	32,7	37,3	29,4	25,7	38,8	32,2
5	33,1	35,0	33,0	37,8	28,1	24,6	38,2	33,2
GD t, 5 %	1,9	1,1	0,9	1,2	1,5	1,3	1,5	2,0

Der Versuch belegt, dass eine Aussaat für einen guten Ertrag im Folgejahr in kühleren Lagen bis spätestens Ende Juni, an wärmeren Standorten bis Ende Juli erfolgen sollte. Bei späterer Aussaat fällt der Ertrag im ersten Erntejahr deutlich ab. Dazu können, bedingt durch die langsame Jugendentwicklung und geringe Konkurrenzkraft, Probleme durch starke Verunkrautung über Winter bzw. im ersten Erntejahr auftreten.

3.1.3 Prüfung unterschiedlicher Sorten

In 2014 kam in Heßberg ein Versuch mit vier Riesenweizengrassorten, ‚Szarvasi 1‘, ‚Greenstar‘, ‚Alkar‘ und ‚Hulk‘, zum Anbau. Gesät wurde am 19. Juni in einer Saatstärke von 25 kg/ha. Aufgrund der trockenen Bedingungen zur Aussaat lief das Gras erst in der ersten Juliwoche nach ergiebigeren Niederschlägen in der dritten Junidekade auf. Danach herrschten anhaltend feucht-warme Witterung und somit gute Wachstumsbedingungen. Da sich das Riesenweizengras im Jungpflanzenstadium recht langsam entwickelt, waren Schröpfschnitte zur Unkrautbekämpfung am 28.08. und am 14.10.2014 erforderlich. Alle Sorten gingen dann recht ausgeglichen, leicht lückig in den Winter. Auswinterungsschäden waren nicht zu verzeichnen. Die Vegetation setzte 2015, trotz anhaltender Nachtfröste, in der dritten Märzdekade ein. Durch die trockene Witterung im Frühjahr und Frühsommer entwickelte sich der Bestand eher verhalten. Das Ährenschieben setzte Mitte Juni ein. Danach wurde das Wetter etwas feuchter und es kam zu einem Wachstumsschub, so dass am 25.06.2015 der erste Schnitt erfolgte. Dabei war in den Prüfgliedern 1 und 3 ein Fremdbesatz mit Wehrloser Trespe zu verzeichnen, der bei der Sorte ‚Szarvasi 1‘ ca. 5 %, bei ‚Alkar‘ etwa 13 % betrug. Die beiden anderen Sorten waren besatzfrei. Nach dem Schnitt trieb das Riesenweizengras eher zögerlich aus, so dass sich Unkräuter auf der Fläche etablieren konnten. Im September

war ein mäßiger zweiter Schnitt aufgewachsen. Insgesamt lagen die Erträge zwischen 149,4 dt TM/ha bei der Sorte ‚Hulk‘ und 170,8 dt TM/ha bei ‚Greenstar‘ (Tab. 12). Damit wurde der Ertrag des Silomaises am Standort, der sich im Durchschnitt des Landessortenversuches auf 171,5 dt TM/ha belief, von der ertragsstärksten Sorte nahezu erreicht. Im Sortenmittel erzielte das Weizengras 91,4 % des Silomaisertrages.

Tabelle 12: Wuchshöhe, TS-Gehalt und Ertrag verschiedener Riesenweizengras-Sorten VS Heßberg 2015

Sorte	Wuchshöhe (cm)		TS-Gehalt (%)		Ertrag (dt TM/ha)		
	1. Schnitt	2. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt	Gesamt
Szarvasi 1	141	120	27,6	23,8	114,0	38,0	152,1
Greenstar	160	127	27,1	23,9	123,9	46,9	170,8
Alkar	130	122	26,0	24,5	108,1	46,9	154,9
Hulk	127	122	25,2	24,3	99,4	50,0	149,4
GD t, 5 %	14,4	4,9	1,1	1,3	9,9	6,2	10,1

Die Sorte ‚Greenstar‘, die bereits im Saatzeitenversuch in Dornburg und Oberweißbach durch hohe Erträge auffiel, wies auch im Sortenversuch in Heßberg signifikant höhere Erträge als die restlichen Sorten auf, wobei der Ertragsvorteil hauptsächlich aus dem hohen Ertrag des ersten Schnittes resultierte. Dieser machte zwischen 66 und 75 % des Gesamtertrages aus (Abb. 5).

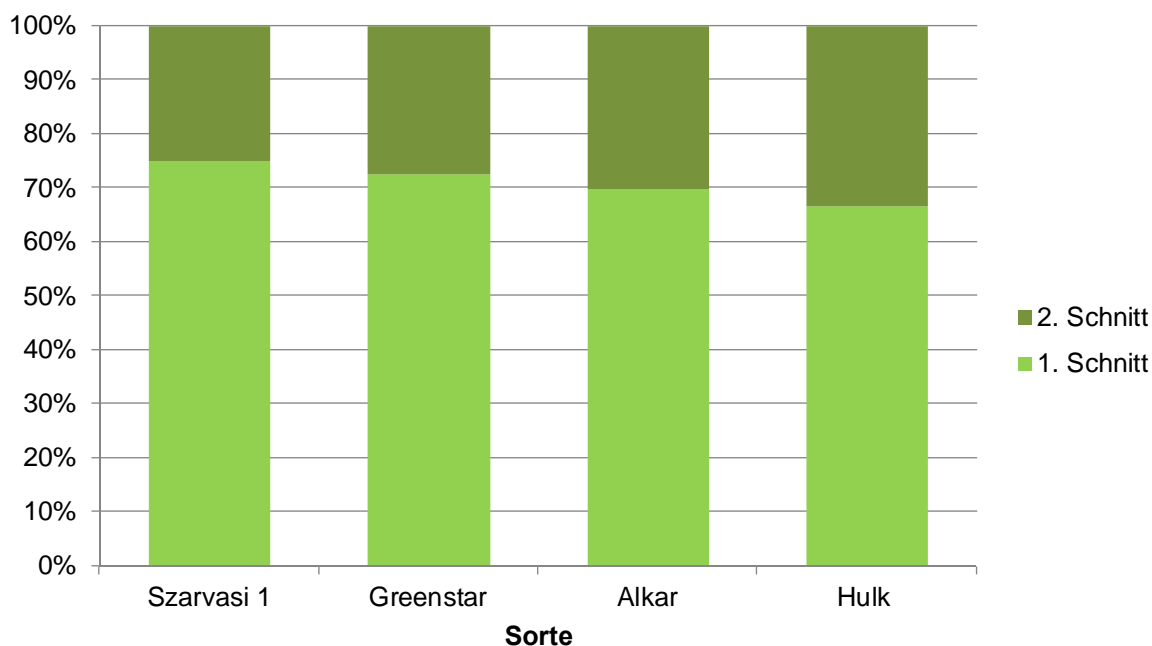


Abbildung 5: Ertragsverteilung (%) der Schnitte am Gesamtertrag von Riesenweizengras-Sorten VS Heßberg 2015

Insgesamt belegen die hohen Erträge des ersten Schnittes, dass die Saat in 2014 zum optimalen Termin erfolgte. Bezüglich des TS-Gehaltes zur Ernte erreichte das Riesenweizengras auch in Heßberg beim ersten Schnitt nahezu die Siloreife. Die niedrigen TS-Gehalte des zweiten Schnittes sind durch einen regennassen Bestand zur Ernte bedingt. Die Ernte erfolgte mit dem in Dornburg stationierten Feldhäcksler der TLL zum Termin der Silomaisernete am Standort. Durch die starke Auslastung der Maschine im September und den hohen Transportaufwand war eine Verschiebung der Ernte auf günstigere Witterungsbedingungen nicht möglich.

Die Versuche zu Riesenweizengras werden im Rahmen der Dienstaufgabe „Nachhaltiger Anbau und Verwertung von Energiepflanzen“ des Referats 430 lt. Geschäftsverteilungsplan weitergeführt, um Aussagen zur möglichen Nutzungsdauer und zur Ertragsentwicklung bei langjähriger Nutzung treffen zu können.

3.2 Igniscum®

Ausdauernde Knötericharten könnten wegen ihres hohen Biomassebildungspotenzials als Biogassubstrat interessant sein. Aufgrund des invasiven Potenzials ist in diesem Zusammenhang allerdings vom Anbau von Sachalin- (*Fallopia* bzw. *Polygonum sachalinensis*) oder Japanknöterich (*Fallopia* bzw. *Polygonum japonica*) abzuraten.

Im Jahr 2010 kam eine Versuchspflanzung mit zwei Igniscum®-Sorten, ‚Candy‘ und ‚Basic‘, in Dornburg zur Anlage. Dabei wird die ‚Candy‘ eher für die Biogasnutzung, ‚Basic‘ für die Verbrennung empfohlen. Igniscum® ist eine spezielle Knöterichzüchtung, die ebenfalls keine Ausläufer, sondern runde Horste bildet und demzufolge auch ein deutlich geringeres invasives Potenzial aufweisen sollte als Sachalin- oder Japanknöterich. Die Anlage erfolgte in zwei Großparzellen mit je 140 m² in einem Pflanzabstand von 1 m x 1 m. Gedüngt wurde, nach einer Startgabe von 50 kg N/ha zur Pflanzung in 2010, jährlich zu Vegetationsbeginn auf einen N-Sollwert von 150 kg/ha. Die weiteren Makronährstoffe wurden nach einer jährlichen Bodenuntersuchung im Frühjahr appliziert. Ziel war es, Versorgungsstufe C des Bodens zu erhalten. Von 2012 bis 2015 erhielt der Versuch jährlich 20 kg P/ha und 100 kg K/ha. Zur Ernte wurde je Sorte eine Kernparzelle von 98 m² gehäckselt und gewogen.

Der Knöterich bildete im Anpflanzjahr keinen Ertrag aus und wurde so 2011 erstmalig beerntet. Die erreichten Erträge waren mit ca. 70 dt TM/ha im Mittel beider Sorten nicht zufriedenstellend. Im Folgejahr 2012 war der Bestand deutlich höher und dichter und auch die Erträge stiegen um ca. 25 % bei beiden Sorten an. Leider setzte sich dieser Trend in den Folgejahren nicht kontinuierlich fort. Auch die in 2015 erreichten, bisher höchsten Erträge von etwa 100 dt TM/ha im Versuchsmittel lassen eine Nutzung als Biogassubstrat nicht sinnvoll erscheinen (Abb. 6).

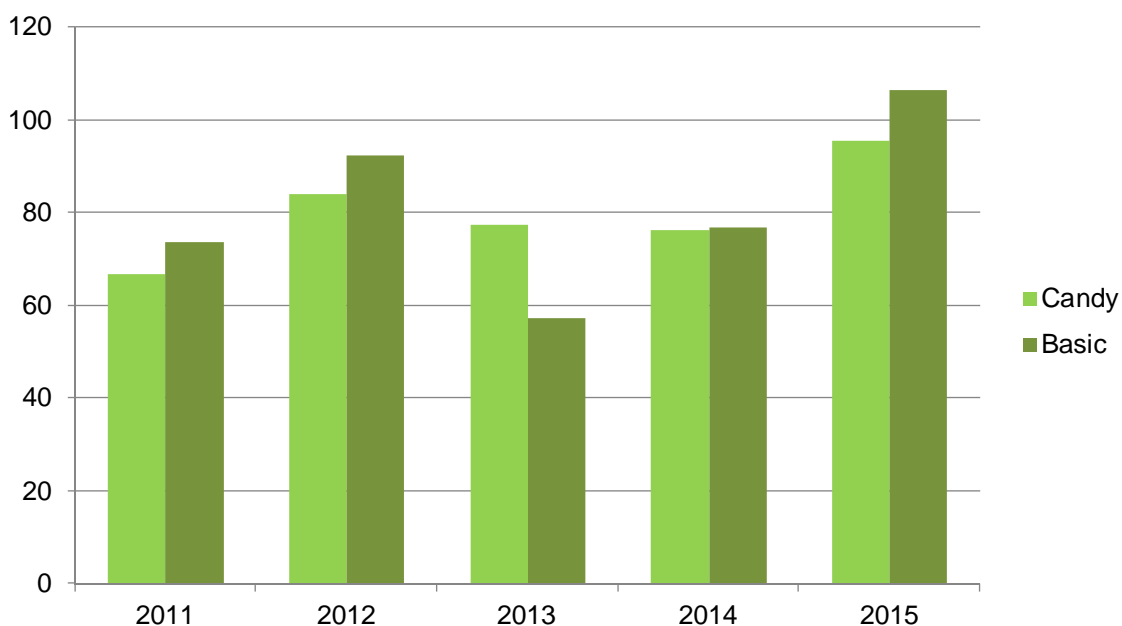


Abbildung 6: Ertrag (dt TM/ha) zweier Igniscum®-Sorten, VS Dornburg 2011 bis 2015

Ab dem dritten Erntejahr erreichte der Knöterich Wuchshöhen von mehr als 3 m, was deutlich höhere Erträge erwarten ließ. Allerdings sind die massig wirkenden Stängel hohl und dadurch sehr leicht. Das Erreichen der für die Silierung erforderlichen TS-Gehalte gelang mit Ausnahme des Jahres 2014, in dem der Herbst sehr feucht war (Tab. 13). Die Ernte erfolgte Ende September/Anfang Oktober. Eine spätere Ernte ist aufgrund der Frostempfindlichkeit der Pflanze nicht ratsam. Frühe Fröste im Herbst führen zu einem Abfall der Blätter und somit zu massiven Ertragseinbußen. Ebenso können Spätfröste im Frühjahr massive Schäden am Neuaustrieb verursachen.

