
Session 5: Alternatives to maize in arable feed cropping

Ermittlung regionalspezifischer Ertrags- und Qualitätsdaten von Alternativen zu Mais im Futterbau – Feldversuche zu Futtergräsern und deren Gemengen, Hirsen sowie Getreide–Ganzpflanzensilage

Determination of region-specific data of yield and quality of alternatives to silage maize in fodder crops – field trials with forage grass and clover grass mixtures, Sorghum as well as whole plant silage of grain

Andrea Wosnitza, Stephan Hartmann

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Arbeitsgruppe IPZ 4b, Freising, Germany
corresponding author, Andrea.Wosnitza@LfL.Bayern.de, Stephan.Hartmann@LfL.Bayern.de

DOI 10.5073/jka.2014.444.043

Zusammenfassung

In diesem Projekt wurden aktuelle regionalspezifische Daten zu den Parametern Ertrag und Qualität von alternativen Futterpflanzen zu Silomais über einen Versuchszeitraum von drei Jahren untersucht. Dabei wurden regional adaptierte Silomaisorten mit Futtergräsern und Klee grasgemengen, Sudangräser und Hirsen sowie Getreide–Ganzpflanzensilagen miteinander verglichen. Die getesteten Silomaisvarianten erzielten über den Versuchszeitraum mit ca. 230 dt/ha die höchsten und konstantesten Trockenmasse-Erträge (TM) bei gleichzeitig geringer Streuung der Einzelwerte. Die TM-Erträge der *Sorghum*-Arten lagen ca. 30 – 50 dt/ha unter den Erträgen von Silomais. Zudem schwankten die Sudangräser und Hirsen sehr stark in den Erträgen und es konnten bei fast allen Varianten mit Werten weit unter 28 % keine silierfähigen Trockensubstanz-Gehalte bis zur Ernte erreicht werden. Die Klee gräser erzielten hohe und stabile TM-Erträge, die an das Niveau von *Sorghum* heranreichten. Mit den ausgezeichneten Trockensubstanz-Gehalten dienen sie als hochqualitative und etablierte Alternativen zu Mais für die Silage. Die Getreide-Ganzpflanzensilagen erzielten Erträge bis zu 78 % verglichen zu Silomais. Im Versuchszeitraum erreichte keine der getesteten Kulturen das Niveau von Silomais in dieser Region, allerdings wäre eine Kombination zweier Kulturen bei Bedarf zu empfehlen. Einzelne angepasste Sorten oder Mischungen der Alternativkulturen reichten bis ca. 80 % an den Ertrag des Silomais heran. Die Werte der Netto-Energie-Laktation (NEL) zeigten, dass Silomais von allen getesteten Kulturen die höchsten NEL-Werte hatte, gefolgt von den Futtergräsern und deren Gemengen und den Getreide-GPS-Varianten, wobei es hierzu nur einjährige Ergebnisse gab. Die niedrigsten NEL-Werte zeigten die *Sorghum*-Arten. Bei dem Rohproteingehalt waren die Futtergräser den anderen Kulturen weit überlegen. Silomais, die *Sorghum*-Arten und die Getreide-GPS-Varianten hatten Rohproteingehalte, die etwa im Bereich der Hälfte der Werte der Futtergräser lagen.

Stichwörter: Silomais, Futtergräser, *Sorghum*, Getreide-Ganzpflanzensilage, Trockenmasseerträge, Trockensubstanzgehalte, Futterqualität.

Summary

This project should generate current regional results over a period of three years about the parameter yield and quality of alternative fodder crops to maize; this includes grass and clover grass mixtures, silage maize, varieties of *Sorghum*/millets and whole plant silages of wheat, rye and triticale. The tested silage maize showed the highest and most reliable average dry matter yield with 23 tons per hectare, with a very low variance. The *Sorghum* and millet varieties had dry matter yields of 3 to 5 tons per hectare below the silage maize yield but with individual values fluctuating in a broad range within years and locations. With values far below 28% the dry matter contents were not suitable for ensiling. The grass and clover grass mixtures are good, stable and established alternatives to maize for silage. They achieved high yields comparable with these of *Sorghum* but stable and with a highly suitable dry matter content for ensiling. The yield of the whole plant silages was up to 22% lower compared with maize. So none of the alternative crops can compete with the high level yield of silage maize in its favoured region, therefore would be a combination of two crops recommended. But some individual locally adapted mixtures or varieties of the alternative crops reached nearly 80% of the maize yield. Silage maize showed the highest level of the net energy content for lactation (NEL), followed by the values of the fodder crops and the whole plant silages. The *Sorghum* varieties showed the lowest NEL value of all tested cultures. The highest crude protein showed the fodder crops contents. Silage maize, *Sorghum* and the whole plant silages had values lying nearly around the 50% mark of the fodder crops.

Keywords: Silage maize, fodder crops, *Sorghum*, millets, grain whole plant silage, dry matter yield, fodder quality.

1. Einleitung

Silomais ist in Bayern die meist angebaute Kultur (InVeKos-Daten, 2010). Aufgrund der im niederbayerischen Landkreis Passau vorherrschenden günstigen Böden ist sie auch dort die meist favorisierte Feldfrucht. Da Mais selbstverträglich ist wird er in dieser Region in sehr engen Fruchtfolgen aber auch als Monokultur angebaut. Das erweist sich als problematisch, da sich der Landkreis Passau im Einwanderungsgebiet des Westlichen Maiswurzelbohrers (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) befindet. Dieser Quarantäneschädling hat sich seit seinem Erstauftreten 1992 am Belgrader Flughafen in den europäischen Ländern mit ausgedehnten Maisanbauregionen etabliert, wobei die Hauptausbreitungsgebiete in den osteuropäischen Balkanländern, in den östlichen Regionen von Österreich, aber auch in Norditalien liegen (WUDKTE, 2005; BAUFELD, 2009, EDWARDS *et al.*, 2012). Der Schädling verursacht dort durch massives Auftreten enorme Ertragsausfälle an Mais (DEUKER *et al.*, 2012). In den letzten Jahren belegen Käferfunde das Vorkommen des Westlichen Maiswurzelbohrers auch im Süden von Deutschland (BOEGEL, 2012). Der Käfer wurde zum einen passiv eingeschleppt, wie entlang der Ostwest-Transitstrecken oder an den Flughäfen, zum anderen erfolgt eine aktive Einwanderung des Käfers durch Zuflug aus befallenen Maisfeldern der Nachbarländer.

Durch seinen Quarantänestatus hat der Westliche Maiswurzelbohrer in Deutschland neben ertraglichen Einbußen die Einleitung von besonderen betrieblichen Maßnahmen, wie Ausrottungs- und Eingrenzungsmaßnahmen zur Folge, und macht die Anwendung von integrierten Behandlungsmitteln notwendig (JKI, 2013). Dazu gehören vorbeugende und ackerbauliche Maßnahmen wie eine erweiterte Fruchtfolge, der Einsatz von Insektiziden und die Ausbringung natürlicher Feinde und soweit vorhanden, der Anbau von Sorten, die einen Züchtungsfortschritten gegen den Schädling vorweisen können. Je nach Produktionsausrichtung kann eine Einschränkung des Maisanbaues für die betroffenen Betriebe enorme ökonomische Schäden und Benachteiligungen nach sich ziehen.

Ziel dieses Projektes war die Erhebung regionalspezifischer Daten zur Ertragsleistung und den Qualitätsparametern von Futterpflanzen, die in dieser Region Alternativen zu Silomais in der Tierfütterung darstellen können. Dazu zählen Pflanzen des Feldfutterbaus wie Futtergräser im Rein- und Gemengeanbau, Kleeegrasmischungen, *Sorghum*-Arten (Sudangräser/Hirsens) und Getreide-Ganzpflanzensilage (GPS).

Für die genannten Kulturen lagen aus den bayerischen Befallsgebieten nicht genügend Daten vor, so dass weder exakte pflanzenbauliche Empfehlungen abgeleitet werden, noch Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit in dieser Region zu den alternativen Nutzpflanzen angestellt werden konnten. Für den Getreide-GPS-Versuch wurden zwei Versuchsjahre als ausreichend erachtet, da aus Versuchen der letzten Jahre auf Datenmaterial zurückgegriffen werden kann.

2. Material und Methoden

In den Feldversuchen wurden die möglichen Alternativen zu Mais in direktem Vergleichsanbau geprüft. Dazu wurden in dem Befallsgebiet drei Standorte für eine dreijährige Laufzeit des Versuches ausgewählt.

2.1 Standorte und Standortbedingungen

Der Versuch wurde 2009 im Befallsgebiet des Westlichen Maiswurzelbohrers an den Standorten Rotthalmünster, Kirchham und Eggfing in Niederbayern, Landkreis Passau, im Bodenklimaraum 116 („Gäu, Donau- und Inntal“, Fig.1) angelegt. Die einzelnen Standorte wurden so ausgewählt, dass sich ihre Böden geologisch unterschieden um damit die Bodenvariation im Befallsgebiet hinreichend abzudecken, zugleich sollten durch möglichst geringe Rüst- und Wegezeiten eine immer zeitgerechte und kosteneffiziente Bearbeitung von der Höheren Landbauschule Rotthalmünster (HLS) aus sichergestellt sein.

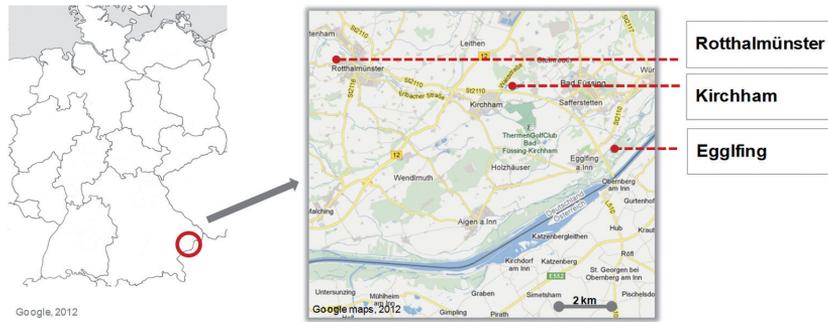


Abb. 1 Darstellung der Standorte 2009 – 2011.

Fig. 1 Map of the field sites 2009-2011.

Die Böden der Versuchsflächen in Rothalmünster liegen im direkten Umgriff der HLS, bestehend aus Parabraunerde aus diluvialen Löß und befindet sich im tertiären Hügelland im Flusstal des Inns. Die Versuchsfläche liegt exponiert im freien Feld.

Die Böden des Standortes Kirchham bestehen aus Braunerde mit einer Krumenaufgabe von ca. 20 cm. Darunter folgt Schotter, was eine gute Wasserführung an diesem Standort gewährleistet, allerdings auch schnell zu Trockenheit führt. Der Standort zeichnet sich durch eine niedrige Bodenfruchtbarkeit aus und liegt am Waldrand.