Tabelle 13: Wuchshöhe und TS-Gehalt zweier Igniscum®-Sorten (Pflanzung 2010) VS Dornburg 2011 bis 2015

Sorte	Wuchshöhe (cm)					TS-Gehalt (%)				
	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015
Candy	130	215	315	377	310	32,2	26,8	28,1	25,3	28,9
Basic	150	275	375	377	347	30,2	29,1	27,4	25,3	29,2

Wenig zufriedenstellend waren auch die Ergebnisse der von 2011 bis 2014 durchgeführten HBT-Untersuchungen, die Biogaswerte zwischen 136 NI/kg oTS und 231 NI/kg oTS auswiesen. Bei Methangehalten zwischen 62 und 69 % im Biogas ergaben sich Methanausbeuten von 94 NI/kg oTS bis 147 NI/kg oTS. Die für die Biogasnutzung empfohlene Sorte ‚Candy‘ lag dabei immer geringfügig über ‚Basic‘, der Sorte für die thermische Nutzung (Tab. 14).

Tabelle 14: Biogas- und Methanausbeute sowie Methangehalt im Biogas zweier Igniscum®-Sorten (Pflanzung 2010), VS Dornburg 2011 bis 2014

Sorte	Biogasausbeute (NI/kg oTS)				Methangehalt (%)				Methanausbeute (NI/kg oTS)			
	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
Candy	203,2	185,4	193	231	61,8	67,0	64,0	63,6	125,6	124,2	123	147
Basic	188,3	159,5	142	136	62,7	68,6	67,8	69,1	118,1	109,4	96	94

Aus den Biomasseerträgen und den im HBT bestimmten Methanausbeuten resultierten im Mittel der Versuchsjahre 2011 bis 2014 Methanerträge von ca. 990 m³/ha bei ‚Candy‘ und etwa 790 m³/ha bei der Sorte ‚Basic‘ (Abb. 7).

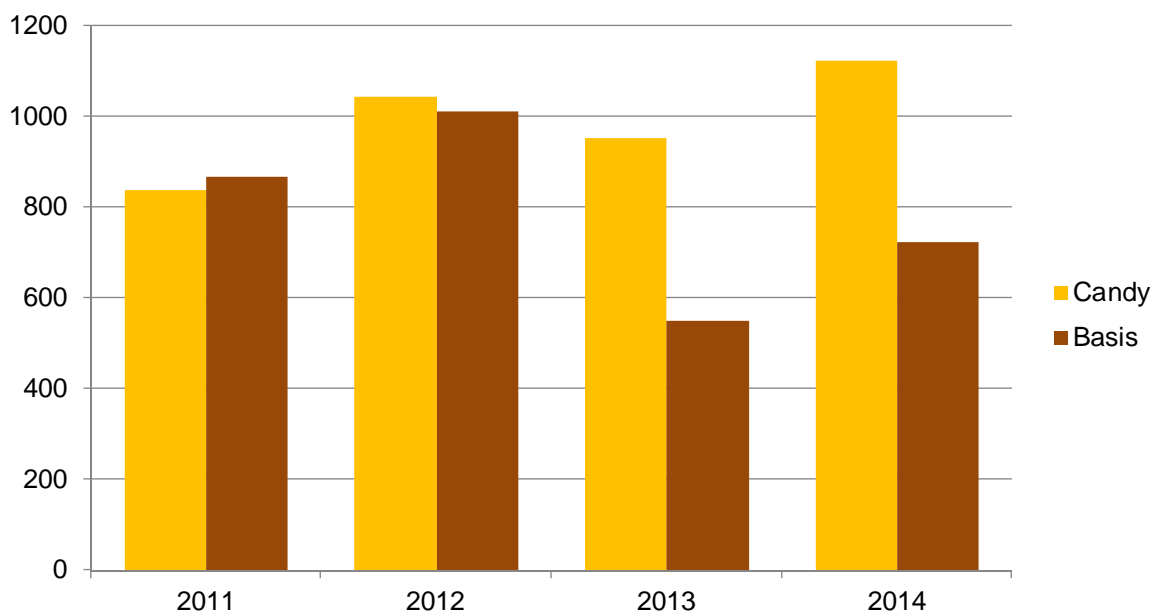


Abbildung 7: Methanerträge (m³/ha) je Flächeneinheit zweier Igniscum®-Sorten, VS Dornburg 2011 bis 2014

Der Versuch wurde nach der Ernte 2015 umgebrochen. Im Folgejahr ist vorgesehen, den auftretenden Durchwuchs in der Nachfrucht zu bonitieren und die agrotechnischen Aufwendungen, die für den Umbruch einer Igniscum®-Fläche erforderlich sind, festzuhalten.

3.3 Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum*)

Die Durchwachsene Silphie, ein ausdauernder Korbblütler, wurde bereits in den 1980er Jahren als Futterpflanze geprüft. Aus dieser Zeit war bekannt, dass die Pflanze hohe Biomasseerträge bildet und eine gute Siliereignung besitzt, so dass durchaus eine Nutzung als Kosubstrat in Betracht kam. Die TLL begann 2004 mit der Bearbeitung dieser Fragestellung, indem die Silphie in einem Vergleich unterschiedlicher potenzieller Kosubstratpflanzen zum Anbau kam. Nach positiven Ergebnissen wurden die Untersuchungen seit 2007 im Rahmen unterschiedlicher, vom BMEL geförderter Forschungsprojekte intensiviert. Ziel der Arbeiten war und ist es, das Ertragspotenzial der Silphie bei langjähriger Nutzung zu definieren sowie ein Anbauverfahren zu erarbeiten und zu optimieren.

In den Jahren 2013 und 2014, in denen keine Projektmittel zur Verfügung standen, erfolgte die Weiterführung der langjährigen Versuche im Rahmen des Landesthemas „Prüfung der Anbau- und Verwertungseignung alternativer Biogaspflanzen unter Thüringer Bedingungen“. Des Weiteren wurde ein Versuch zur Standorteignung der Durchwachsenen Silphie bei Saat und Pflanzung innerhalb der Kooperation der Landesanstalten im Bereich Pflanzenbau in der Arbeitsgruppe „Kleine und mittlere Kulturen“ an vier Standorten bundesweit angelegt und ausgewertet.

In 2015 ging die Bearbeitung der Versuche im Drittmittelprojekt „Durchwachsene Silphie – Anbauoptimierung, Sätechnik und Züchtung“ weiter.

3.3.1 Prüfung der Ertragsleistung bei langjähriger Nutzungsdauer in Abhängigkeit vom Erntetermin

Der Versuch kam im Jahr 2004 in Dornburg und Heßberg zur Anlage. Geprüft wird eine aus Nordamerika stammende Silphie-Herkunft zu drei unterschiedlichen Ernteterminen. Die erste Ernte soll bei ca. 24 % TS-Gehalt, die zweite bei 26 % und die dritte bei etwa 28 TS-Gehalt erfolgen. Die Einhaltung dieser Vorgabe gelang nicht immer (Tab. 15 und 16), da sich der TS-Gehalt rein visuell kaum einschätzen lässt und in Abhängigkeit von der Jahreswitterung zeitlich variiert.

Tabelle 15: TS-Gehalt (%) von Durchwachsener Silphie (Herkunft Nordamerika) in Abhängigkeit vom Erntetermin, VS Dornburg 2005 bis 2014

PG/ Erntetermin	Dornburg									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1	25,0	25,4	26,8	24,6	26,8	26,4	24,6	26,3	20,4	25,4
2	30,9	24,7	26,2	27,4	22,8	24,5	25,0	27,0	24,6	28,4
3	27,7	33,4	29,4	29,7	27,8	27,4	27,4	27,9	27,9	28,1

Tabelle 16: TS-Gehalt (%) von Durchwachsener Silphie (Herkunft Nordamerika) in Abhängigkeit vom Erntetermin, VS Heßberg 2005 bis 2014

PG/ Erntetermin	Heßberg									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1	22,8	23,6	24,0	24,4	27,1	22,6	23,0	22,8	24,9	20,8
2	24,9	27,2	24,4	25,6	28,4	21,6	25,1	23,7	22,2	23,5
3	31,5	27,4	24,8	25,4	34,3	26,0	28,2	25,9	24,0	23,9

Niedrigere TS-Gehalte zur Ernte stellen aber bei Silphie nicht unbedingt ein Problem dar, da sich bei der Silierung bereits bei ca. 25 % TS kaum noch Sickersaft bildet und die Silierfähigkeit nicht beeinträchtigt ist. Problematischer ist eine zu späte Ernte. Zum einen sinken die Biomasserträge durch den einsetzenden Blattfall und auch die Methanausbeuten gehen durch die zunehmende Lignifizierung zurück, so dass der Methanertrag auf der Fläche sinkt. Ein weiteres Problem stellt die Zunahme der Pflanzenlänge dar, was tendenziell auch im Versuch zu beobachten war (Tab. 17 und 18). Die Pflanzen werden zu Blühende/Beginn Samenreife immer kopflastiger. Die Bestände verhaken sich dann sehr stark, was die Ernte behindern kann.

Tabelle 17: Wuchshöhe (cm) von Durchwachsener Silphie (Herkunft Nordamerika) in Abhängigkeit vom Erntetermin, VS Dornburg 2005 bis 2014

PG	Dornburg									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1	247	293	231	274	280	323	260	256	295	272
2	255	280	262	287	301	297	282	286	299	273
3	259	281	275	290	326	292	279	312	299	298
GD t, 5 %	20,1	9,9	20,7	9,3	21,8	17,8	12,1	25,9	6,4	17,2

Tabelle 18: Wuchshöhe (cm) von Durchwachsener Silphie (Herkunft Nordamerika) in Abhängigkeit vom Erntetermin, VS Heßberg 2005 bis 2014

PG	Heßberg									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1	177	276	266	198	286	227	230	327	241	226
2	177	275	262	170	287	226	218	291	241	230
3	180	272	266	177	279	225	224	298	235	212
GD t, 5 %	5,8	3,3	6,5	20,1	6,7	5,8	7,9	27,0	5,3	8,7

Ein klarer Einfluss des Erntetermins auf den Ertrag war an beiden Versuchsorten während der 10jährigen Laufzeit nicht zu erkennen (Tab. 19 und 20), was möglicherweise am unterschiedlichen Witterungsverlauf der einzelnen Versuchsjahre im Erntezeitraum liegt.

Tabelle 19: TM-Ertrag von Durchwachsener Silphie (Herkunft Nordamerika) in Abhängigkeit vom Erntetermin, VS Dornburg 2005 bis 2014

PG	Dornburg									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1	188,6	157,9	146,2	228,7	161,6	313,0	206,3	189,1	191,0	193,9
2	228,9	177,3	156,2	188,0	219,8	280,5	165,5	216,0	239,7	164,8
3	204,5	202,4	191,4	163,2	201,0	251,5	183,0	211,7	230,0	175,6
∅	207,3	179,2	164,6	193,3	194,1	281,7	184,9	205,6	220,2	178,1
GD t, 5 %	19,6	22,7	26,7	34,2	34,1	46,9	27,9	16,1	29,6	22,2

Tabelle 20: TM-Ertrag von Durchwachsener Silphie (Herkunft Nordamerika) in Abhängigkeit vom Erntetermin, VS Heßberg 2005 bis 2014

PG	Heßberg									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1	184,3	292,2	245,6	89,7	264,0	176,2	142,0	207,8	156,2	183,1
2	139,2	234,7	169,1	110,1	203,1	145,2	145,3	163,2	138,0	180,9
3	176,0	274,8	185,7	98,6	206,7	160,0	183,9	235,7	149,1	188,9
∅	166,5	267,2	200,1	99,5	224,6	160,4	157,1	202,2	147,8	184,3
GD t, 5 %	25,8	28,9	38,4	12,9	32,1	16,3	23,3	35,2	19,6	22,0

Insgesamt zeigte sich im Ergebnis des langjährigen Versuches, dass die Silphie bei einer Ernte zum optimalen Termin an beiden Standorten dem Mais ebenbürtig bzw. in ertraglicher Hinsicht überlegen ist (Abb. 8 und 9).

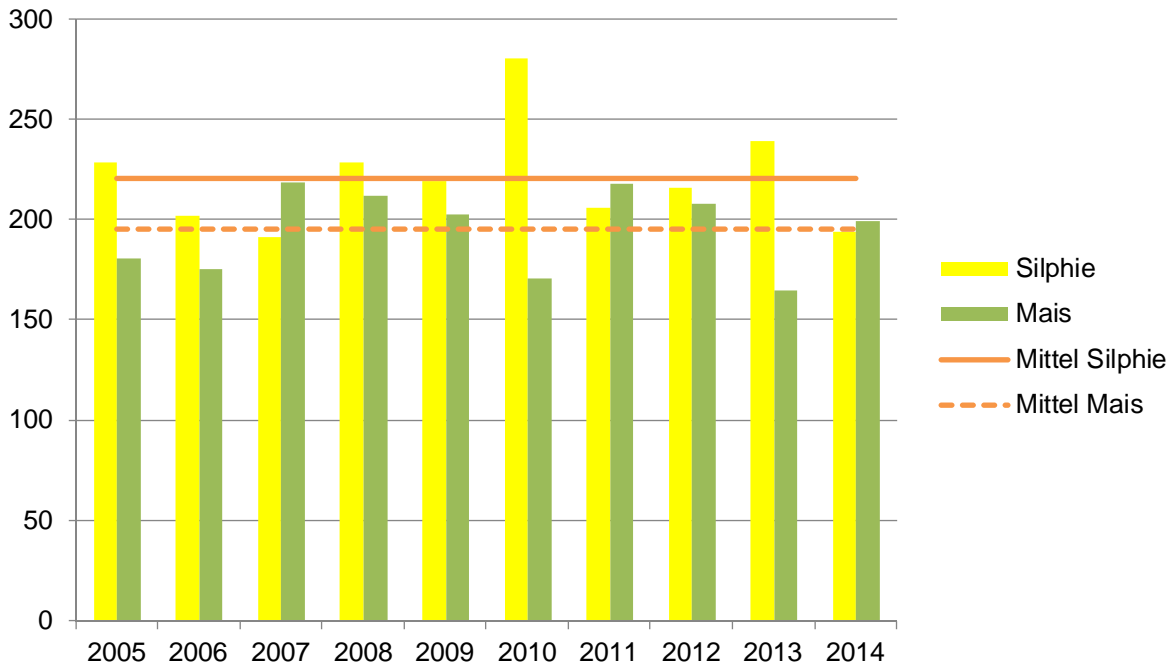


Abbildung 8: Ertrag (dt TM/ha) von Durchwachsener Silphie bei Ernte zum optimalen Termin im Vergleich zu Silomais (2005 bis 2012 ‚Atletico‘, 2013 ‚Marleen‘, 2014 ‚Luigi CS‘), VS Dornburg 2005 bis 2014

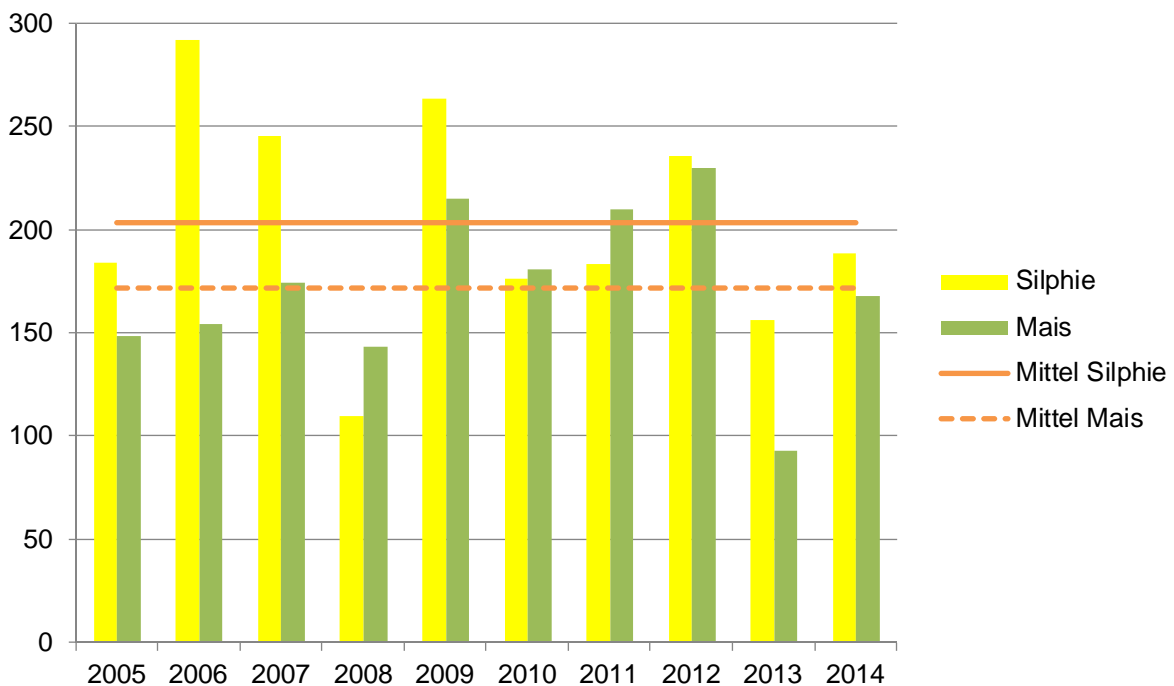


Abbildung 9: Ertrag (dt TM/ha) von Durchwachsener Silphie bei Ernte zum optimalen Termin im Vergleich zum LSV Silomais am Standort, VS Heßberg 2005 bis 2014

Gleichzeitig belegen die gleichbleibend hohen Erträge der Silphie über die 10 Erntejahre, dass das Ende der Nutzungsdauer nach diesem Zeitraum noch nicht erreicht und eine längere Standzeit durchaus möglich ist. Jedes Nutzungsjahr wirkt sich positiv auf die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung im Vergleich zu Mais aus.

3.3.2 Prüfung unterschiedlicher Herkünfte

In Dornburg werden seit 2007 fünf Herkünfte aus den USA, Norddeutschland, Russland, Rohrbach und Berlin geprüft. Die Rohrbacher Herkunft geht auf die in der DDR gezüchtete Silphie-Sorte ‚Benko‘ zurück. In Heßberg stehen lediglich die ersten drei der genannten Herkünfte.

Auch in diesem Versuch blieben die Erträge über die Nutzungsdauer hin weitgehend konstant. Dabei lag das Ertragsniveau am Gunststandort Dornburg mit 199,2 dt TM/ha deutlich über dem der Vorgebirgslage Heßberg, wo im Mittel der Jahre und Herkünfte 151,1 dt TM/ha geerntet wurden (Abb. 10 und 11).

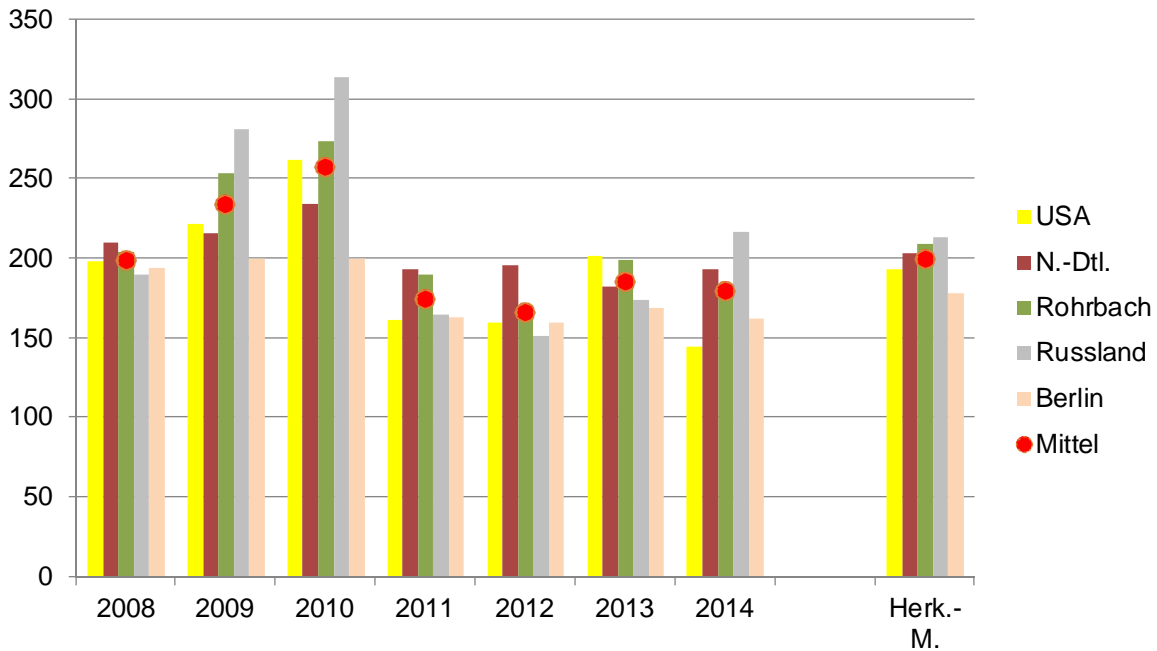


Abbildung 10: Erträge (dt TM/ha) unterschiedlicher Silphie-Herkünfte, VS Dornburg 2008 bis 2014

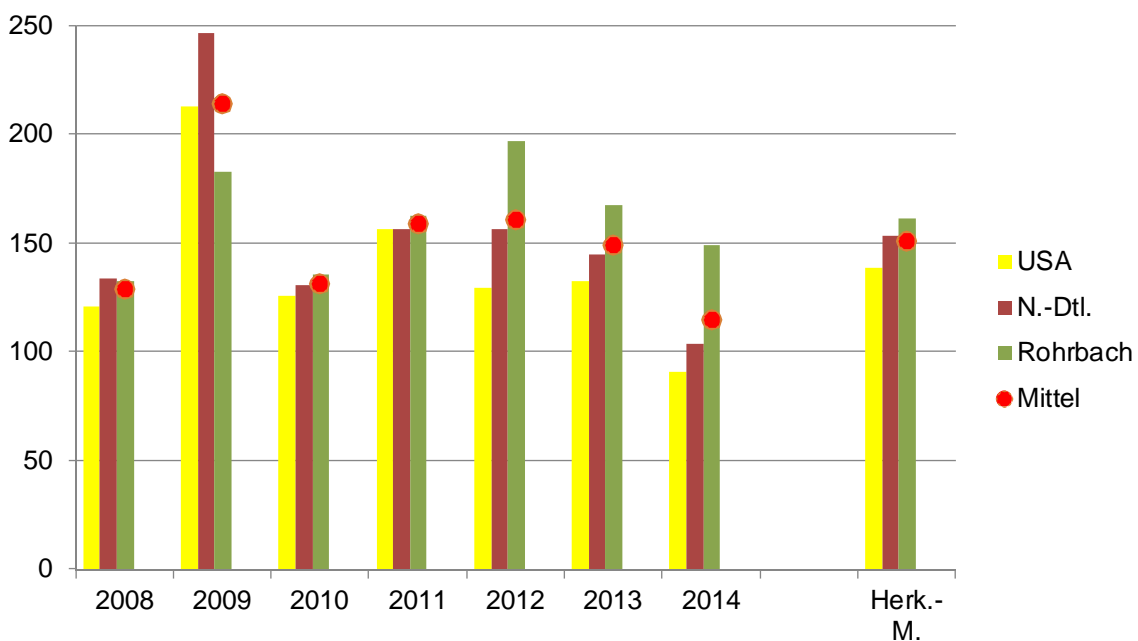


Abbildung 11: Erträge (dt TM/ha) unterschiedlicher Silphie-Herkünfte, VS Heßberg 2008 bis 2014

Eine klare Überlegenheit einzelner Herkünfte an einem der Standorte war nicht zu erkennen. Auch statistisch gesicherte Unterschiede zwischen den Erträgen und auch den Wuchshöhen sind kaum nachzuweisen (Tab. 21 und 22).