Der Standort Egglfing besitzt einen Aueboden, der reich an organischer Substanz mit mineralischen Anteilen ist und unmittelbar im Überschwemmungsbereich des Inns liegt. Durch den Bau eines Damms ist der Standort vor den negativen Auswirkungen eines Inn-Hochwassers geschützt. Das Feldstück liegt inmitten eines Waldstücks, was dem Standort ein eigenes Kleinklima verleiht, d.h. hohe Luftfeuchte und Wärme halten sich dort im Sommer länger als in frei exponierten Lagen, im Winter aber auch die Kälte. In Tab. 1 sind die Standortparameter aller Versuchsorte aufgeführt.

Tab. 1 Standortparameter.

Tab. 1 Field site parameters.

Standort	Rothalmünster	Kirchham	Egglfing
Höhe (über NN)	360 m	335 m	322 m
langj. Mittel Niederschlag	800-850 mm	800-900 mm	800-900 mm
Mittl. Tagestemperatur	7-8 °C	8 °C	8 °C
Bodenart	sL4D	SL6Alg	sL4Al
Bodenzahl	70	36	60
Ackerzahl	68	36	59
Geologie	Tertiäres Hügelland	Innterrassenschotter	Flusssandsedimente
Klassenbeschreibung	Parabraunerde aus diluvialen Löß	Braunerde	Aueboden
pH-Wert (Okt.,09)	6,7	6,7	7,2
P ₂ O ₅ (mg/100g Boden)	14	54	23
K ₂ O (mg/100g Boden)	12	27	7

2.2 Kulturen

Die verschiedenen Kulturen wurden in direktem Vergleichsanbau geprüft, um vergleichbare Daten zu erhalten. Die Sorten und Mischungen wurden so ausgewählt, dass sie für die Region angepasst waren (Bayerische Qualitätssaatgutmischungen bei den Futtergräsern) bzw. es sich um regional bewährte Sorten handelte (Silomais, *Sorghum*, GPS).

2.2.1 Gräser- und Kleegräsermischungen

Das Sortiment umfasste 15 verschiedene Gräser- und Kleegrasermischungen, die z.T. in zwei Schnitt-Intensitäten geprüft wurden (Tab. 2 und 3). Die Intensität „intensiv“ umfasste fünf Schnitte pro Jahr, „extensiv“ beinhaltete vier Schnitte pro Jahr. Die fünfschnittigen Varianten sollten ihren Einsatz in der Tierfütterung finden. Durch die häufig angesetzten Schnitte sollte qualitativ hochwertiges Futter, wie es bei Wiesennutzung und Weidehaltung in der Praxis durchgeführt wird, bereitgestellt werden. Die vierschnittigen Varianten waren nicht auf Qualität, sondern auf Quantität ausgerichtet, um die Aufwüchse energetisch in einer Biogasanlage verwerten zu können.

Beide Schnittintensitäten wurden nur an den Versuchsgliedern 1 - 5 durchgeführt, da sich genau diese Mischungen auch in einem anderen bundesweit durchgeführten Projekt wiederfinden (Projekt „EVA-II, Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe“), das die Energiegewinnung aus Gras für die Biogasproduktion untersucht. Somit kann in späteren projektübergreifenden Auswertungen auf Daten von sechs anstelle von drei bayerischen Standorten zurückgegriffen werden. Daher resultiert auch der Einsatz der Versuchsglieder 4 und 5 (Mischungen „A 3“ und „A 3 mit Rotklee“), die empfohlene Gräsermischungen für Norddeutschland sind und in Bayern normalerweise keine Anwendung finden. Der Grund hierfür ist, dass sie aufgrund der ausgewählten Grasarten, -mischung und der ausgewählten hochertragreichen aber wenig ausdauernden Sorten unter den härteren bayerischen Witterungsbedingungen nicht über drei Jahre beständig sind. Sie decken damit die Spanne nicht-empfohlener, aber noch im Qualitätssegment stehender Alternativen zur staatlichen Empfehlung dar. Die Versuchsglieder 6 bis 15 wurden generell nur „intensiv“ geschnitten.

Die Versuchsglieder 6, 7 und 8 sind sogenannte „überjährige Mischungen“, d.h. nach der Saat werden sie im Ansaatjahr geerntet, überwintern und erreichen im zweiten Jahr ihre volle Ernteleistung. Für eine Kultur im dritten Jahr sind diese Grasmischungen nicht ausgerichtet, die Bestände werden gepflügt und neu angelegt. Die Mehrheit der Versuchsglieder stellen „mehrjährige Mischungen“ dar, d.h. sie werden angesät, was häufig unter einer Deckfrucht geschieht, in diesem Fall unter die Deckfrucht Hafer, der mit 70 kg/ha ausgesät wurde. Damit kann im Ansaatjahr ein Ertrag von ca. 80 % im Vergleich zum Vollertrag erreicht werden (KELLER *et al.*, 1997, HARTMANN *et al.*, 2006). Die in den Mischungen verwendeten Sorten sind auf Ertrag und Ausdauer ausgewählt und bringen den Vollertrag in dem Ansaatjahr folgenden sog. 1. Hauptnutzungsjahr und dem darauffolgenden 2. Hauptnutzungsjahr. Danach erfolgt auch für diese Mischungen ein Umbruch der Fläche. Die Tabelle 2 zeigt die verschiedenen Artenanteile der getesteten Mischungen, in Tabelle 3 sind die Prozentanteile der einzelnen Sorten der Artenmischungen aufgeführt.

Tab. 2 Übersicht der angebauten Gräser- und Kleegrasmischungen und deren Artenanteile.

Tab. 2 Cultivated grass and clover grass mixtures and their species composition.

Vgl	Mischungs- bezeichnung	Bezug	Artenzusammensetzung und %-Anteile														Saat- stärke kg/ha
			WD	WB	WV	WL	WSC	FEL	WRP	KL	GL	ROT	RKL	WKL	LUZ		
1	FM 3-K	BQSM				22	41				15		7	4	11	27,0	
2	FM 4-K	BQSM	30			15	37						11	7		27,0	
3	FM 4	BQSM	19			15	33						22	11		27,0	
4	A3	EVA II Ref	43	26	31											35,0	
5	A3 mit Klee	EVA II Ref	29	20	20								31			35,0	
6	FE 1	BQSM				19	43						38			21,0	
7	FE 3-K	BQSM		46	51								3			36,0	
8	FM 2	BQSM				10	20								70	30,0	
9	Agravit 040R	Advanta	75										15	10		32,5	
10	MG 8 Standard	Freuden- berger				17	50		10			10	7	7		30,0	
11	Country 2052	DSV	30	10	10	10	20	20								35,0	
12	Landgreen KG 550	BSV	43			15	14		6	6			4	7	5	30,0	
13	Intensiv-mi- schung Klee gras	Andreae	30			23	20						20	8		30,0	
14	Tetrafix intensiv m. Klee	Stroet- mann	60					30					5	5		40,0	
15	Mehrfähr. Klee- gras m. Luzerne High Quality	Dehner	10			15	10	45			5		5		10	30,0	

Abkürzungen:

WD Deutsches Weidelgras; **WB** Bastardweidelgras; **WV** Welsches Weidelgras; **WSC** Wiesenschwingel; **FEL** Festulolium; **WRP** Wiesenrispe; **WL** Wiesenlieschgras; **GL** Glatthafer; **KL** Knaulgras; **ROT** Rotschwingel; **RKL** Rotklee; **WKL** Weißklee; **LUZ** Luzerne; **BQSM** Bayerische Qualitätssaatgutmischung; **EVA II REF** Saatgutreferenzgras FNR-Projekt EVA II; **Wdh** Wiederholung; **Vgl** Versuchsglied

Tab. 3 Darstellung der verwendeten Sorten in den Gräser- und Kleegrasmischungen.

Tab. 3 Variety composition of grass and clover grass mixtures.

Art	Gräser														
	WB							WD							
Reifegruppe1)	3	3	1	8	7	5	4	3	8	5	4	3	9	7	7
Ploidie (T = Tetraploid)	T				T	T	T		T	T	T		T		
Sorte	Ibex	Pirol	Ivana	Herbie	Navarra	Twins	Aubisque	Indiana	Castle	Missouri	Alligator	Lilora	Zocalo	Feeder	Aberavon
Züchter	EGB	STEI	BPZ	DLF	DLF	DLF	DLF	DLF	DLF	DLF	EGB	EGB	EGB	INSE	STEI
FM 3-K															
FM 4-K										9,9	9,9			9,9	
FM 4										9,3				9,3	
A 3	25,7					42,9									
A 3 + Klee	20,0					28,6									
FE 1															
FE 3-K	22,9	22,9													
FM 2															
Advanta Agravit 040R							45,0	30,0							
Freudenberger MGB Standard															
DSV Country 2052	10,0											30,0			
BSV Landgreen KG 550				13,0											30,0
Andrae Intensivmisch. Klee gras			5,0						10,0						
Stroetmann Tetrafix int. mit Klee					25,0	35,0									
Dehner Mehrj. Klee gras m. Luzerne high Quality													10,0		

1) Ähren-/Rispen schieben bzw. Blühbeginn: 1 = sehr früh, 3 = früh, 4 = früh bis mittel, 5 = mittel, 6 = mittel – spät, 7 = spät, 8 = spät – sehr spät, 9 = spät

Fortsetzung Tabelle 3

Art	Gräser								
	WV			WL			WRP		
Reifegruppe ¹⁾	4	5	5	4	4	3	2	3	7
Ploidie (T = Tetraploid)	T	T							
Sorte	Mondora	Tarandus	Tigris	Oryx	Comer	Lischka	Licora	Phlewiola	Oxford
Züchter	DLF	EGB	EGB	FREU	DLF	EGB	EGB	RZG	DLF
Mischung	FM 3-K					22,2			
	FM 4-K					14,8			
	FM 4					14,8			
	A 3	31,4							
	A 3 + Klee	20,0							
	FE 1					19,0			
	FE 3-K			25,7	25,7				
	FM 2					10,0			
	Advanta Agravit 040R								
	Freudenberger MG8 Standard							17,0	10,0
	DSV Country 2052		10,0				10,0		
	BSV Landgreen KG 550					15,0			6,0
	Andrae Intensivmisch. Klee gras						12,5	10,0	
	Stroetmann Tetrafix int. mit Klee								
	Dehner Mehrj. Klee gras m. Luzerne high Quality					15,0			

¹⁾ Ähren-/Rispen schieben bzw. Blühbeginn: 1 = sehr früh, 3 = früh, 4 = früh bis mittel, 5 = mittel, 6 = mittel - spät, 7 = spät, 8 = spät - sehr spät, 9 = sehr spät