Tabelle 21: TM-Ertrag (dt/ha) unterschiedlicher Herkünfte der Durchwachsenen Silphie VS Dornburg und Heßberg 2008 bis 2014

Herkunft	Dornburg							Heßberg						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
USA	197,8	221,9	261,6	160,9	159,6	202,3	144,6	120,8	213,4	125,9	157,0	129,5	133,1	90,8
N.-Dtl.	210,3	216,5	234,0	193,3	195,8	182,1	192,6	134,5	247,4	130,7	157,4	157,1	144,7	103,7
Rohrbach	204,4	254,0	274,4	189,5	162,2	198,7	181,2	132,8	182,8	135,5	163,1	197,5	168,6	149,5
Russland	190,1	280,6	313,6	165,4	151,3	173,4	216,9	-	-	-	-	-	-	-
Berlin	194,5	199,6	200,5	163,0	160,0	168,8	162,3	-	-	-	-	-	-	-
\bar{x}	199,4	234,5	256,8	174,4	166,4	185,1	179,5	129,4	214,5	130,7	159,2	161,4	148,8	114,7
GD t,5%	27,9	43,5	52,8	35,1	27,0	17,9	41,6	10,1	40,0	5,7	18,1	33,6	19,8	27,9

Tabelle 22: Wuchshöhe (cm) unterschiedlicher Herkünfte der Durchwachsenen Silphie VS Dornburg und Heßberg 2008 bis 2014

Herkunft	Dornburg							Heßberg						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
USA	266	328	301	292	293	293	288	219	285	233	227	279	264	240
N.-Dtl.	260	315	293	292	293	288	277	223	291	252	229	281	265	239
Rohrbach	263	332	292	299	296	289	285	225	290	260	231	298	272	250
Russland	256	340	310	321	315	305	304	-	-	-	-	-	-	-
Berlin	256	322	284	286	295	286	284	-	-	-	-	-	-	-
\bar{x}	260	327	296	298	298	292	287	222	289	248	229	286	267	243
GD t,5%	15,5	14,8	18,6	17,5	12,3	9,9	15,0	40,5	12,4	18,2	11,3	12,9	7,7	12,2

Im Mittel der Jahre zeigte sich jedoch die gleiche Rangfolge der in beiden Versuchsstationen geprüften Herkünfte. Den höchsten Durchschnittsertrag erreichte jeweils die Rohrbacher Herkunft mit 209,1 dt TM/ha in Dornburg und 161,4 dt TM/ha in Heßberg. Am schlechtesten schnitt die Herkunft aus den USA ab. Allerdings lag sie lediglich knapp 20 dt TM/ha unter der Herkunft Rohrbach (Abb. 12).

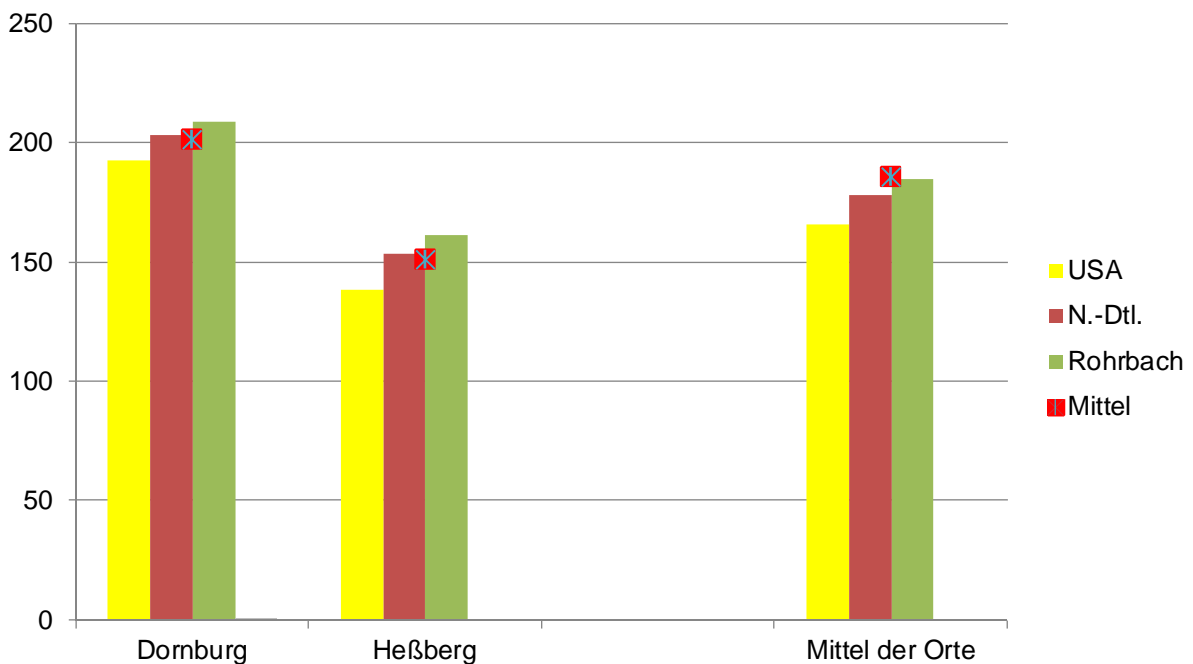


Abbildung 12: Erträge (dt TM/ha) der in Dornburg und Heßberg geprüften Herkünfte im Mittel der Jahre 2008 bis 2014

Im Lauf der langjährigen Bearbeitung der Durchwachsenen Silphie sind, neben den vorab beschriebenen, weitere Herkünfte beschafft worden, die seit 2013 in einem Versuch geprüft werden.

Nach der Pflanzung im Mai wuchsen alle Herkünfte, trotz Verschlämmungen und Erosionsereignissen durch die nachfolgenden Starkniederschläge, sehr gut an und entwickelten sich auch in der Folge zügig weiter. Der Bestandesschluss wurde Mitte August erreicht. Signifikante Unterschiede traten im Anpflanzjahr zwischen den Herkünften nicht auf (Tab. 23).

Tabelle 23: Anwuchsrate, Wuchshöhe, Rosettendurchmesser und Blattzahl unterschiedlicher Herkünfte der Durchwachsenen Silphie, Bonitur am 25.09.2013, VS Dornburg 2013

Herkunft	Anwuchsrate (%)	Wuchshöhe (cm)	Rosettendurchmesser (cm)	Blattzahl
USA 1	99	29	81	24
Norddeutschland	100	34	86	22
Benko	100	35	83	16
Russland	100	32	86	25
Nordeuropa	100	37	85	24
Ukraine 1	100	29	75	22
Ukraine 2	100	31	86	21
Brandenburg	99	30	81	26
USA 2	97	25	79	21
GD t, 5 %	1,7	6,0	7,4	4,4

Trotz der Vorsommertrockenheit im ersten Erntejahr 2014 entwickelte sich der Bestand gut. Die Einzelpflanzen bildeten 6 bis 8 Triebe aus, die im Durchschnitt Durchmesser von 1,4 bis 1,8 cm aufwiesen. Zur Ernte erreichte die Silphie Wuchshöhen von 240 bis 300 cm, wobei die Herkunft USA 2 signifikant kürzer war als die restlichen Prüfglieder. Auch im Ertrag traten signifikante Unterschiede auf. Hier schnitten die beiden aus der Ukraine stammenden Herkünfte mit 120,8 dt TM/ha und 123,1 dt TM/ha am schlechtesten ab. Den höchsten Ertrag erreichte die nordeuropäische Herkunft mit 195,9 dt TM/ha (Tab. 24).

Tabelle 24: Triebzahl, Stängeldurchmesser, Wuchshöhe, TS-Gehalt und Ertrag unterschiedlicher Herkünfte der Durchwachsenen Silphie, VS Dornburg 2014

Herkunft	Triebzahl	Stängeldurchmesser (cm)	Wuchshöhe (cm)	TS-Gehalt (%)	Ertrag (dt TM/ha)
USA 1	7,0	1,48	280	21,2	155,9
Norddeutschland	7,6	1,48	296	23,7	169,2
Benko	7,0	1,54	292	21,9	172,5
Russland	6,6	1,76	299	22,3	165,3
Nordeuropa	6,7	1,50	281	21,5	195,9
Ukraine 1	6,4	1,38	284	21,8	123,1
Ukraine 2	7,4	1,52	277	23,5	120,8
Brandenburg	8,6	1,58	282	22,4	149,5
USA 2	8,5	1,57	240	22,1	170,4
Ø	7,2	1,53	282	22,4	157,7
GD t, 5 %	1,2	0,14	18,3	1,09	28,3

Die im HBT bestimmten Methanausbeuten der Herkünfte schwankten nur geringfügig zwischen 277 und 289 NI/kg oTS (Abb. 13). Dabei bestätigten sich die in den Vorjahren gefundenen höheren Methanausbeuten der ukrainischen Herkünfte nicht.

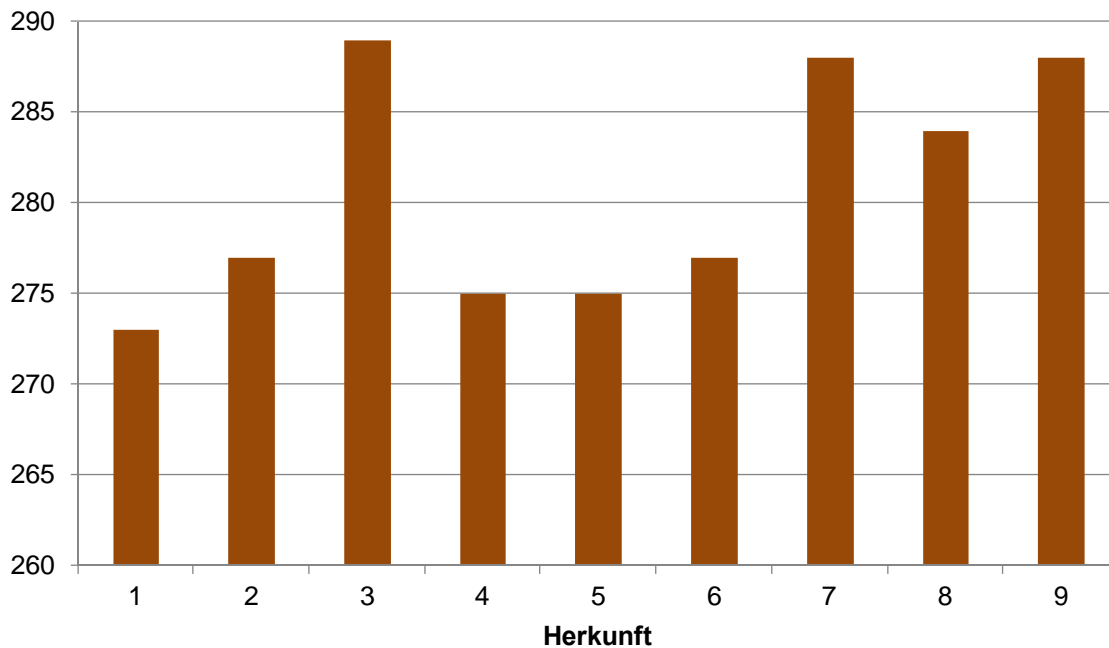


Abbildung 13: Methanausbeuten (NI/kg oTS) unterschiedlicher Herkünfte der Durchwachsenen Silphie, VS Dornburg 2014

Dementsprechend folgten die theoretischen Methanerträge je Flächeneinheit weitgehend den Biomasseerträgen (Abb. 14). Den höchsten Wert erreichte mit knapp 5.400 m³ Methan/ha die nordeuropäische Herkunft, gefolgt von ‚Benko‘ und der Herkunft USA 2 mit nahezu 5.000 m³/ha.

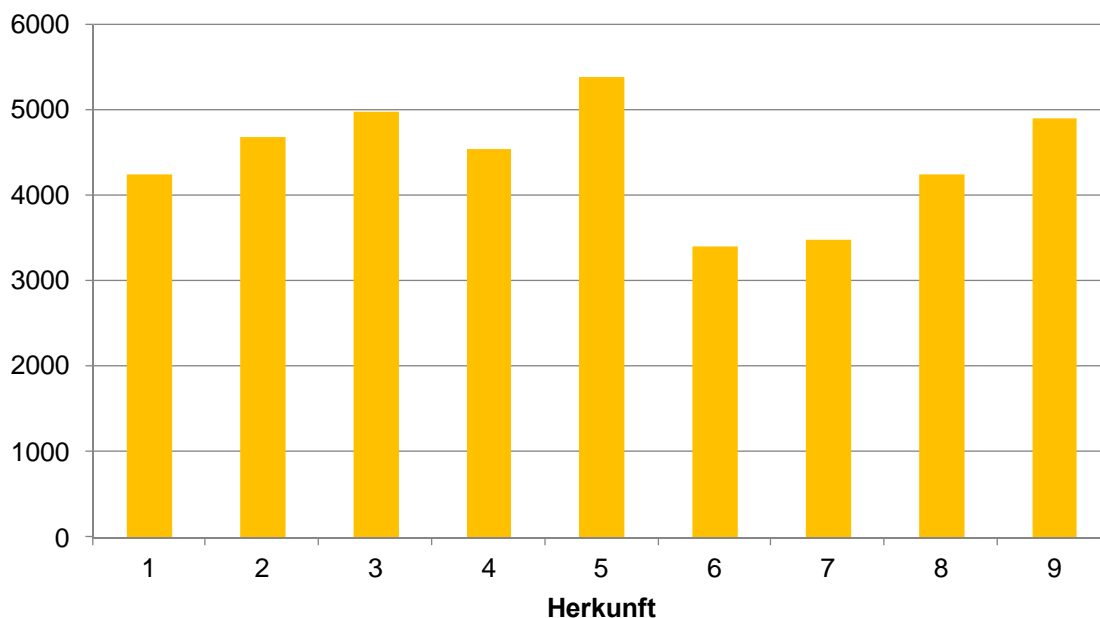


Abbildung 14: Methanerträge (m³/ha) unterschiedlicher Herkünfte der Durchwachsenen Silphie, VS Dornburg 2014