Fortsetzung Tabelle 3

Art	Gräser									
	FEL			GL	KL	ROT				
Reifegruppe ¹⁾	7	6	4	4	o.A.	6	5	5	3	4
Ploidie (T = Tetraploid)	T	T	T							
Sorte	Paulita	Lifema	Achilles ²⁾	Arone	Lidaglo	Reverent	Pradel	Preval	Liheroid	Cosmolit
Züchter	DLF	EGB	DLF	STEI	EGB	FREU	BAHO	EGB	EUR	STEI
Mischung	FM 3-K			14,8				20,4		20,4
	FM 4-K							18,5		18,5
	FM 4							16,7		16,7
	A 3									
	A 3 + Klee									
	FE 1							21,5		21,5
	FE 3-K									
	FM 2							10,0	10,0	
	Advanta Agravit 040R									
	Freudenberger MG8 Standard						10,0			50,0
	DSV Country 2052		20,0						8,0	12,0
	BSV Landgreen KG 550					6,0				14,0
	Andrae Intensiv-misch. Klee gras									20,0
	Stroetmann Tetrafix int. mit Klee	30,0								
Dehner Mehrj. Klee gras m. Luzerne high Quality			45,0	5,0						10,0

¹⁾ Ähren-/Rispschieben bzw. Blühbeginn: 1 = sehr früh, 3 = früh, 4 = früh bis mittel, 5 = mittel, 6 = mittel - spät, 7 = spät, 8 = spät - sehr spät, 9 = sehr spät

²⁾ in der Zulassung

Fortsetzung Tabelle 3

Art	Leguminosen												
	LUZ						WKL						
Reifegruppe ¹⁾	4		2	3	4	5	4	5	5	o.A.	6	5	6
Ploidie (T = Tetraploid)				T	T	T	T						
Sorte	Plato	Franken neu	Sanditi	Temara	Tempus	Maro	Titus	Riesling	Milkanova	Seminole	Klondike	Jura	Vysocan
Züchter	FREU	SCHM	BAHO	EGB	FREU	NPZ	STEI	INSE	DLF	CAL	DLF	FREU	NPZ
Mischung	FM 3-K		11,1				7,4						3,7
	FM 4-K						11,1						7,4
	FM 4				11,1		11,1						11,1
	A 3												
	A 3 + Klee				31,4								
	FE 1						38,1						
	FE 3-K						2,8						
	FM 2			70,0									
	Advanta Agravit 040R						5,0	10,0		10,0			
	Freudenberger MG8 Standard							6,5				6,5	
	DSV Country 2052												
	BSV Landgreen KG 550	5,0						4,0	7,0				
	Andrae Intensiv-misch. Klee gras					10,0		10,0		5,0	2,5		
	Stroetmann Tetrafix int. mit Klee					5,0						5,0	
Dehner Mehrj. Klee gras m. Luzerne high Quality		10,0					5,0						

¹⁾ Ähren-/Rispen schieben bzw. Blühbeginn: 1 = sehr früh, 3 = früh, 4 = früh bis mittel, 5 = mittel, 6 = mittel - spät, 7 = spät, 8 = spät - sehr spät, 9 = sehr spät

²⁾ in der Zulassung

2.2.2 Silomais

Die Referenz für den Vergleich der Kulturen war Silomais. Damit sollten Ertragsfähigkeit und Qualitätsparameter verglichen werden. Drei Silomaissorten wurden so ausgewählt, dass sie über eine hohe regionale Anbauakzeptanz verfügten und zugleich sollten unterschiedliche Reifegruppen mit einbezogen werden. Die Anbauparameter orientierten sich an der pflanzenbaulichen Praxis (Tab. 4). Die Sorten Torres und ES Bombastic gehören der Reifegruppe „mittelfrüh“ (S 230-S 250), die Sorte PR 39 F 58 „mittelspät“ (S 260 – S 290) an.

Tab. 4 Übersicht der ausgewählten Silomaissorten und deren Anbauparameter.

Tab. 4 Chosen silage maize varieties and their cultivation parameters.

Vgl	Sorte	Züchter/ Sorteninhaber	Reifegruppe	Pfl./m ²	Reihenentfernung (m)	Einheiten/ha
1	Torres	KWS	S250	10	0,75	ca. 2,4
2	ES Bombastic	ARLS	S240	10	0,75	ca. 2,4
3	PR 39 F 58	PIOS	S260	10	0,75	ca. 2,4

2.2.3 Sorghum-Arten (Sudangräser und Hirsen)

Einige *Sorghum*-Arten werden aufgrund ihres vergleichbar hohen Ertragspotentials als mögliche Alternative zu Mais angesehen. Im Anbau befanden sich zwei Arten und deren Hybriden: Die Sudangräser, *Sorghum sudanense*, dünnstängelige, bestockungsfreudige und rispenbildende *Sorghum*-Arten und die Hirsen, *Sorghum bicolor*, kolbenbildende *Sorghum*-Arten, wozu auch die Zuckerhirsen zählen, sowie Hybriden aus beiden Arten. Es wurden vier verschiedene *Sorghum*-Sorten und zwei Artenmischungen verwendet, die zum Zeitpunkt des Projektbeginns für den Anbau im süddeutschen Raum empfohlen wurden bzw. in Vorversuchen vielversprechende Ergebnisse gezeigt hatten (Tab. 5).

Tab. 5 Übersicht der ausgewählten Sudangräser und Hirsen und deren Anbauparameter.

Tab. 5 Chosen sudan and Sorghum grasses and their cultivation parameters.

Vgl	Sorte	Züchter/ Sorteninhaber	Art/Kreuzung	Saatstärke (kg/ha)	Reihenabstand (cm)
4	Mithril	Andreae-Saaten	<i>Sorghum sudanense</i> x <i>S. bicolor</i>	20,0	37,5
5	Sucrosorgo 506	Syngenta	<i>Sorghum bicolor</i>	8,0	37,5
6	Energie-mischung	Andreae-Saaten	<i>S. bicolor</i> x <i>S. sud.</i> + <i>S. bicolor</i>	18,0	37,5
7	Sorghum spezial	Andreae-Saaten	diverse <i>Sorghum</i> -Arten	17,0	37,5
8	Branco	KWS	<i>Sorghum bicolor</i>	8,0	37,5
9	Inka	KWS	<i>Sorghum sudanense</i> x <i>S. bicolor</i>	20,0	37,5

2.2.4 Getreide-Ganzpflanzensilage (GPS)

Für die GPS wurden drei Arten ausgewählt, die sich in vorangegangenen Versuchen als besonders massewüchsig herausgestellt haben. Dazu zählten Winterweizen (WW), Wintertriticale (WTRI) und Winterroggen (WR). Es wurden von jeder Art zwei Sorten getestet (Tab. 6). Die GPS-Erträge wurden nur zweijährig getestet, da schon ausreichend regionales Datenmaterial von dieser Kultur vorhanden war. In 2010 wurde die Wintertriticale-Sorte „Trisol“ als Versuchsglied 4 getestet, da die ursprünglich geplante Sorte kurzfristig als Saatgut nicht zur Verfügung stand. In 2011 wurde „Trisol“ gegen die bewährte Sorte „Massimo“ ausgetauscht.

Tab. 6 Übersicht der verschiedenen Getreide-GPS-Sorten und –Arten.

Tab. 6 *Cereal GPS varieties and species.*

Vgl	Sorte	Züchter/Sorteninhaber	Saatmenge Körner/m ²
Winterroggen			
1	Visello	LOCH	270
2	Balistic	LOCH	270
Triticale			
3	Benetto	DNKO	330
4	Trisol (2010)	LOCH	330
4	Massimo (2011)	HEGE	330
Winterweizen			
5	Akratos	STRU	330
6	Inspiration	BRGD	330

2.3 Aussaat und Ernte

Die Aussaat- und Erntetermine der verschiedenen Kulturen sind in den Tab. 7 und Tab. 8 aufgelistet. Die mehrjährigen Kleegräser wurden zu Projektbeginn Anfang Mai 2009 gesät. Die überjährigen Varianten 6-8 wurden nach guter fachlicher Praxis in 2011 umgebrochen und neu angesät.

Für den Zeitpunkt des ersten Schnittes der Gräser-Mischungen gab es zwei Vorgaben: Die vielschnittigen Varianten sollten zu Beginn Ähren- bzw. Rispschieben (BBCH 51), die extensiv gehaltenen Varianten zum Ende Ähren- bzw. Rispschieben (BBCH 59) geerntet werden. Die Folgeschnitte wurden diesem Schnittregime angeglichen.

Die Aussaat des Getreide-GPS fand 2009 Ende Oktober statt, in 2010 Anfang Oktober. Der Zeitpunkt der Ernte wurde für die GPS-Varianten zur Mitte der Milchreife (BBCH 73-75) festgesetzt.

Die Saat des Silomais fand in den Versuchsjahren immer um den 20. April statt. Der geeignete Trockensubstanzgehalt (TS-Gehalt) war für die Ernte bestimmend und daher fand diese gegen Ende September oder Anfang Oktober statt.

Als wärmeliebende Kultur wurden die *Sorghum*-Arten mit Anfang Juni spät gesät. Dieser Saatzeitpunkt sollte auch auf eine mögliche Kombination mit der Vorkultur Getreide-GPS abgestimmt sein. Für *Sorghum* wird eine Vegetationsdauer von 120-135 Tagen vorgegeben, bis ein akzeptabler TS-Gehalt erreicht wird (LfULG, 22.01.2013). Je nach Witterung fand die Ernte am Anfang oder Ende Oktober statt, wobei der genaue Zeitpunkt durch die Witterung und die Verfügbarkeit der Erntemaschinen festgelegt wurde.

Tab. 7 Aussaattermine der verschiedenen Kulturen.

Tab. 7 *Sowing dates for the crops.*

Kultur	Datum Aussaat		
	2009	2010	2011
Kleegräser	08.05.09	-	14.03.11*
Silomais	21.04.09	19.04.10	19.04.11
Sudangräser/Hirsens	03.06.09	10.06.10	31.05.11 03.06.11
GPS	-	22.10.09	04.10.10

* Neuansaat überjährige Mischungen

Tab. 8 Erntetermine der verschiedenen Kulturen.

Tab. 8 Harvest dates for the crops.

Kultur	Inten- sität	Datum Ernte Kleegräser														
		2009					2010					2011				
		Schnitt					Schnitt					Schnitt				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	
Klee- gräser	intensiv	01.07.	19.08.	29.10.	-	-	17.05.	23.06.	19.07.	07.09.	28.10.	09.05.	14.06.	13.07.	23.08.	12.10.
	extensiv	01.07.	19.08.	05.11.	-	-	28.05.	21.07.	07.09.	28.10.	-	30.05.	13.07.	23.08.	12.10.	-
Silomais		27.09.09					15.10.10					21.09.11				
Sudan- gräser Hirsen		09.10.09					20.10.10					03.10.11				
GPS		kein Anbau					01.06.10					27.06.11				

2.4 Versuchsbeschreibung

Bei den Versuchsanlagen handelte es sich um randomisierte Blockanlagen mit vierfacher Wiederholung. Die Parzellengröße betrug für alle Kulturen 10 m², die Anlagen wurden 1,5 m breit und 6,7 m lang ausgesät und waren von den Abmessungen auf die Sä- und Erntetechnik abgestimmt. Als Besonderheit galten innerhalb der Gräser-Mischungen die extensiv geführten Varianten, die als Extrablock an die Versuchsanlage angehängt werden mussten, da sie ein anderes Erntemanagement erforderten (Abb. 2). Mit den „überjährigen Mischungen“ wurde ebenso verfahren.