3.3.3 Standortvergleich bei Saat und Pflanzung

Um bessere Aussagen zur Standorteignung der Durchwachsenen Silphie treffen zu können, erfolgte im Frühjahr 2013 die Anlage eines Versuches zur Bestandesetablierung durch Saat

und Pflanzung in Thüringen (Dornburg), Hessen (Bad Hersfeld – Eichhof), Bayern (Aholting) und Baden-Württemberg (Forchheim). Die Koordinierung übernahm Thüringen im Rahmen der Kooperation der Landesanstalten im Bereich Pflanzenbau, AG „Kleine und mittlere Kulturen“, nachdem der Versuch mit den Mitgliedern der AG abgestimmt worden war. Unter Verwendung einheitlichen Saat- und Pflanzgutes kam der Versuch im Mai 2013 an den vier Standorten zur Anlage. Bei der Pflanzung war eine Bestandesdichte von 4 Pfl./m² vorgegeben, bei der Saat sollten mit Einzelkornsämaschine ca. 15 bis 17 Samen/m² abgelegt werden. Die Anlage des Versuchs konnte erst nach dem Nachlassen der Starkniederschläge im Mai bzw. Juni erfolgen. In Dornburg, Bad Hersfeld und Forchheim gelang dies Mitte Juni, in Aholting erst Anfang Juli. Die Pflanzung wuchs an allen Standorten zu nahezu 100 % an. Bei der Saat schwankten die Aufgangsraten zwischen ca. 25 % in Aholting und knapp 80 % in Dornburg.

Die Pflanzen gingen gut entwickelt in den Winter und bildeten in 2014 erstmals einen Ertrag. Die Erträge schwankten zwischen 68,7 dt TM/ha in Aholting bei der Saatvariante und 212,3 dt TM/ha in Bad Hersfeld bei Pflanzung (Abb. 15). Insgesamt fielen die Erträge in Baden-Württemberg und Bayern wesentlich niedriger aus als in Hessen und Thüringen, was an einer ausgeprägten Trockenheit im Frühjahr in diesen Regionen lag. In Forchheim wurde sogar Zusatzwasser im Juni verabreicht.

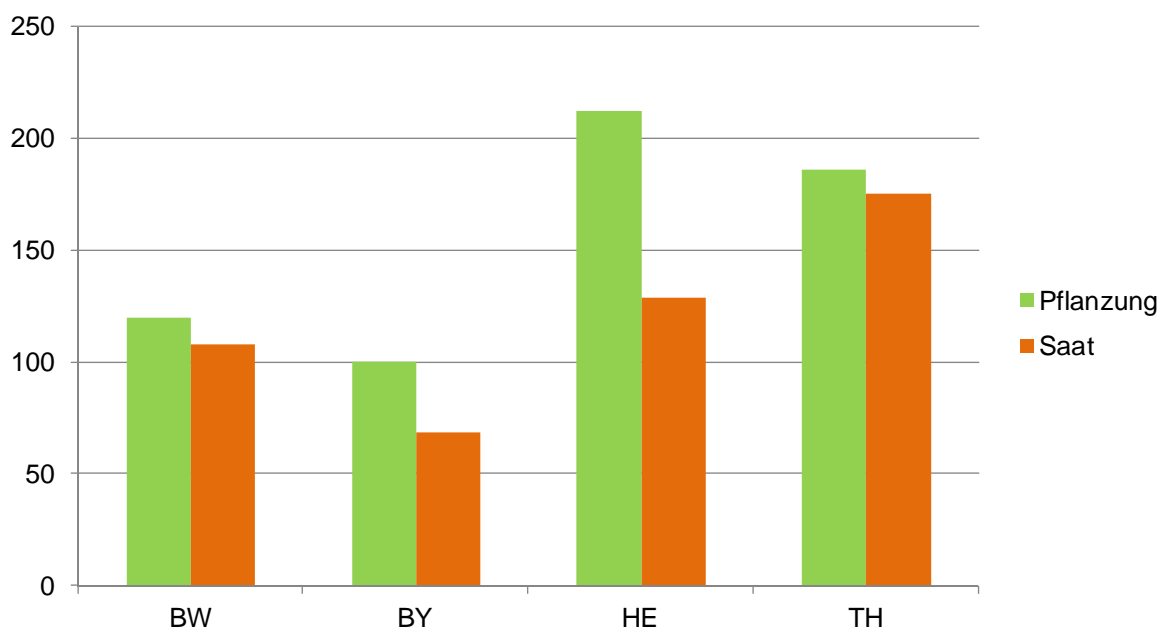


Abbildung 15: Ertrag (dt TM/ha) von Durchwachsener Silphie bei Saat und Pflanzung an vier Standorten 2014

Statistisch gesicherte Unterschiede zwischen Saat und Pflanzung gab es in Bayern und Hessen, wobei jeweils die Pflanzung der Saat überlegen war. In Thüringen und Baden-Württemberg lagen Saat und Pflanzung ertraglich auf einem Niveau. Die Relativerträge der Saat im Vergleich zur Pflanzung schwankten an den Standorten zwischen 60,7 % in Hessen und 94,0 % in Thüringen (Abb. 16).

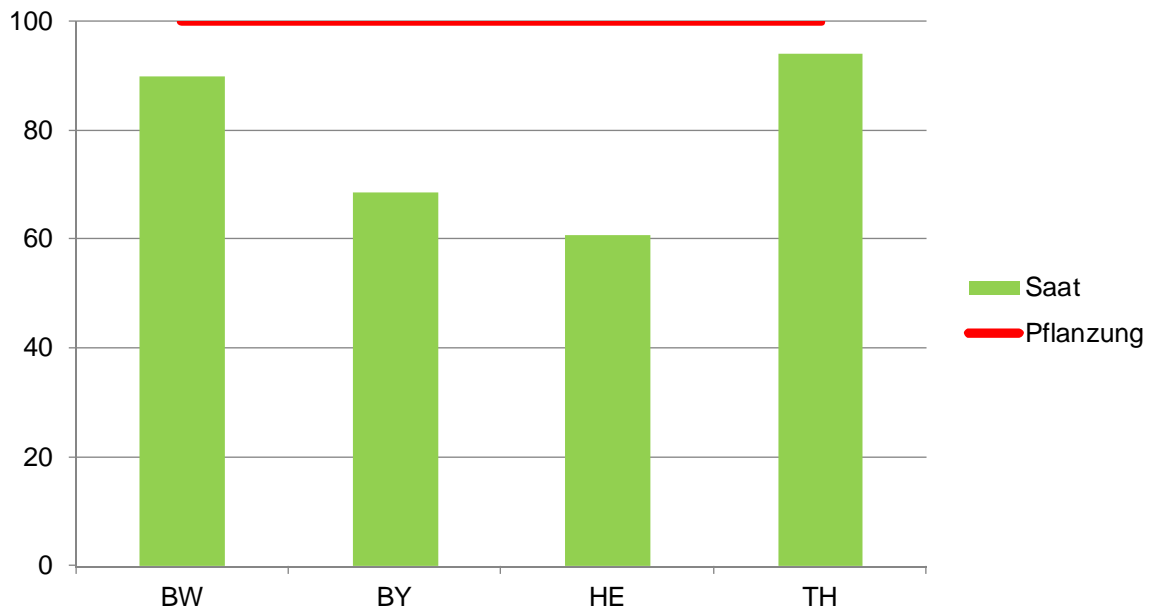


Abbildung 16: Relativvertrag (%) von Durchwachsener Silphie bei Saat und Pflanzung an vier Standorten 2014

Im Fazit des Versuches ist festzustellen, dass das von der TLL erarbeitete Aussaatverfahren weitgehend praxistauglich ist, wenngleich die Aussaat gegenüber der Pflanzung immer noch das etwas risikobehaftetere Verfahren ist.

Die Weiterführung der Versuche zur Silphie erfolgt seit 2015 im vom BMEL geförderten Verbundvorhaben „Durchwachsene Silphie – Anbauoptimierung, Sätechnik und Züchtung“, in dem die TLL, neben der Projektkoordination, hauptsächlich für die Optimierung des Anbauverfahrens durch Aussaat zuständig ist.

3.4 Sorghum-Hirse

Untersuchungen zu Anbaueignung und Ertrag verschiedener Sorghumarten und -sorten werden seit 2004 im Rahmen von bundesweiten Verbundvorhaben an unterschiedlichen Thüringer Standorten durchgeführt. Von 2011 bis 2013 kam im Rahmen des vom BMEL geförderten Verbundvorhabens „Pflanzenbauliche, ökonomische und ökologische Bewertung von Sorghumarten und -hybriden als Energiepflanzen; Teilvorhaben 5: Ökologische Auswirkung des Sorghumanbaus“ ein Sortenversuch in Dornburg und Friemar zum Anbau. Die Ergebnisse sind nachfolgend dargestellt.

In den ersten beiden Versuchsjahren erreichte keine der Hirsesorten den Ertrag von Mais, unabhängig vom Ort und der Sortengruppe. Im dritten Versuchsjahr litt der Mais unter den nasskalten Witterungsverhältnissen im Mai und erreichte insgesamt sehr niedrige Erträge, die unter denen der Hirse lagen (Tab. 25).

Tabelle 25: Ertrag (dt TM/ha) verschiedener Hirsearten und -sorten im Vergleich zu Mais VS Dornburg und Friemar 2011 bis 2013

Sorte	2011		2012		2013	
	Dornburg	Friemar	Dornburg	Friemar	Dornburg	Friemar
Atletico	219,6	235,5	280,1	229,1	76,8	146,3
LG 3216	220,2	234,8	258,0	228,8	74,9	143,9
Ø Mais	219,9	235,2	269,0	229,0	75,8	145,1
Lussi	141,4	197,2	170,8	145,9	110,0	165,3
KWS Freya	167,3	195,0	186,1	162,1	107,3	169,3
Nutri Honey	124,9	140,8	-	-	-	-
Super Dolce	113,0	181,5	-	-	-	-
KWS Sole	-	-	196,4	170,5	125,1	183,6
Ø frühe Sortengruppe	136,6	178,6	184,4	159,5	114,1	172,7
Sucro Sorgho 506	142,8	163,8	162,2	174,4	-	-
Herkules	187,6	155,8	183,1	185,5	112,6	185,0
BMR 201	111,01	172,5	-	-	-	-
KWS Zerberus	169,4	184,7	165,8	167,1	116,2	162,1
KWS Odin	173,2	185,6	-	-	-	-
RHS 1092 (Amiggo)	154,0	206,7	167,2	162,5	118,8	169,0
Biomass 150	212,6	166,7	-	-	-	-
Niagara 2	111,9	142,9	-	-	-	-
Latte	118,5	153,0	-	-	-	-
KSH 0704	-	-	185,1	176,2	133,7	183,7
KWS Tarzan	-	-	190,9	195,0	128,2	196,5
NUS-F-17 (Uluru)	-	-	133,1	151,8	-	-
Kylie	-	-	182,2	177,4	-	-
EUG 221 F	-	-	192,6	178,1	136,6	174,8
Farmsorgho	-	-	71,1	91,0	103,1	119,5
RHS 1192 (Joggy)	-	-	-	-	115,7	175,1
EUG 121 F	-	-	-	-	131,5	174,9
PR 823 F	-	-	-	-	119,4	175,2
Ø späte Sortengruppe	153,4	170,2	163,3	165,9	121,6	171,6

Im Mittel aller Versuchsjahre und Sorten war der Mais der Hirse um ca. 20 % überlegen. Dabei lag das Ertragsniveau in Friemar über dem von Dornburg. Die Ertragsdifferenz zwischen Mais und Sorghum war mit 15 % etwas geringer als in Dornburg, wo der Mais einen um 23 % höheren Ertrag als die Hirse erreichte.

Auch von den dreijährig geprüften Sorghum-Sorten erreichte keine im Mittel der Jahre den Ertrag von Mais. Ein ertraglicher Vorteil der späten Sortengruppe, zu der ausschließlich Sorghum bicolor-Typen gehörten, war ebenfalls nicht zu beobachten (Abb. 17).

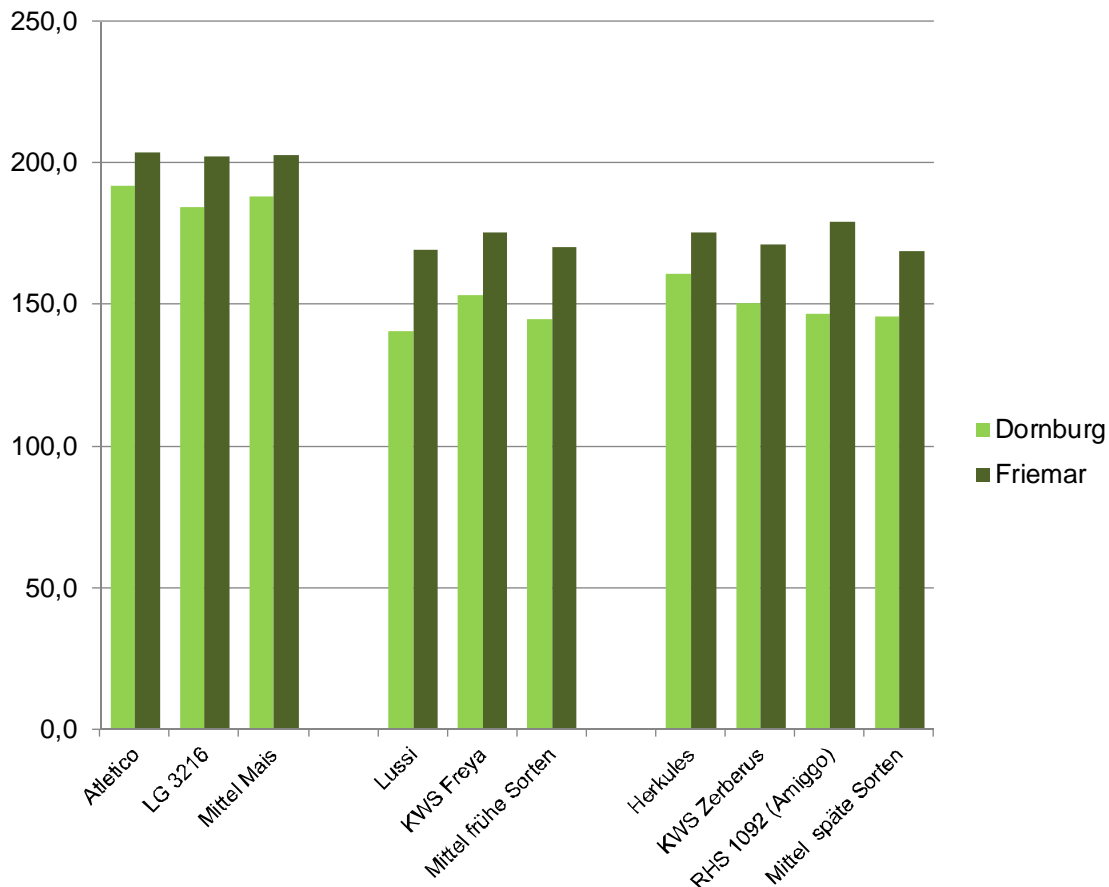


Abbildung 17: Ertrag (dt TM/ha) dreijährig geprüfter Sorghum-Sorten im Vergleich zu Mais VS Dornburg und Friemar Mittel der Jahre 2011 bis 2013

Trockensubstanzgehalte von mindestens 28 %, wie sie für eine sichere Silierung erforderlich sind, wiesen über den Versuchszeitraum lediglich die mehrjährig geprüften Sorghum sudanense-Sorten auf, die der frühen Sortengruppe angehören (Tab. 26). Von den ertragreicheren Futterhirsen erreichte keine die geforderten Werte über mehrere Jahre, obwohl die Herbstwitterung während der Versuchsdurchführung eigentlich günstig war und beide Versuchsstandorte zu den wärmeren Lagen Thüringens zählen.

Unter Thüringer Standortverhältnissen scheint es bei dem gegenwärtigen Sortenspektrum günstiger zu sein, zur Minimierung des Anbaurisikos Sudangras-Hybriden anzubauen, wenn denn eine Alternative zu Mais gesucht wird. Für den Anbau von Sorghumhirse spricht das geringere Auftreten von Schädlingen, da der Maiszünslerbefall meist gering ist bzw. z. T. durch die Bestockung wieder ausgeglichen wird und die Hirse keine Wirtspflanze des Maiswurzelbohrers ist. Außerdem sind keine Fraßschäden durch Wildschweine zu befürchten. Der Anbauumfang in Thüringen belief sich im Jahr 2014 auf 135 ha, darunter 60 ha Körner-Sorghum Ganzpflanze.

Tabelle 26: TS-Gehalt (%) verschiedener Hirsearten und -sorten im Vergleich zu Mais VS Dornburg und VS Friemar 2011 bis 2013

Sorte	2011		2012		2013	
	Dornburg	Friemar	Dornburg	Friemar	Dornburg	Friemar
Atletico	30,4	26,8	36,6	28,2	29,2	29,4
LG 3216	32,3	28,8	36,0	29,9	28,7	30,6
Ø Mais	31,4	27,8	36,3	29,0	29,0	30,0
Lussi	29,0	30,1	32,3	29,9	37,6	33,5
KWS Freya	29,4	28,0	29,3	27,3	31,6	30,2
Nutri Honey	23,4	22,8	-	-	-	-
Super Dolce	23,7	24,5	-	-	-	-
KWS Sole	-	-	31,1	27,6	34,6	31,6
Ø frühe Sortengruppe	26,4	26,4	30,9	28,3	34,6	31,8
Sucro Sorgho 506	23,5	22,5	22,2	19,6	-	-
Herkules	24,5	24,5	24,8	22,3	20,8	23,6
BMR 201	21,3	22,6	-	-	-	-
KWS Zerberus	27,9	27,3	27,8	24,4	24,8	26,0
KWS Odin	27,0	26,6	-	-	-	-
RHS 1092 (Amiggo)	27,7	27,1	27,4	24,5	26,3	26,1
Biomass 150	25,4	24,5	-	-	-	-
Niagara 2	20,1	20,9	-	-	-	-
Latte	22,7	22,8	-	-	-	-
KSH 0704	-	-	26,8	23,1	25,5	26,1
KWS Tarzan	-	-	27,4	25,1	26,8	27,7
NUS-F-17 (Uluru)	-	-	22,5	21,7	-	-
Kylie	-	-	22,8	19,9	-	-
EUG 221 F	-	-	25,4	22,3	22,1	23,3
Farmsorgho	-	-	22,1	20,8	24,5	28,2
RHS 1192 (Joggy)	-	-	-	-	21,2	22,7
EUG 121 F	-	-	-	-	21,3	22,4
PR 823 F	-	-	-	-	22,8	24,8
Ø späte Sortengruppe	24,4	24,3	24,9	22,4	23,6	25,1

3.5 Blümmischungen zur Biogaserzeugung

Von 2013 bis 2015 wurden ein- und mehrjährige Blümmischungen im Exaktversuch in Dornburg angebaut. Ziel war es, verlässliche Daten zu Anbaueignung, Biomasseertrag und Gasausbeuten unter Thüringer Standortbedingungen zu erarbeiten und damit die Grundlage für beratungsfähiges Wissen für die Thüringer Landwirtschaft zu schaffen. Der Erntezeitpunkt aller Blümmischungen orientierte sich nicht am optimalen Zeitpunkt für die Erreichung der höchsten Biogasausbeute, sondern erfolgte zeitgleich mit der Silomaisenernte. Dieses Vorgehen folgt der Annahme, dass viele Blühstreifen auf Maisschlägen etabliert werden. Es hat zwei wesentliche Vorteile: erstens kann die Ernte des Schlages arbeitstechnisch zusammenhängend erfolgen, vorausgesetzt, die Maissilage dient nur der Biogasproduktion und die Blühstreifen können in der Mischung mit Mais siliert werden; und zweitens, dass zu einem Zeitpunkt geerntet wird, zu dem bereits alle Blühpflanzen abgeblüht sind und ggf. ausgesamt haben, d.h. ausreichend Gelegenheit hatten, ihren ökologischen Nutzen zu erbringen.

3.5.1 Einjährige Mischungen

Es kamen die aus acht Mischungspartnern bestehende ‚Multikulti‘ der Saatenunion, die Bayerische Wildpflanzenmischung einjährig ‚BY 1‘ mit 11 Arten und die Mischung ‚Thüringer Biogas Energie‘, ebenfalls mit acht Bestandteilen zum Anbau. Die einzelnen Arten der Mischungen beinhaltet Tab. 27.

Tabelle 27: Mischungsbestandteile der einjährigen Blümmischungen
VS Dornburg 2013 bis 2015

Mischung	Arten
Multikulti	Alexandrinischer Klee, Gelbsenf, Lein, Ölrettich, Perserklee, Phacelia, Sommerwicke, Sonnenblume
BY 1	Bechermalve, Gelber Steinklee, Knorpelmöhre, Kosmee, Lein, Mauretanische Malve, Quirmalve, Ramtillkraut, Ringelblume, Sonnenblume, Weißer Steinklee
Thüringer Biogas Energie	Buchweizen, Futtermalve, Inkarnatklee, Ölrettich, Phacelia, Senf, Sommerwicke, Sonnenblume

Gesät wurde Ende April, zeitgleich mit dem Silomais, in einer Saatstärke von 10 kg/ha bei Prüfglied 2 und 3 sowie 20 kg/ha bei Mischung 1. Pflanzenschutz- und Düngungsmaßnahmen waren nicht vorgesehen und wurden auch nicht durchgeführt.

Die Ernte der Blümmischungen erfolgte zeitgleich mit dem Silomais. Die Erträge lagen 2013, aufgrund der ungünstigen Witterungsbedingungen (später Vegetationsbeginn, Extremniederschläge im Mai), auf sehr niedrigem Niveau. In 2014 und 2015 waren die Erträge der Blümmischungen ca. doppelt so hoch wie im ersten Jahr (Tab. 28). Selbst in den ertragsstärkeren Jahren 2014 und 2015 erreichten die einjährigen Blümmischungen lediglich zwischen 35 und 45 % des Silomaisertrages in der Versuchsstation. Problematisch war die Einhaltung des für eine sichere Silierung erforderlichen TS-Gehaltes. So waren ‚Multikulti‘ und ‚Thüringer Biogas Energie‘ zum Erntetermin meist zu trocken, ‚BY 1‘ dagegen etwas zu feucht. Da jedoch davon auszugehen ist, dass Blümmischungen in der Praxis zusammen mit Silomais geerntet und siliert werden und dabei einen wesentlich geringeren Anteil am Erntegut haben, dürfte dies kaum praktische Bedeutung haben.

Tabelle 28: Ertrag und TS-Gehalt einjähriger Blümmischungen im Vergleich zu Silomais
VS Dornburg 2013 bis 2015

Mischung	Ertrag (dt TM/ha)			TS-Gehalt (%)			Ertrag, rel. zu Mais (%)		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Multikulti	37,1	66,1	51,8	40,4	43,0	31,8	22,5	33,1	38,4
BY 1	38,8	86,2	65,1	25,4	26,4	23,4	23,5	43,2	48,2
TH-Biogas E	27,5	53,8	64,5	34,1	40,8	26,3	16,7	26,9	47,8
Silomais*	164,8	199,7	135,0	33,1	28,6	35,9	Ø 20,9	Ø 34,4	Ø 44,8

* 2013 ‚Marleen‘, 2014 ‚Luigi CS‘, 2015 ‚Jessy‘

In 2013 und 2014 wurde das Erntegut der Blümmischungen einzeln und in Mischung (20 % Blümmischung + 80 % Mais) mit Mais siliert. Die Silagequalität war bei allen Proben sehr gut. Die Untersuchung der Silagen im HBT zeigte, dass die Methanausbeuten der Blümmischungen mit durchschnittlich 250 NI/kg oTS deutlich unter Mais, der im Mittel der Jahre 370 NI/kg oTS erreichte, lagen. Bei einer Zumischung von 20 % Blümmischung (TH-Biogas E) zu Mais war dagegen lediglich ein Abfall von 6 % in der Methanausbeute (348 NI/kg oTS) zu verzeichnen (Abb. 18).