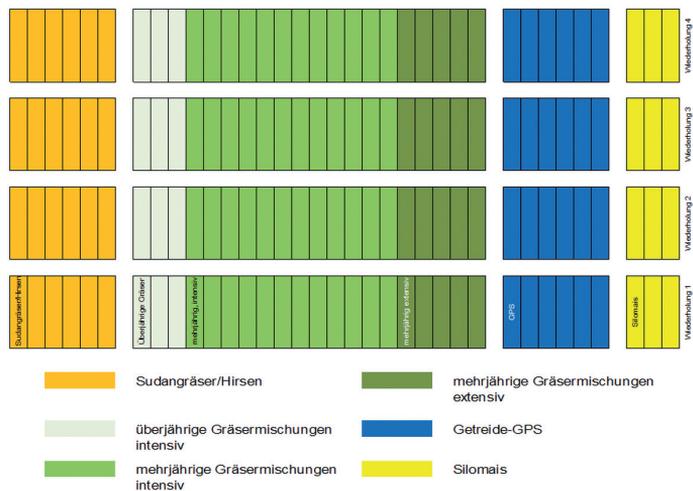


Abb. 2 Skizze des Anlageplans: Randomisierte Blockanlage am Beispiel des Standortes Eggling, 2010.

Fig. 2 Layout of the field design: randomized block design of the field site Eggling, 2010.

Bis auf die mehrjährigen Kleegräser rotierten alle anderen Kulturen im Anbau in den einzelnen Versuchsjahren.

2.5 Sä- und Erntetechnik

Das Saatgut der einzelnen Kulturen wurde mit den HLS-eigenen Parzellensämaschinen ausgebracht.

Die Gräser- und Kleegrasmischungen wurden mit einem Grüngut-Parzellenvollernter Haldrup GPE 100 geerntet. Der Silomais, die *Sorghum*-Arten und die GPS-Varianten wurden mit einem Reihenunabhängigen frontgetriebenen Mähvorsatz (Firma Kemper) geerntet und das Gut gleichzeitig mit einem integrierten Parzellenhäcksler Modell Hege 214 auf eine Länge von ca. 1 cm zerkleinert.

2.6 Witterung

Die Temperaturen der Versuchsjahre 2009 und 2011 waren im Jahresdurchschnitt 18 % bzw. 19 % höher als das vieljährige Mittel des Deutschen Wetterdienstes von 1961-1990. In 2010 lagen die Temperaturen mit ca. 3 % nur knapp über dem langjährigen Mittelwert (Tab. 9).

Die Jahresniederschläge waren aber in allen drei Versuchsjahren geringer als im vieljährigen Mittel. In 2009 wurden ca. 11 % weniger Niederschläge gemessen als im Durchschnitt. Die Jahre 2010 und 2011 fielen mit 22 % und 30 % weniger Niederschlägen trocken aus.

Nach der Kleegrassaat im Mai 2009 kam es immer wieder zu Regenereignissen (Abb. 3), was die frisch bearbeitete Bodenoberfläche am Standort Rotthalmünster verschlämmen ließ. Das führte dazu, dass anfangs kein Auflaufen der Mischungspartner Leguminosen zu erkennen war und für diese Arten eine Nachsaat drohte. Die Samen liefen letztendlich verzögert auf und etablierten sich an allen drei Standorten sehr zufriedenstellend.

Die hohen Niederschlagsmengen und niedrigeren Temperaturen Anfang Juni bedeuteten anfangs für das Auflaufen des wärmeliebenden *Sorghum*-Saatgutes eine Herausforderung, es gab aber im weiteren Verlauf keine nachteiligen Auswirkungen auf das Wachstum und die Entwicklung bis zur Ernte. Die Ernte fand unter widrigen Bedingungen statt und musste in den längeren Regenspauzen durchgeführt werden. Flurschäden konnten aber durch vorsichtige Handhabung der Erntemaschine vermieden werden.

Der Silomais konnte wegen der günstigen Witterung zum ortsüblichen Termin Ende April gesät werden und entwickelte sich ohne Probleme. Die Getreide-GPS-Varianten wurden Ende Oktober gedrillt.

2010 gab es im Februar bis April eine ausgeprägte Frühjahrstrockenheit, die eine leichte Wachstumsverzögerung der Kleegräser zur Folge hatte. Das wurde nach der Mais-Saat Ende April durch reichliche Niederschläge im Mai wieder wettgemacht und die Vegetation holte dann auf, was vorher infolge von Wasserknappheit an Biomassenzuwachs fehlte.

Reichliche Niederschläge gab es im Juni und besonders im Juli, wobei es sich oft um Starkregenereignisse handelte.

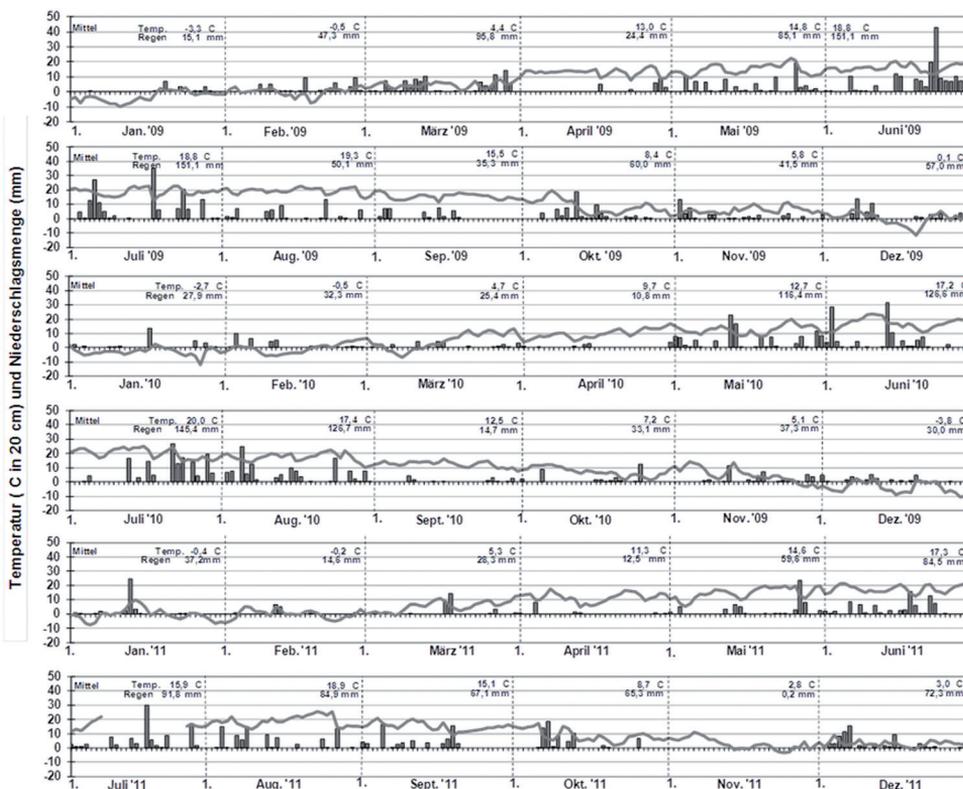


Abb. 3 Darstellung der Temperatur und Niederschläge über den Versuchszeitraum 2009 bis 2011, Aufzeichnungen der Wetterstation 128 in Rotthalmünster.

Fig. 3 Temperature and rainfall over the experimental period from 2009 to 2011, recordings of the weather station 128 in Rotthalmünster.

Der August 2010 war ebenfalls verregnet. In diesen feuchten Sommermonaten stagnierten die Kulturen von *Sorghum* und Silomais im Wachstum etwas im Vergleich zu den vorangegangenen Jahren, konnten aber im regenarmen September noch stark an Biomasse zulegen. Die Zeit von Oktober bis Dezember fiel trockener aus als im Vorjahr.

Das Versuchsjahr 2011 startete wie 2010 mit einer ungewöhnlich ausgeprägten Frühjahrstrockenheit, nur dass diese bis Juni anhielt, es fielen bis dahin nur ca. die Hälfte der Niederschläge wie z.B. in 2009. Die frisch angesäten überjährigen Kleegrasmischungen litten besonders unter der Trockenheit. Erst ab Juni gab es immer wieder Niederschläge und die Kulturen konnten sich erholen. Die Sommer- und Herbstmonate waren gekennzeichnet durch Regenfälle, die aber unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen im Vergleich zu den Vorjahren brachten. Insgesamt hatte 2011 ein Drittel weniger Niederschläge als das vieljährige Mittel (Tab. 9) und diese verteilten sich hauptsächlich auf die Monate Juni bis Oktober. Eine Darstellung der Monatsmittelwerte von Temperatur und Niederschlägen über die drei Versuchsjahre ist in Abb. 4 dargestellt.

Tab. 9 Darstellung der langjährigen Temperatur- und Niederschlagsmittelwerte der Wetterstation Passau.

Tab. 9 Long-term mean temperature and rainfall of the weather station Passau.

Jahr	Temp (2m) Ø	Langj. Temp. (8,0 °C) (Abweichung abs.)	Langj. Temp. (8,0 °C) (Abweichung rel.)	Niederschlag Σ	Langj. Niederschlag (936,6 mm ¹⁾) (Abweichung abs.)	Langj. Niederschlag (936,6 mm ¹⁾) (Abweichung rel.)
	[°C]	[K]	[%]	[mm]	[mm]	[%]
2009	9,5	1,4	17,5	829,7	-106,6	-11,4
2010	8,3	0,3	3,8	730,0	-206,6	-22,1
2011	9,5	1,5	18,8	658,2	-278,4	-29,7
Ø	9,1	1,1	13,4	739,3	-197,2	-21,1

¹⁾ Vieljähriges Mittel DWD (von 1961 bis 1990): Passau-Oberhaus (WST)

Quelle: <http://www.am.rlp.de/Internet/AM/NotesBAM.nsf/bamweb/71560a9bf1629eb8c1257393002e83a7?OpenDocument&TableRow=3.1.2%2C3.5#3.1>, aus Agrarmeteorologie LfL vom 23.01.13

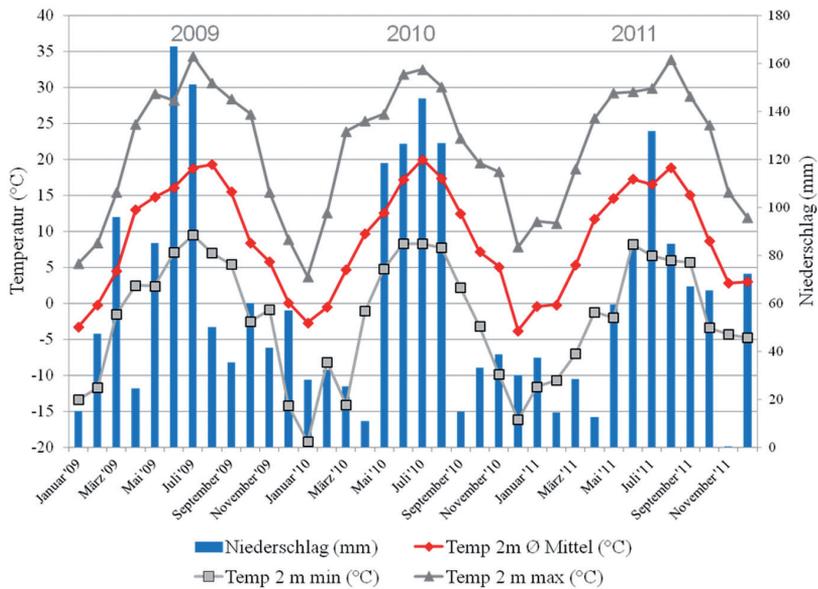


Abb. 4 Übersicht der Monatsmittelwerte von Temperatur und Niederschlag 2009-2011.

Fig. 4 Monthly mean temperature and rainfall, 2009 to 2011.

2.7 Pflanzenschutzmaßnahmen

Die Kleegrasmischungen wurden keinem chemischen Pflanzenschutz unterzogen. Damit die Versuchspartellen keinen Schaden durch Wildverbiss erlitten, wurde um die Versuchsanlage die Bayerische Qualitätssaatgut-Wiesenmischung „D 2“ gesät, um den Umgriff attraktiv für das Wild zu gestalten. Zur olfaktorischen Abschreckung des Wildes wurden in 2010 zusätzlich WC-Steine in Kirchham und Eggfing um die Versuchsanlagen auf Pflöcken montiert.

In Eggfing bestand ein massives Problem durch große Wühlmaus- oder Maulwurfhügel in der Gräser-Versuchsanlage. Diesen war nur durch mechanische Beseitigung und vorsichtiges Abtragen beizukommen. Allerdings waren die Hügel so zahlreich in der Versuchsanlage vorhanden, dass diese schon im ersten Jahr stark in Mitleidenschaft gezogen wurde. Grabaktivitäten durch Füchse oder Hunde schädigten zudem einzelne Parzellen. Ein umsichtiges Führen des Parzellenvollernters war notwendig, um das Erntegut so wenig wie möglich durch mineralische Bestandteile des Bodens zu verunreinigen. Einer massiven Verunkrautung durch das kleinblütige Franzosenkraut (*Galinsoga parviflora*) konnte durch Schröpfung erfolgreich entgegen getreten werden.

Eine große Attraktivität schien die junge GPS-Kultur auf das Wild an den Waldstandorten Kirchham und Eggfing auszuüben. Dort wurde im Frühjahr 2010 starker Verbiss festgestellt, dem nur durch Umzäunung mit Hühnerschutznetzen entgegenzutreten war. Diese Maßnahme wurde auch 2011 beibehalten. Die Kulturen wurden jeweils im Frühjahr mit Halmverkürzern behandelt. Bei Winterweizen trat 2011 massiv *Fusarium* spp. an den Ähren auf.

Bei Silomais und *Sorghum*-Arten fanden handelsübliche Fungizide ihre Anwendung, wobei der Krankheitsdruck gering ausfiel. Auch hielt sich der Unkrautdruck bei beiden Kulturen in Grenzen, so dass keine Behandlung erfolgen musste. Als Hauptunkraut waren Hühner- und Borstenhirse zu verzeichnen.

2.8 Düngung

Zu Versuchsbeginn wurden an den Standorten Bodenproben gezogen und auf die Inhaltstoffe P_2O_5 , K_2O und dem pH-Wert untersucht. Die Düngung wurde dementsprechend auf den Nährstoffentzug der einzelnen Kulturen angepasst und ausgebracht (Tab 10).

Tab. 10 Übersicht über die Bodenverhältnisse zu Versuchsbeginn und die Düngung an den Standorten.

Tab. 10 Soil parameters at the beginning of the experiment and fertilization at the field sites.

Versuchs- ort Land- kreis	Boden		Acker Zahl	Bodenunter- suchung,09 (mg/100g Boden)		Vor- frucht	Bemerkung	Düngung kg/ha (rein)				
	Art	Zahl		P ₂ O ₅ K ₂ O MgO	pH- Wert			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
Rotthal- münster PA	sL4D	70	68	14 12 o.A.	6,7	Mais ZF Senf	Versuchsbeginn währ. Versuchs- zeit nach jedem Schnitt	Kleegräser				
								70	140			
								70	140			
								40				
								Mais				
								25	50			
								150	25	55		
								Sudangräser				
								130	70	140		
								Kleegräser				
Kirchham PA	SL6Alg	36	36	54 27 o.A.	6,7	Mais	Versuchsbeginn währ. Versuchs- zeit nach jedem Schnitt	Kleegräser				
								120	240			
								120	240			
								40				
								Mais				
								140				
								Sudangräser				
								130	70	140		
								Kleegräser				
								Egglfing PA	sL4Al	60	59	23 7 o.A.
120	240											
120	240											
40												
Mais												
140												
Sudangräser												
130	70	140										

2.9 Statistische Auswertung

Für die statistischen Analysen wurde das Programm SAS 9.2 (SAS Institute, Cary, NC, USA) genutzt. Die Varianzanalysen erfolgten unter Zuhilfenahme der GLM Procedure. Als Post-Hoc-Test wurde der Student-Newman-Keuls-Test (SNK) angewandt.

2.10 Berechnung der Energiedichte

Die Energieberechnungen des Silomais konnten mit Hilfe der Ergebnisse der Nah-Infrarot-Spektroskopie-Verfahrens (NIRS) durchgeführt werden.

Alle anderen Kulturen wurden im Labor der LfL auf Inhaltstoffe untersucht und die Berechnungen zu der Energiedichte wie unten beschrieben durchgeführt.

Zur Berechnung der Umsetzbaren Energie (ME) wurde die Formel von Hoffmann *et al.* (1971) herangezogen und für die Nettoenergie Laktation (NEL) die Formel von van Es, (1978) (Kirchgeßner, 1992, DLG-Futterwerttabellen, 1997), da aufgrund fehlender Parameter in den Laborwerten wie z.B. der Gasbildungswerte eine andere Formel nicht angewandt werden konnte:

$$ME (MJ) = 0,0312 * DXL + 0,0136 * DXF + 0,0147 * NfE + 0,00234 * DXP$$

$$NEL (MJ) = 0,6 * [1 + 0,004 * (q - 57)] * ME; q (\%) = ME / GE * 100$$

DXL = verdauliches Rohfett (g)

DXF = verdauliche Rohfaser (g)

NfE = N-freie Extraktstoffe (g)

DXP = verdauliches Rohprotein (g)

GE = Bruttoenergie

Die Berechnung der Energiedichte der Futtergräser und von deren Gemenge stellte sich als Herausforderung dar, da die verschiedenen Mischungen zum einen unterschiedliche Arten enthielten und zum anderen der Klee- und Luzerneanteil innerhalb der Mischungen stark variierte. Ein weiterer zu beachtender Punkt war die Veränderung des Pflanzenbestandes über die Jahre bei dieser mehrjährigen Kultur, wie z.B. durch Auswinterung, tierische Schädlinge und Bodeneinflüsse. Bei der Anwendung *einer* Formel zur Berechnung für „Kleegras“ wäre der Energiegehalt der Mischungen homogen berechnet worden, ungeachtet der unterschiedlich vorhandenen Prozentanteile von Leguminosen und Gräserarten. Die Ergebnisse der Einzelmischungen wären nicht auf die tatsächlichen Bestände angepasst und würden eine verfälschte Energiedichte wiedergeben. Die mehrjährigen Kleegraskulturen zeigten über die drei Versuchsjahre eine starke Veränderung in der Pflanzenzusammensetzung durch die Bodeneinflüsse (Verringern des Leguminosenanteils), die an einzelnen Standorte so gravierend war, dass sie bei der Berechnung zu berücksichtigen war, um das Ergebnis der Energiedichte nicht falsch abzuschätzen.

Zur Berechnung der NEL-Werte wurden daher die Ertragsanteilschätzungen der einzelnen Arten herangezogen, die ab 2010 jeweils zum ersten, dritten und letzten Schnitt für die Kleegraskulturen durchgeführt wurden. Damit konnten die aktuellen Anteile der Mischungspartner mit einbezogen werden und die Veränderung des Pflanzenbestandes innerhalb der Mischungen über die Jahre und an den einzelnen Standorten in der Berechnung berücksichtigt werden. Für die Ergebnisse von 2009 wurde die *erste* Ertragsanteilschätzung von 2010 verwendet.

Für die Futterwertberechnungen gibt es angepasste Formeln, wie z.B. die Kleegrasformel zur Berechnung der NEL. Da stellte sich das Problem der Definition, ab wie viel Prozentanteile Klee wird eine Mischung als „Kleegras“ bezeichnet. Als „Kleegras“ wurde dann eine Futtergrasmischung angesehen, die 10 % und mehr Kleeanteil enthielt (persönliche Mitteilung, Hartmann). Lagen die Prozentanteile darunter, wurde die Berechnung, wie im folgenden Beispiel beschrieben, durchgeführt:

Klee gras-Mischung mit einem Artenanteil von 8 % RKL und 95 % WSC

8 % RKL + 8 % WSC (entspricht 16 %)

Anwendung Klee gras-Formel

84 % WSC

Anwendung WSC-Formel

Zur Berechnung der Gesamt-NEL wurde das *gewogene Mittel* verwendet, d.h.

Summe NEL-Endergebnis = Klee gras-Ergebnis * 0,16 + WSC-Ergebnis * 0,84

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Trockenmasse-Erträge der Futtergräser und deren Gemenge

Die Aussaat der Futtergräser und deren Gemenge wurde Anfang Mai 2009 durchgeführt. Die Witterungsbedingungen nach der Saat waren durch reichliche Niederschläge gekennzeichnet und führten auf den frisch bestellten Versuchsflächen zu einer Oberflächenverschlammung. Das hatte zur Folge, dass zwar die Grasmischungspartner sehr gut, die Leguminosen aber erst sehr verspätet und zögerlich aufliefen, so dass eine Nachsaat derselben drohte. In der darauffolgenden Zeit aber konnten sich die Leguminosen an allen Standorten sehr gut etablieren. Die Klee gras-Mischungen wurden unter die Deckfrucht Hafer gesät, um der jungen Kultur zum einen Schutz vor Hitze und Austrocknung zu bieten (ANONYMUS, 2010), und um zum anderen im ertragsschwächeren Ansaatjahr dennoch einen passablen Ertrag zu erzielen (GUJER, 1997).

Tabelle 10 zeigt die Trockenmasse-Erträge der drei Standorte und Jahre. Farblich gekennzeichnet ist die Eingruppierung der Erträge in sogenannte Quartile, die die Verteilung der Stichprobe in vier Viertel teilen (LOHNINGER, 2012). Das erste und niedrigste Quartil ist weiß gekennzeichnet, das zweite hellgrau mit schwarzer Schrift, das dritte mittelgrau mit weißer Schrift und das vierte mit den höchsten Erträgen dunkelgrau.