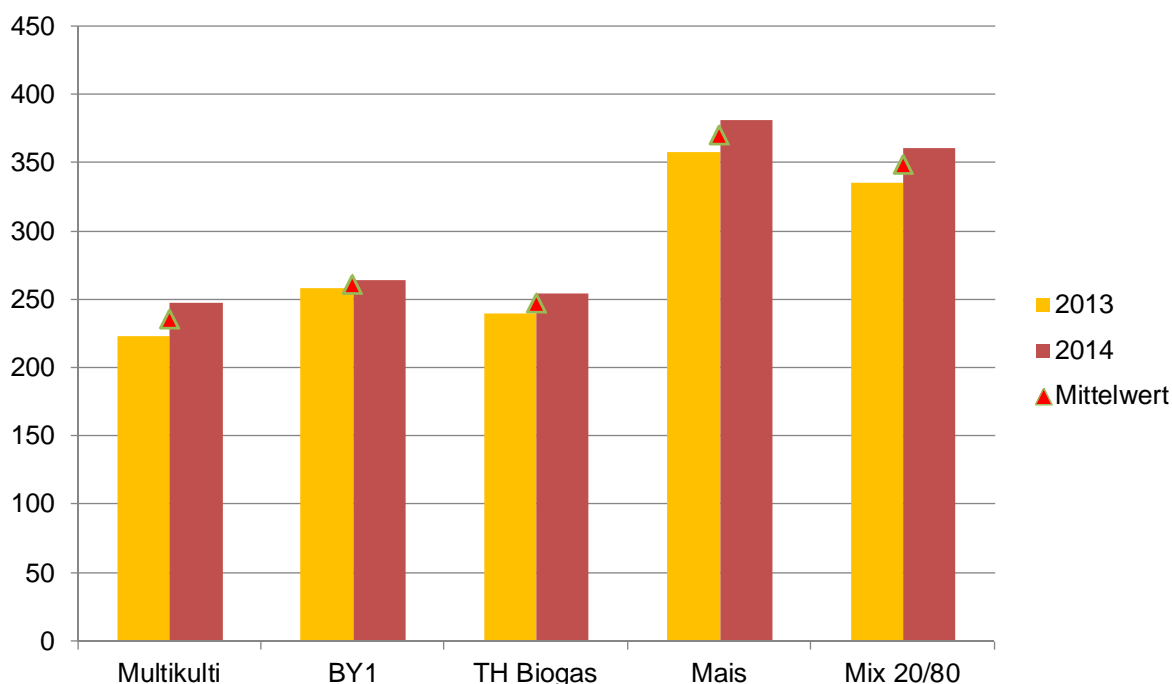


Abbildung 18: Methanausbeuten (NI/kg oTS) einjähriger Blümmischungen im Vergleich zu Silomais bzw. in Mischung mit Mais, VS Dornburg 2013 und 2014

Aus den Erträgen und Inhaltsstoffuntersuchungen sowie den Messungen im HBT ergaben sich Biogaserträge von 1.348 m³/ha in 2013 und 2.875 m³/ha in 2014 im Mittel der Mischungen. Die mittleren Methanerträge beliefen sich auf 830 m³/ha (2013) bzw. 1.762 m³/ha (2014). Die Bayerische Mischung BY 1 schnitt durch die höheren Biomasseerträge, verbunden mit den höchsten Methanausbeuten, mit 1.640 m³/ha am besten ab (Tab. 29). Im Vergleich dazu kam der Mais im Mittel der Jahre auf Methanerträge von ca. 6.750 m³/ha.

Tabelle 29: Biogas- und Methanausbeuten sowie –erträge einjähriger Blümmischungen, VS Dornburg 2013 und 2014

Mischung	Biogasausbeuten (NI/kg oTS)		Biogasertrag (m ³ /ha)		Methanausbeuten (NI/kg oTS)		Methanertrag (m ³ /ha)	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Multikulti	354	406	1.313	2.684	223	248	827	1.639
BY 1	428	436	1.661	3.758	259	264	1.004	2.276
TH-Biogas E	389	406	1.070	2.184	240	255	660	1.372
Ø	390	416	1.348	2.875	241	256	830	1.762

3.5.2 Mehrjährige Blümmischungen

In Dornburg wurden von 2013 bis 2015 zwei mehrjährige Blümmischungen geprüft. Es handelte sich einmal um die KULAP-Mischung B5, bestehend aus 10 Arten und die Wildpflanzenmischung ‚BY 2‘, die 24 Arten beinhaltet. Die genauen Bestandteile beider Mischungen sind in Tabelle 30 aufgeführt.

Tabelle 30: Mischungsbestandteile der mehrjährigen Blümmischungen VS Dornburg 2013 bis 2015

Mischung	Arten
KULAP-Mischung B5	Esparsette, Futtermalve, Gelbklees, Hornklees, Luzerne, Phacelia, Rotklees, Senf, Sonnenblume, Weißklees
BY 2	Beifuß, Buchweizen, Echter Alant, Echter Eibisch, Esparsette, Färberkamille, Fenchel, Gelber Steinklee, Gewöhnlicher Natternkopf, Kleinblütige Königskerze, Luzerne, Mauretanische Malve, Quirlmalve, Rainfarn, Rosen-Malve, Rote Lichtnelke, Schwarze Flockenblume, Sonnenblume, Wegwarte, Wilde Karde, Wilde Malve, Wilde Möhre, Weiße Lichtnelke, Weißer Steinklee

In beiden Mischungen sind ein- und mehrjährige Arten enthalten. Im Etablierungsjahr dominieren die einjährigen Arten den Ertrag, in den Folgejahren sollen dann die ausdauernden Arten die Ertragsbildung übernehmen. Aussaat und Ernte erfolgten wiederum zeitgleich mit dem Silomais mit einer Saatstärke von 10 kg/ha. Dünge- und Pflanzenschutzmittel kamen auch hier, entsprechend des Versuchsplans, nicht zur Anwendung.

Die mehrjährigen Mischungen erreichten im Ansaatzjahr nur geringe Erträge von etwas über 20 % des Silomaisertrages am Standort. Im zweiten Anbaujahr konnten die in den mehrjährigen Mischungen enthaltenen zweijährigen und ausdauernden Arten zumindest in der Mischung ‚BY 2‘ für höhere Erträge sorgen. Die KULAP-Mischung B5 erreichte wiederum nur wenig mehr als 20 % des Maisertrages. Im letzten Versuchsjahr lagen die Mischungen bei 44 % (KULAP B 5) bzw. 75 % (BY 2) des Silomaises. In 2013 hatten beide Mischungen zum Erntetermin „Silomaisernte“ den zur Silierung erforderlichen TS-Gehalt erreicht. In 2014 lag ‚BY 2‘, in 2015 beide Mischungen, etwas darüber (Tab 31).

Tabelle 31: Ertrag und TS-Gehalt mehrjähriger Blühmischungen im Vergleich zu Silomais
VS Dornburg 2013 bis 2015

Mischung	Ertrag (dt TM/ha)			TS-Gehalt (%)			Ertrag, rel. zu Mais (%)		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
KULAP- Mischung B 5	39,0	43,2	59,4	32,7	33,4	37,5	23,7	21,6	44,0
BY 2	32,0	123,6	100,7	27,5	40,0	39,4	19,4	61,9	74,6
Silomais*	164,8	199,7	135,0	33,1	28,6	35,9	Ø 21,6	Ø 41,8	Ø 59,3

* 2013 ‚Marleen‘, 2014 ‚Luigi CS‘, 2015 ‚Jessy‘

Problematisch war ab dem 2. Standjahr die Lagerneigung der Mischungen. Insbesondere die massereiche Bayerische Mischung wies sowohl 2014 als auch 2015 starkes Lager auf, was zu Problemen und auch zu hohen Verlusten bei der Ernte führte. Außerdem breiteten sich in den Beständen standortbedingt Fremdarten, wie z. B. Mariendisteln und Ackerhundskamille aus, die nicht Mischungsbestandteil waren, aber doch nennenswerte Anteile erreichten

Vom Erntegut der mehrjährigen Mischungen wurden 2013 und 2014 ebenfalls Silagen hergestellt und im HBT untersucht. Die Mischungen erreichten im Mittel der Jahre 240 NI/kg oTS (KULAP B 5) bzw. 251 NI/kg oTS (BY 2) und lagen damit bei ca. zwei Drittel des Silomaiswertes, der 370 NI/kg oTS erzielte (Abb. 19). Eine Silierung in Mischung mit Mais erfolgte hier nicht. Die niedrigeren Methanausbeuten der Mischungen im zweiten Standjahr sind möglicherweise auf die recht hohen TS-Gehalte zur Ernte und die fortgeschrittene Lignifizierung zurückzuführen.

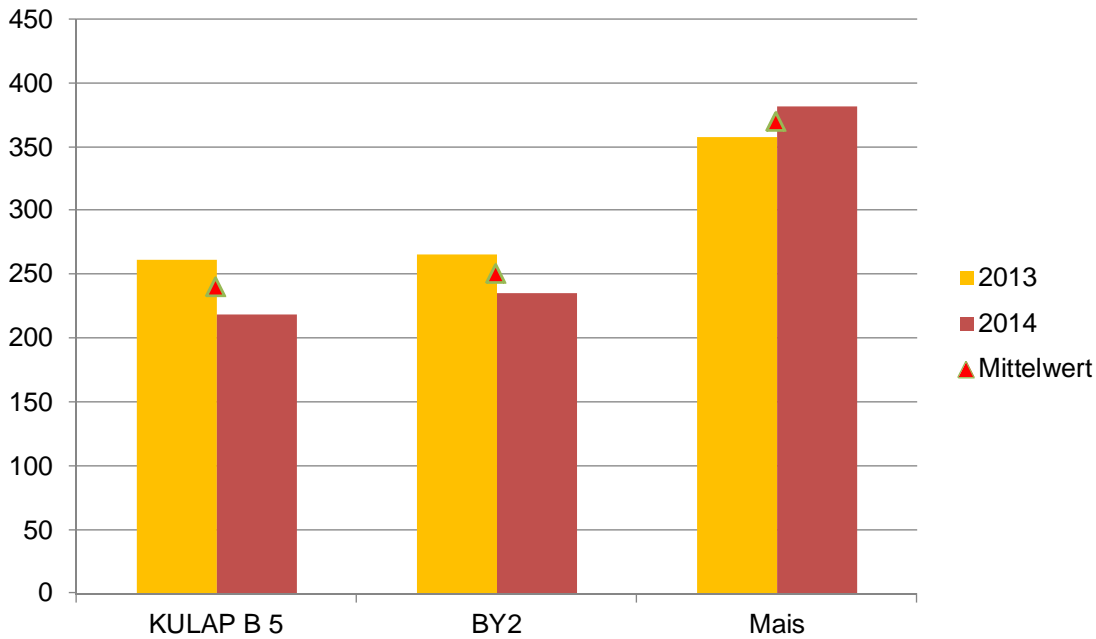


Abbildung 19: Methanausbeuten (NI/kg oTS) mehrjähriger Blümmischungen im Vergleich zu Silomais, VS Dornburg 2013 und 2014

Bezüglich der Biogas- und Methanerträge übertraf die auf Massebildung ausgelegte ‚BY 2‘ erwartungsgemäß die auf naturschutzfachlichen Mehrwert fokussierte KULAP-Mischung B 5 im 2. Jahr deutlich (Tab. 32).

Tabelle 32: Biogas- und Methanausbeuten sowie –erträge mehrjähriger Blümmischungen, VS Dornburg 2013 und 2014

Mischung	Biogasausbeute (NI/kg oTS)		Biogasertrag (m ³ /ha)		Methanausbeute (NI/kg oTS)		Methanertrag (m ³ /ha)	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014
KULAP-Mischung B 5	427	347	1.665	1.499	262	219	1.021	946
BY 2	443	383	1.418	4.734	266	236	849	2.917
Ø	435	365	1.542	3.116	264	228	935	1.935

Aus ertraglicher Sicht ist die Anlage mehrjähriger Blümmischungen der einjähriger vorzuziehen. Wichtig ist in jedem Fall die Wahl einer standortangepassten, geeigneten Mischung.

Die Versuche sollen in 2016 mit neuen, handelsüblichen und z. T. greeningfähigen ein- und mehrjährigen Mischungen unter Federführung des Referats 440 „Agrarökologie und ökologischer Landbau“ am Standort Dornburg fortgesetzt werden.

4 Zusammenfassung

Auf Basis der Versuchsergebnisse wurden die in Dornburg erzielten Erträge der alternativen Energiepflanzen mit denen des Silomais (2005 bis 2012 ‚Atletico‘, 2013 ‚Marleen‘, 2014 ‚Luigi CS‘ und 2015 ‚Jessy‘) verglichen. In die Auswertung gingen die Ergebnisse der Silphieversuche (2005 bis 2015, n = 185), die Erträge von *Sorghum bicolor* (2005 bis 2015, n = 72), von *Sorghum sudanense* (2004 bis 2013, n = 32), von Igniscum® (2011 bis 2015, n = 8), von Riesenweizengras (2012 bis 2015, n = 18) sowie die der Blümmischungen (2013 bis 2015, n = 6 bzw. 9) ein. Es zeigte sich, dass die Silphie bei gleichen Standortbedingungen ähnliche Biomasseerträge wie der Silomais erzielte. Weizengras erreichte knapp 90 % des Maisertrages. Bei den Sorghumhirsen schnitten die Futterhirsen mit 80 % des Maisertrages besser ab als die Sudangräser, die lediglich auf 70 % kamen. Der Knöterich und auch die Blümmischungen konnten mit 40 % bzw. ca. 30 % in ertraglicher Hinsicht nicht mit Mais konkurrieren (Abb. 20).