Am ertragstärksten zeigten sich in 2009 bei den *intensiv* geschnittenen Varianten die Weidelgras-betonten Mischungen. Von den drei Standorten lieferte Kirchham den höchsten durchschnittlichen Trockenmasseertrag mit 103,4 dt/ha (Tab. 11), gefolgt von Rotthalmünster (88,5 dt/ha) und schließlich Eggfling (87,3 dt/ha). Die Weidelgras-betonten Mischungen „A 3“, „A 3 mit Rotklee“ und „FE 3-K“ waren über alle Standorte am ertragreichsten. Ebenso stark waren die Mischungen „Mehr-jähriges Klee gras“ in Eggfling, „Country 2052“ in Kirchham und „Agravit 040R“ in Rotthalmünster. Die Mischungen „FM 3-K“, „FM 4“ und „MG8 Standard“ waren an den meisten Standorten vom Ertrag schwach. „FM 4-K“, „FE 1“ und „Landgreen kg 550“ lagen an den einzelnen Versuchsorten in verschiedenen Quartilen und zeigten eine Spreizung von gering über mittel bis zum hohen Ertragsniveau. Die restlichen Mischungen zeigten mittlere Erträge.

Der Standort mit dem höchsten Ertrag war bei den *extensiven* Schnittvarianten Kirchham (100,2 dt/ha), gefolgt von Rotthalmünster (87,1 dt/ha) und Eggfling (57,4 dt/ha). Auch bei diesem extensiven Schnittregime zeigten sich die „A 3“ und „A 3 mit Rotklee“ am ertragreichsten. Schwach fiel dagegen „FM 4“ in Eggfling und Kirchham aus, diese Mischung war aber in Rotthalmünster sehr stark. Die Werte der restlichen Mischungen bewegten sich im Mittelfeld.

Im zweiten Versuchsjahr 2010, dem sogenannten ersten Hauptnutzungsjahr, zeigte sich vom Durchschnittsertrag ein gänzlich anderes Bild. Obwohl die Futtergräser nach der Ansaat an allen Standorten von den Mischungspartnern ein einheitliches Bild erkennen ließen, differenzierte sich die Zusammensetzung der Bestände schon stark bis Ende 2010 durch Bodeneinflüsse, wie z.B. stark mineralisierende Böden. Am Standort Eggfling verminderte sich bis zum vierten Schnitt der Leguminosenanteil auf nahezu Null Prozent, dort zeigte sich aber ein unglaublicher Massewuchs der Gräser, der Durchschnittsertrag der *intensiv* geschnittenen Varianten war mit 155,2 dt/ha am höchsten.

Rotthalmünster wies den zweithöchsten Durchschnittsertrag mit 154,3 dt/ha auf. In Kirchham war durch den leichten Boden ein Rückgang der Leguminosen zu erkennen, die Bestände waren nicht so dicht und hoch wie an den anderen beide Standorten und das wirkte sich negativ im Ertrag aus (147,8 dt/ha).

Auch in 2010 waren bei den *intensiv* geschnittenen Varianten die „A 3“ und „A 3 mit Rotklee“ Varianten über alle Standorte die ertragreichsten. Die Mischung „Country 2052“ steigerte sich an zwei Standorten im Vergleich zu 2009. Auffällig war die Zunahme der Erträge von „FM 3-K“ und „FM 4“ über alle Versuchsorte im Vergleich zum Vorjahr. Der starke Rückgang des Leguminosenanteils in Egglfing machte sich bei den kleebetonten Mischungen wie Mehrjähriges Klee gras oder Intensivmischung Klee gras im Ertrag bemerkbar. Die übrigen Mischungen wiesen eine starke Spreizung im Ertrag auf, d.h. an einem Standort waren sie ertragsreich, am anderen –schwach.

Die extensiven Varianten lagen vom Ertrag leicht unter dem Niveau der intensiven. Egglfing führte die Rangfolge mit einem Durchschnittsertrag von 141,9 dt/ha an, gefolgt von Rotthalmünster mit 136,8 dt/ha und schließlich Kirchham mit 128,4 dt/ha. Auch in der Quantität erzeugenden Variante waren die „A 3 mit Rotklee“ an allen Standorten am ertragreichsten. Die Mischung „A 3“ war in Egglfing und Kirchham ertragstark, in Rotthalmünster aber –schwach. Verglichen zum Vorjahr hatte die Mischung „FM 3-K“ an allen Standorten stark an Ertrag zugelegt.

Das letzte Versuchsjahr 2011 war für den Großteil der Mischungen das zweite Hauptnutzungsjahr. Drei Varianten („FE 1“, „FE 3-K“ und „FM 2“) wurden neu angesät, da es sich um überjährige Mischungen handelt. Die ausgeprägte Frühjahrstrockenheit machte den Beständen und vor allem den Neuansäen stark zu schaffen, zum ersten Schnitt der mehrjährigen Kulturen waren die Überjährigen noch nicht schnittreif. Daher ergab sich ein Ausfall von einem Schnitt, was sich auch im Ertrag auswirkte und in Tabelle 10 grau dargestellt ist. Die Durchschnittserträge wurden nur von den mehrjährigen Kulturen miteinander verglichen, die Überjährigen sind extra erfasst und dargestellt.

Auch im zweiten Hauptnutzungsjahr war das Verhältnis Leguminosen/Gräser in Rotthalmünster sehr ausgewogen und fast ebenso hoch wie zu Versuchsbeginn. Die Bestände waren sehr dicht, hoch und kaum durch Unkräuter beeinflusst. Egglfing war bis zum Ende der Vegetation nur noch ein reiner Grasbestand mit enormer Wüchsigkeit, und in Kirchham waren die Bestände vom Wuchs sehr niedrig und dünn, was sich letztendlich in einem niedrigen Ertrag widerspiegelte.

Für den Großteil der Mischungen, war bei den *intensiv* geschnittenen Varianten Egglfing der ertragsstärkste Standort mit 156,6 dt/ha, gefolgt von Rotthalmünster (152,9 dt/ha) und Kirchham (111,6 dt/ha). Die Neuansäen wurden 2011 nicht unter die Deckfrucht Hafer gesät, erreichten aber dennoch ein höheres Ertragsniveau als zu Versuchsbeginn in 2009, mit Ausnahme von Kirchham. Aufgrund der geringen Krumendicke und des wasserdurchlässigen Bodens war 2011 besonders Kirchham vom Frühjahrstrockenstress betroffen. Selbst trockenheitstolerante Arten wie das Knäul gras zeigten eingerollte Blätter oder vertrocknete Blattspitzen.

Am ertragsstärksten war die Mischung „FM 3-K“ an allen drei Standorten. Diese etablierte sich über die Jahre sehr gut und steigerte kontinuierlich von Versuchsbeginn bis –ende zunehmend den Ertrag. „FM 4K“ und „Landgreen kg 550“ zeigten sich über alle Standorte ertragsstabil. Stark abnehmend und variierend waren zu Versuchsende „A 3“ und „A 3 mit Rotklee“ und die restlichen Mischungen.

Die *extensiv* geschnittenen Varianten lagen in Rotthalmünster mit 160,5 dt/ha an erster Stelle, gefolgt von Egglfing (130,8 dt/ha) und Kirchham (99,5 dt/ha). Auch in diesen Varianten war die „FM 3-K“ die ertragsstärkste Mischung an allen drei Standorten, gefolgt von „FM 4“ und „FM 4-K“. Auch hier zeigten „A 3“ und „A 3 mit Rotklee“ den schwächsten Ertrag.

Tab. 11 Darstellung der mittleren Trockenmasse-Erträge (dt/ha) und die Eingruppierung in die erste bis vierte Quartile über die Einzelstandorte und Jahre.

Tab. 11 Mean dry matter yield (dt/ha) and grouping into the first to fourth quartile over the individual sites and years.

Variante	Mischung	Gesamt-TM (dt/ha)							
		2009						alle Standorte 2009	
		Eggfing		Kirchham		Rotthalmünster		Ø	Ø
		ext.	int.	ext.	int.	ext.	int.	ext.	int.
1	FM 3-K	52,9	70,5	95,2	94,1	80,5	81,0	76,2	81,9
2	FM 4-K	49,5	82,7	93,1	96,4	83,8	82,9	75,5	87,3
3	FM 4	49,4	76,2	78,1	93,2	84,4	88,3	70,6	85,9
4	A3	70,3	110,4	117,2	112,2	90,5	92,8	92,7	105,1
5	A3+Klee	64,9	99,6	117,5	122,7	96,1	96,1	92,8	106,1
6	FE 1 (überjährig)	-	71,1	-	98,4	-	90,6	-	86,7
7	FE 3-K (überjährig)	-	104,4	-	119,9	-	97,0	-	107,1
8	FM 2 (überjährig)	-	78,6	-	92,5	-	88,2	-	86,4
9	Agravit 040R	-	93,7	-	103,0	-	93,3	-	96,7
10	MG8 Standard	-	76,1	-	96,3	-	84,6	-	85,7
11	Country 2052	-	93,3	-	112,1	-	90,2	-	98,6
12	Landgreen kg550	-	79,2	-	99,2	-	81,3	-	86,6
13	Intensivmischung Kleegras	-	79,2	-	98,6	-	85,2	-	87,7
14	Tetrafix intensiv m. Klee	-	95,9	-	104,4	-	90,8	-	97,1
15	Mehrj. Kleegr.m. Luz. HQ	-	99,0	-	108,3	-	85,9	-	97,7
Ø TM (dt/ha) alle		57,4	87,3	100,2	103,4	87,1	88,5	81,6	93,1
Ø TM (dt/ha) nur Überjährige			84,7		103,6		91,9		93,4
1. Quartil		2. Quartil		3. Quartil		4. Quartil			

Variante	Mischung	Gesamt-TM (dt/ha)							
		2010						alle Standorte 2010	
		Eggfing		Kirchham		Rotthalmünster		Ø	Ø
		ext.	int.	ext.	int.	ext.	int.	ext.	int.
1	FM 3-K	140,0	151,4	129,0	151,1	142,2	157,5	137,1	153,3
2	FM 4-K	125,0	146,6	127,0	143,7	127,8	161,0	126,6	150,4
3	FM 4	129,1	145,1	115,7	147,9	133,5	163,6	126,1	152,2
4	A3	156,2	174,3	129,2	138,6	104,3	118,7	129,9	143,9
5	A3+Klee	159,4	179,8	140,9	152,6	176,2	191,9	158,8	174,8
6	FE 1 (überjährig)	-	144,1	-	135,1	-	172,6	-	150,6
7	FE 3-K (überjährig)	-	153,3	-	151,9	-	152,4	-	152,5
8	FM 2 (überjährig)	-	169,6	-	143,3	-	119,4	-	144,1
9	Agravit 040R	-	147,0	-	141,1	-	156,1	-	148,1
10	MG8 Standard	-	148,5	-	148,6	-	170,6	-	155,9
11	Country 2052	-	162,1	-	152,5	-	182,0	-	165,5
12	Landgreen kg550	-	168,0	-	148,2	-	145,8	-	154,0
13	Intensivmischung Klee gras	-	140,1	-	154,4	-	148,4	-	147,6
14	Tetrafix intensiv m. Klee	-	158,2	-	151,1	-	117,1	-	142,2
15	Mehrj. Klee gr. m. Luz. HQ	-	139,3	-	156,8	-	157,8	-	151,3
Ø TM (dt/ha) alle		141,9	155,2	128,4	147,8	136,8	154,3	135,7	152,4
Ø TM (dt/ha) nur Überjährige			155,7		143,4		148,1		149,1
1. Quartil		2. Quartil		3. Quartil		4. Quartil			

Variante	Mischung	Gesamt-TM (dt/ha)							
		2011						alle Standorte 2011	
		Egglfing		Kirchham		Rotthalmünster		Ø	Ø
		ext.	int.	ext.	int.	ext.	int.	ext.	int.
1	FM 3-K	136,3	161,1	121,9	132,7	175,5	165,1	144,5	152,9
2	FM 4-K	133,6	156,2	117,6	115,6	153,2	153,9	134,8	141,9
3	FM 4	135,2	156,2	119,3	113,5	157,0	153,7	137,2	141,1
4	A3	125,0	156,6	71,8	109,8	146,7	133,3	114,5	133,3
5	A3+Klee	123,8	150,9	67,0	94,8	170,1	166,7	120,3	137,5
6	FE 1 (überjährlg)	-	89,8	-	60,6	-	94,4	-	81,6
7	FE 3-K (überjährlg)	-	114,3	-	84,6	-	117,0	-	105,3
8	FM 2 (überjährlg)	-	85,3	-	64,1	-	121,0	-	90,1
9	Agravit 040R	-	136,2	-	90,3	-	152,3	-	126,3
10	MG8 Standard	-	159,7	-	122,7	-	152,6	-	145,0
11	Country 2052	-	149,2	-	109,9	-	133,1	-	130,8
12	Land-green kg550	-	184,6	-	136,5	-	153,8	-	158,3
13	Intensivmischung Klee-gras	-	146,0	-	95,1	-	156,2	-	132,4
14	Tetrafix intensiv m. Klee	-	148,8	-	100,8	-	162,6	-	137,4
15	Mehrj. Klee-gr.m. Luz. HQ	-	173,7	-	117,8	-	150,9	-	147,5
Ø TM (dt/ha) Mehrjährlge		130,8	156,6	99,5	111,6	160,5	152,9	130,3	130,8
Ø TM (dt/ha) Überjährlge			96,5		69,8		110,8		92,4
1. Quartil	2. Quartil	3. Quartil	4. Quartil						

Tab. 12 Ergebnisse des Post-Hoc-Tests (SNK, $\alpha = 0,05$) der Futtergräser/Gemenge beim Vergleich der Gesamt-TM-Erträge.

Tab. 12 Results of the Post Hoc tests (SNK, $\alpha=0.05$) for fodder grasses/mixtures from the comparison of the total dry matter yields.

Vari- ante	Mischung	2009											
		Egglfing int.			Kirchham int.			Rotthalmünster int.					
1	FM 3-K			d	e	a		d	a			d	
2	FM 4-K		c	d	e		c	d			c	d	
3	FM 4			d	e			d	a	b	c	d	
4	A3	a				a	b		a	b	c	d	
5	A3+Klee	a	b			a			a	b			
6	FE 1 (überjährig)		c	d	e		c	d	a	b	c	d	
7	FE 3-K (überjährig)	a											
8	FM 2 (überjährig)				e			d	a	b	c	d	
9	Agravit 040R		b	c	d		b	c	d	a	b	c	
10	MG8 Standard		c	d	e		c	d		b	c	d	
11	Country 2052	a	b	c		a	b	c	a	b	c	d	
12	Landgreen kg550		b	c	d	e		c	d				d
13	Intensiv-mischung Kleegras		c	d	e		c	d		b	c	d	
14	Tetrafix intensiv m. Klee	a	b				b	c	d	a	b	c	d
15	Mehrj. Kleegr.m. Luz. HQ	a	b			a	b	c	d	a	b	c	d

SNK ($\alpha = 0,05$)

		2010								
Variante	Mischung	Egglfing			Kirchham			Rotthalmünster		
		int.			int.			int.		
1	FM 3-K			d e	a					d
2	FM 4-K			d e	a					d
3	FM 4			d e	a					d
4	A3	a	b		a					e
5	A3+Klee	a			a			a		
6	FE 1 (überjährig)			d e	a					d
7	FE 3-K (überjährig)		c	d e	a					e
8	FM 2 (überjährig)			d e	a					d
9	Agravit 040R			e	a				c	
10	MG8 Standard			c d e	a					d
11	Country 2052	a	b	c	a					e
12	Landgreen kg550			c d e	a					d
13	Intensiv-mischung Kleegrass			d e	a				c	
14	Tetrafix intensiv m. Klee		b	c d	a				b	
15	Mehrj. Kleegr.m. Luz. HQ		b	c d	a					d

		2011								
Variante	Mischung	Egglfing			Kirchham			Rotthalmünster		
		int.			int.			int.		
1	FM 3-K	a	b	c	a				a	
2	FM 4-K	a	b	c	a	b			a	b
3	FM 4	a	b	c	a	b			a	b
4	A3		b	c			c	e		b
5	A3+Klee		b	c			d	e	a	
6	FE 1 (überjährig)			d e				f		e
7	FE 3-K (überjährig)							e		d
8	FM 2 (überjährig)			e				f		c d
9	Agravit 040R			c				d		b
10	MG8 Standard	a	b	c	a	b				b
11	Country 2052		b	c		b	c	d		c
12	Landgreen kg550	a			a					b
13	Intensiv-mischung Kleegrass		b	c				d e		b
14	Tetrafix intensiv m. Klee		b	c			c	d e	a	b
15	Mehrj. Kleegr.m. Luz. HQ	a	b		a	b	c	d		b

SNK ($\alpha = 0,05$)

Die statistische Auswertung mittels SNK-Test zeigt, dass bis zu sechs homogene Untergruppen der TM-Gesamt-Erträge aller Standorte und Versuchsjahre der Futtergräser und -gemenge existieren (Tab. 12). Die meisten Varianten sind in mehreren Untergruppen zu finden. In Rotthalmünster war 2010 und 2011 eine schärfere Untergruppierung der TM-Erträge festzustellen. Auffällig war der Standort Kirchham in 2010. Dort gab es eine so geringe Spanne der TM-Erträge, dass kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Varianten zu berechnen war und somit nur eine homogene Untergruppe existierte.

3.2 Trockenmasse-Erträge der Silomais-Varianten

Da in dieser Region Silomais die meistangebaute Kultur ist, war sie für den Vergleich der Trockenmasse-Erträge die Referenzkultur zu den anderen getesteten Arten. Zu Versuchsbeginn in 2009 war Rotthalmünster der Standort mit dem höchsten Ertrag (241,3 dt/ha, Tab. 13), gefolgt von Eggfling (232,0 dt/ha) und Kirchham (226,4 dt/ha). In 2010 zeigte Eggfling den höchsten Ertrag (241,3 dt/ha), Rotthalmünster lag mit 235,0 dt/ha etwas darunter, Kirchham hatte 219,0 dt/ha. Im letzten Versuchsjahr in 2011 konnten in Rotthalmünster 231,6 dt/ha, in Kirchham 231,2 dt/ha und in Eggfling 224,0 dt/ha erzielt werden. Im letzten Versuchsjahr hatten sehr viele Maisstandorte in Bayern mit ausgeprägter Frühjahrstrockenheit zu kämpfen. Da die Ablage der Maiskörner bei der Saat an allen Standorten verhältnismäßig tief erfolgte (GEISBERGER, HLS, mündl. Mitteilung), gab es für die Keimlinge einen guten Bodenschluss und genügend Feuchtigkeit um zu überleben und sich optimal zu entwickeln. Die Trockensubstanzgehalte (TS-Gehalte) des Silomais lagen innerhalb der optimalen Silierfähigkeit zwischen 28-35 % TS und sind in diesem Bericht nicht eigens aufgeführt.

Die statistische Auswertung zeigt lediglich für Eggfling 2009 einen signifikanten Unterschied der Sorte „PR 39 F 58“ zu den anderen an, die durch den niedrigeren Ertrag zustande kam (Tab. 13). Sonst ergaben sich für die Silomaisvarianten über die Standorte und Jahre keine signifikanten Unterschiede.

Tab. 13 Übersicht der Trockenmasse-Erträge der Silomais-Varianten von 2009 bis 2011 und der dazugehörigen statistischen Signifikanzen (Student-Newman-Keuls-Test, $\alpha = 0,05$).

Tab. 13 Dry matter yield of the silage maize variants from 2009 to 2011 and their statistic significances (Student Newman Keuls test, $\alpha=0.05$).

		Trockenmasse-Ertrag (dt/ha)								
Sorte	Reifegruppe	Eggfling			Kirchham			Rotthalmünster		
		2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Torres	S 250	243,2	249,5	211,9	227,9	221,4	232,2	240,2	229,5	243,7
ES Bombastic	S 240	232,7	234,1	229,6	222,3	228,1	231,3	234,1	233,3	222,2
PR39F58	S 260	220,1	240,4	230,7	229,1	207,4	230,1	249,5	242,3	228,8
Durchschnitt		232,0	241,3	224,0	226,4	219,0	231,2	241,3	235,0	231,6
SNK ($\alpha = 0,05$)										
Sorte	Reifegruppe	Eggfling			Kirchham			Rotthalmünster		
		2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Torres	S 250	a	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
ES Bombastic	S 240	ab	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
PR39F58	S 260	b	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = nicht signifikant

3.3 Trockenmasse- und Trockensubstanz-Erträge der *Sorghum*-Arten

Die Kulturen Sudangräser und Hirsen wurden Anfang Juni 2009 in ein sehr fein vorbereitetes Saatbett gesät. Der Ausgang war zufriedenstellend. Da es in unseren Breitengraden für die *Sorghum*-Arten ein Problem darstellt, silierfähiges Erntegut zu erzeugen, wurde die Ernte während der Versuchszeit Anfang bis Mitte Oktober durchgeführt, also gut eine Woche später als die des Silomais, um die maximalen TS-Gehalte für die Witterung unserer Region zu erreichen. Tab. 14 gibt die Trockenmasse- und Trockensubstanzgehalte der *Sorghum*-Arten wider.

In 2009 hatten die *Sorghum*-Varianten in Rotthalmünster mit 134,6 dt/ha den höchsten, in Eggfling mit 129,4 dt/ha den mittleren und in Kirchham mit 114,4 dt/ha den niedrigsten Ertrag. Verglichen mit dem TM-Ertrag des Silomais entspricht das 55,8 %, 50,5 % bzw. 55,8 % (Tab. 18).