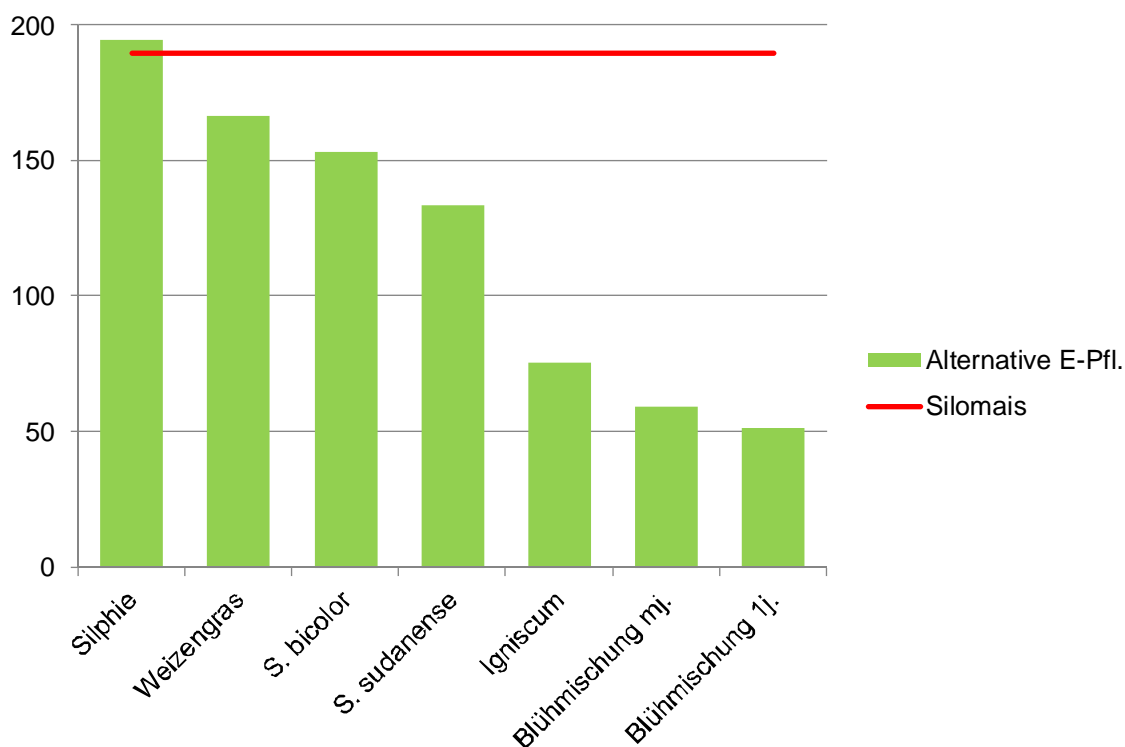


Abbildung 20: Ertrag (dt TM/ha) alternativer Energiepflanzen im Vergleich zu Silomais, VS Dornburg 2005 bis 2015

Beim Vergleich der Methanausbeuten der geprüften alternativen Kofermente mit dem KTBL-Wert für Silomais zeigt sich, dass in Bezug auf dieses Kriterium alle Pflanzenarten unterlegen sind. Die besten Ergebnisse weisen hier *Sorghum bicolor* mit 95 % und Weizengras mit 92 % auf. *Sorghum sudanense* und Silphie folgen mit 88 bzw. 83 %, die Blümmischungen erreichen etwa 70 % des Silomaiswertes und Igniscum® ist mit nur 35 % der Methanausbeuten weit abgeschlagen (Abb. 21).

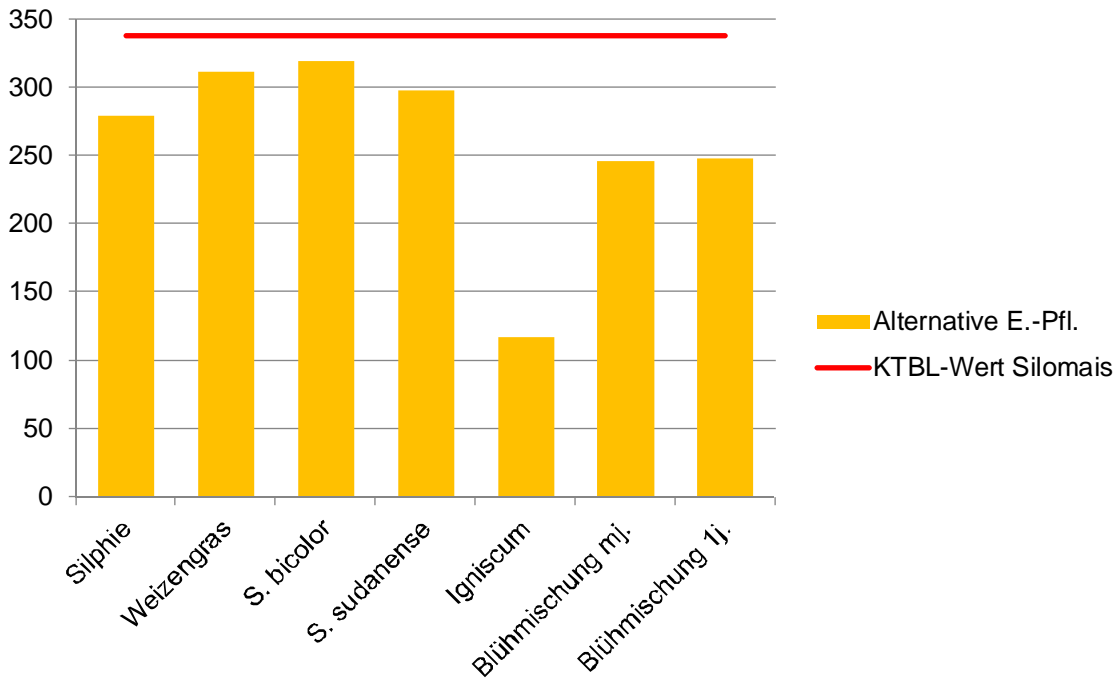


Abbildung 21: Methanausbeute (NI/kg oTS) alternativer Energiepflanzen im Vergleich zu Silomais (KTBL-Werte und eigene Untersuchungen), VS Dornburg 2005 bis 2015

Die aus den Biomasseerträgen und Methanausbeuten berechneten Methanerträge je Flächeneinheit folgen weitgehend den Biomasseerträgen der Kulturen (Abb. 22).

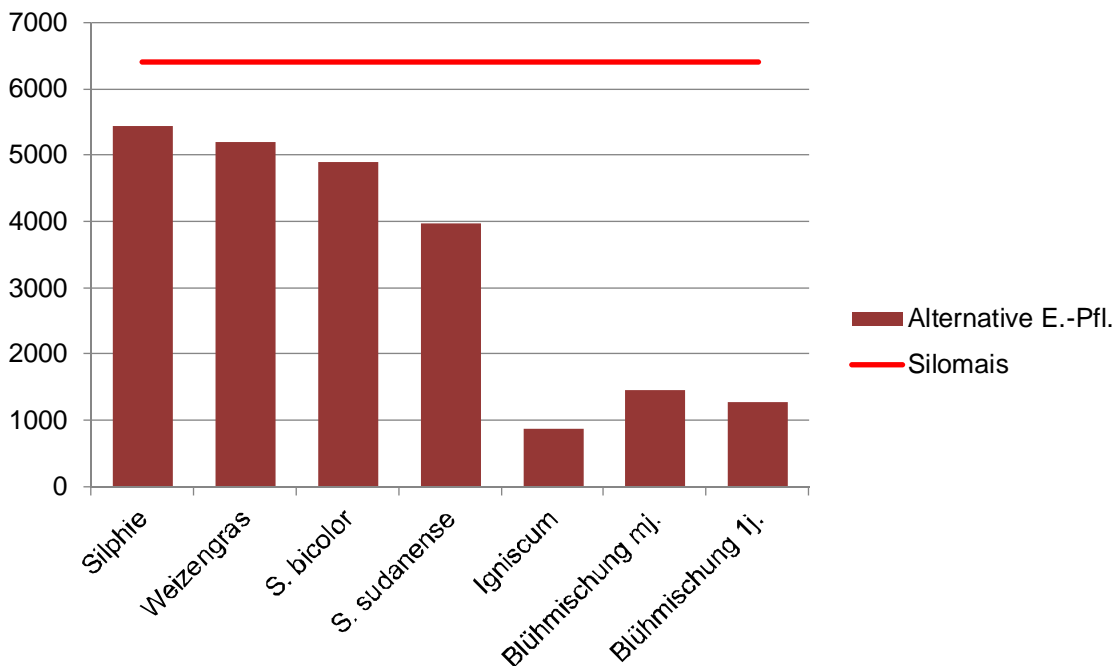


Abbildung 22: Methanertrag (m³/ha) alternativer Energiepflanzen im Vergleich zu Silomais, VS Dornburg 2005 bis 2015

Durch die höheren Methanausbeuten vergrößert sich der Abstand zu Silomais jedoch weiter. So liegt die Silphie 15 %, das Riesenweizengras ca. 19 %, die Futterhirse etwa 25 % und das Sudangras 18 % unter Mais. Die Blümmischungen erreichen lediglich 23 % (mehrjährig) bzw. 20 % (einjährig) und Igniscum® 14 % des Silomaiswertes.

Keine der geprüften alternativen Energiepflanzen für den Biogasbereich erreicht den Mais bezüglich der Methanerträge je Flächeneinheit. Hier spiegelt sich vor allem der jahrzehntelange intensive Züchtungsvorsprung der Futterpflanze Mais im Verhältnis zu allen bzgl. der Vergärung/Verdauung „neuen“ Kulturen wider.

Von den vorgestellten Arten sind am ehesten die Durchwachsene Silphie, das Riesenweizengras und die Sorghumhirsen in der Lage, den Mais in der Biogasanlage wirtschaftlich sinnvoll zu ergänzen. Insbesondere mit letztgenannter Art beschäftigen sich einige Züchterhäuser seit einigen Jahren intensiver, was sich in einem zunehmend breiteren Sortenspektrum niederschlägt. Auch beim Riesenweizengras hat sich in den letzten Jahren das im Handel verfügbare Sortenspektrum erhöht. Die bisher nur einjährigen Ergebnisse der Sortenprüfung in Heßberg lassen darauf schließen, dass es erhebliche Sortenunterschiede gibt. Durch die Wahl einer für den Standort geeigneten Sorte sollte es möglich sein, höhere Biomasseerträge zu realisieren. Bei der Silphie wurden 2010 erste Selektionsarbeiten zur Auslese verbesserten Pflanzenmaterials mit hohem Biomasseertrag und hohen Methanausbeuten begonnen, die im aktuell laufenden, vom BMEL geförderten Verbundvorhaben „Durchwachsene Silphie – Anbauoptimierung, Sätechnik und Züchtung“ fortgesetzt werden. Zudem besteht hier im Anbauverfahren noch erhebliches Potenzial zur Kostensenkung und zur Optimierung der Gasausbeuten je Flächeneinheit.

In die Gesamtbewertung alternativer Energiepflanzen müssen auch deren ökologische Vorteile einfließen. Im Internationalen Jahr des Bodens ist insbesondere auf die positiven Effekte ausdauernder Kulturen bezüglich des Bodenschutzes hinzuweisen: Mehrjährige Pflanzenarten tragen durch den Verzicht auf Bodenbearbeitung aktiv zur Humusakkumulation bei und verhindern durch ihre ganzjährige Bedeckung und Durchwurzelung Bodenerosion. Gleichzeitig regeneriert sich die Bodenfauna. Durch die Erhöhung der Regenwurmaktivität entstehen mehr Grobporen und somit kann bei Starkniederschlagsereignissen in kürzerer Zeit mehr Wasser vom Boden aufgenommen werden. Zudem hinterlassen Silphie und auch Weizengras nach der Ernte nur sehr geringe N-Mengen im Boden, was die Gefahr der Nitratverlagerung deutlich reduziert und die Arten auch für einen Anbau in Wasserschutzgebieten prädestiniert. Alle betrachteten Arten tragen zur Erhöhung der Biodiversität und zur Bereicherung der Agrarlandschaft bei. Besonders interessant sind diesbezüglich die Durchwachsene Silphie und auch diverse Blümmischungen, die über einen längeren Zeitraum Nahrung für Insekten, darunter Honigbienen liefern.

Die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft wird sich auch zukünftig im Rahmen der Dienstaufgabe „Nachhaltiger Anbau und Verwertung von Energiepflanzen“ mit aussichtsreichen alternativen Energiepflanzen beschäftigen. Ziel ist es, weiterhin verlässliche Aussagen zu Anbaueignung, Biomasseertrag und Gasausbeuten unter Thüringer Standortbedingungen zu treffen und damit die Grundlage für beratungsfähiges Wissen für die Thüringer Landwirtschaft zu schaffen.