In 2010 waren starke Niederschläge von Juni bis August gefallen, die Bestände entwickelten sich anfangs zögerlich, konnten aber ab Ende August noch viel an Biomasse zulegen. Wahrscheinlich war Kirchham wegen der guten Wasserführung in der Zeit der hohen Niederschläge in diesem Jahr der Standort mit den höchsten Erträgen (163,9 dt/ha), da es zu keiner Staunässe kam. In Eggfling betrug der Trockenmasse-Ertrag 153,6 dt/ha und in Rotthalmünster 123,0 dt/ha. Das entspricht einem prozentualen TM-Ertrag im Vergleich zum des Silomais von 74,8 %, 63,7 % und 55,3 %.

In 2011 wurde zu optimalen Bedingungen im Juni gesät, nach der ausgeprägten Frühjahrstrockenheit gab es in diesem Monat immer wieder Niederschläge. Die durchschnittlichen Erträge lagen in Eggfling bei 153,6 dt/ha, in Kirchham und in Rotthalmünster bei 149,6 dt/ha. Das entspricht einem prozentualen TM-Ertrag verglichen zu Silomais von 68,6 %, 64,7 % und 64,6 %.

In Prozent ausgedrückt lagen die Durchschnitts-TM-Erträge der getesteten *Sorghum*-Arten zwischen 50,5 % und 74,8 % im Vergleich zum Silomais (Tab. 18). Allerdings gab es Sorten und Mischungen, die in den Einzeljahren und –standorten an den Silomaistrockenmasse-Ertrag heranreichten: In 2010 war das „Energimischung II“ mit 197,0 dt/ha in Eggfling und 221,4 dt/ha in Kirchham, sowie die Sorte „Inka“ mit 212,4 dt/ha in Kirchham. Die Problematik lag an der Stabilität und Verlässlichkeit der Erträge über die Jahre. Hohe Erträge einzelner Varianten lagen im Folgejahr wieder weit unter dem vertretbaren Maß.

Werden die Durchschnittserträge über die Versuchsjahre verglichen, so zeigt sich, dass „Energimischung II“ und „Inka“ die ertragstärksten *Sorghum*-Varianten waren (159,6 dt/ha und 155,1 dt/ha). Am schwächsten zeigte sich „Branco“ mit 123,6 dt/ha.

Tab. 14 Übersicht der Trockenmasse-Erträge und Trockensubstanzgehalte der *Sorghum*-Varianten von 2009 bis 2011.

Tab. 14 Dry matter yields and content of the *Sorghum* variants from 2009 to 2011.

Sorte/Mischung	Trockenmasse-Ertrag (dt/ha)									Ø
	Eggfling			Kirchham			Rotthalmünster			
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011	
Mithril	132,0	108,5	165,3	91,0	129,3	163,0	124,7	138,9	154,3	134,1
Sucrosorgo 506	146,4	134,2	161,6	100,6	130,3	122,4	151,3	123,8	163,9	137,2
Energimischung II	129,2	197,0	175,2	112,2	221,2	180,3	123,3	124,6	164,0	158,6
<i>Sorghum</i> spezial	146,4	154,2	157,2	127,6	169,4	158,4	127,7	121,6	148,8	145,7
Branco	82,9	140,2	89,8	110,7	120,8	96,4	136,7	142,2	92,4	112,5
Inka	139,5	187,7	172,6	144,5	212,4	177,0	143,8	86,8	174,5	159,9
Durchschnitt	129,4	153,6	153,6	114,4	163,9	149,6	134,6	123,0	149,6	141,3

Fortsetzung Tabelle 14

Sorte/Mischung	Trockensubstanz-Gehalt (%)									Ø
	Egglfing			Kirchham			Rotthalmünster			
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011	
Mithril	22,0	25,3	23,1	21,8	23,9	24,8	24,3	23,9	23,0	23,6
Sucrosorgo 506	20,8	22,2	22,0	19,7	20,9	22,7	23,5	25,7	22,2	22,2
Energiemischung II	21,2	29,3	24,7	20,9	28,7	25,8	23,2	24,0	24,8	24,7
<i>Sorghum</i> spezial	22,3	26,2	23,7	22,6	24,3	24,8	24,0	22,7	22,9	23,7
Branco	20,8	22,7	21,0	19,7	19,4	21,3	21,7	24,4	19,7	21,2
Inka	21,6	24,7	22,8	22,5	23,4	24,1	22,4	23,9	23,0	23,1
Durchschnitt	21,5	25,0	22,9	21,2	23,4	23,9	23,2	24,1	22,6	23,1

Ein ebenso großes Problem des *Sorghum*-Anbaus war, dass über die Jahre keine silierfähigen Durchschnitts-Trockensubstanzgehalte (TS) erreicht werden konnten (Tab. 14). „Silierfähig“ ist Pflanzenmaterial, das TS-Gehalte in einem Bereich zwischen 28 % und 35 % aufweist (Zeise *et al.*, 2011). Lediglich die Variante „Energiemischung II“ hätte in 2010 mit TS-Gehalten von 29,3 % in Egglfing und 28,7 % in Kirchham siliert werden können. Alle anderen Sorten und Mischungen aller Jahre und Standorte lagen z.T. weit unterhalb dieser Spanne.

3.4 Statistische Auswertung auf Signifikante Unterschiede der *Sorghum*-Arten

Die statistische Auswertung der *Sorghum*-Varianten zeigt, dass es in Egglfing 2009 keine signifikanten Unterschiede gab, lediglich die Sorte „Branco“ unterschied sich aufgrund ihres niedrigen TM-Ertrages zu allen andern (Tab. 14 und Tab. 15). In Kirchham zeigten sich deutlichere Unterschiede, die *Sorghum*-Arten konnten in drei Signifikanzgruppen dargestellt werden. Die *Sorghum*-Hybrid-Varianten „Mithril“ und „Inka“ differenzierten. Die *Sorghum bicolor*-Varianten „Sucrosorgo 506“ und „Branco“ zeigten keinen Unterschied, die Artenmischungen „Energiemischung II“ und „*Sorghum* spezial“ ebenfalls. Signifikant unterschiedlich waren „*Sorghum* spezial“ und „Inka“ zu „Energiemischung II“ und „Branco“ und diese differenzierten zu „Mithril“ und „Sucrosorgo 506“. In Rotthalmünster konnten in 2009 keinerlei Unterschiede festgestellt werden.

In 2010 gab es in Egglfing auch drei Signifikanzgruppen. Unterschiede gab es bei „Energiemischung II“ zu „Sucrosorgo 506“ und „Mithril“. Alle anderen waren in mehreren, übergreifenden Signifikanzgruppen vertreten. Die Varianten in Kirchham zeigten nur zwei Gruppen. Dort unterschieden sich signifikant „Energiemischung II“ und „Inka“ durch ihre sehr hohen Erträge von den restlichen. Rotthalmünster hatte keine Unterschiede im TM-Ertrag aufzuweisen.

In 2011 war in Egglfing dieselbe Situation wie 2009, nur „Branco“ unterschied sich durch den niedrigen TM-Ertrag vom restlichen Sortiment. In Kirchham war ähnliches zu beobachten, dort hoben sich „Sucrosorgo 506“ und „Branco“ durch den niedrigen Ertrag von den restlichen Versuchsgliedern ab. Und in Rotthalmünster war ebenfalls „Branco“ die einzige Variante, die sich signifikant von den anderen unterschied.

Tab. 15 Übersicht statistischer Signifikanzen zum TM-Ertrag der *Sorghum*-Arten (Student-Newman-Keuls-Test, $\alpha = 0,05$).

Tab. 15 *Statistic significances of the dry matter yields of the Sorghum species (Student Newman Keuls test, $\alpha=0.05$).*

Sorte/ Mischung	SNK ($\alpha = 0,05$)								
	Egglfing			Kirchham			Rotthalmünster		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Mithril	a	c	a	c	b	a	a	a	a
Sucrosorgo 506	a	b	c	c	b	a	a	a	a
Energie- mischung II	a	a	a	b	c	a	a	a	a
<i>Sorghum</i> spezial	a	a	b	c	a	b	a	a	a
Branco	b	a	b	c	b	b	a	a	b
Inka	a	a	b	a	a	a	a	a	a

3.5 Trockenmasse-Erträge der Getreide-GPS-Varianten

Die Getreide-GPS-Varianten wurden nur zweijährig geprüft. In 2010 lief die Kultur Winterroggen außer Konkurrenz zu Wintertriticale und Winterweizen. Der Roggen litt stark unter dem Winter 2009/2010. Obwohl mit Halmverkürzern behandelt worden war, gingen die Winterroggensorten Anfang Mai stark ins Lager, und mussten einen Monat früher als die anderen GPS-Varianten geerntet werden. Das spiegelte sich sehr stark im Ertrag wider, der durch den einmonatigen früheren Schnitt sehr gering ausfiel. In Egglfing wurden 47,4 dt/ha, in Kirchham 40,2 dt/ha und in Rotthalmünster 35,3 dt/ha geerntet (Tab. 16). Bei Wintertriticale waren es 125 dt/ha in Rotthalmünster, 119,2 dt/ha in Kirchham und 101,2 dt/in Egglfing. Winterweizen erreichte in Kirchham 120,9 dt/ha, in Egglfing 109,5 dt/ha und bis zu 95,9 dt/ha in Rotthalmünster.

In 2011 konnte von Winterroggen ein Höchstertrag von 180,8 dt/ha in Rotthalmünster geerntet werden. In Egglfing wurden 139,5 dt/ha und in Kirchham 132,3 dt/ha erzielt. Wintertriticale lag auf ähnlich hohem Niveau mit 175,1 dt/ha in Rotthalmünster, 151,4 dt/ha in Egglfing und 133,4 dt/ha in Kirchham. Winterweizen war vom Ertrag etwas niedriger als die anderen Arten. In Rotthalmünster wurden 152,4 dt/ha erreicht, in Egglfing 139,9 dt/ha und in Kirchham 118,5 dt/ha.

Tab. 16 Übersicht Trockenmasse-Erträge der Getreide-GPS Varianten in 2010 und 2011.

Tab. 16 Dry matter yields of the cereal GPS variants in 2010 and 2011.

Art/Sorte	Trockenmasse-Ertrag (dt/ha)					
	Eggfing		Kirchham		Rotthalmünster	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Winterroggen						
Visello	48,0	130,6	40,8	134,3	36,0	183,1
Balistic	46,9	148,3	39,6	130,2	34,6	178,6
Durchschnitt WR	47,4	139,5	40,2	132,3	35,3	180,8
Wintertriticale						
Benetto	106,4	153,4	129,9	132,2	123,0	177,3
Trisol	95,9	-	108,4	-	126,9	-
Massimo	-	149,4	-	134,6	-	173,0
Durchschnitt WTri	101,2	151,4	119,2	133,4	125,0	175,1
Winterweizen						
Akratos	113,1	140,9	139,6	117,3	97,0	155,2
Inspiration	105,9	138,8	102,3	119,7	94,9	149,6
Durchschnitt WW	109,5	139,9	120,9	118,5	95,9	152,4

3.6 Statistische Auswertung auf signifikante Unterschiede der GPS-Varianten

Aufgrund der viel zu frühen Ernte des Winterroggens, bedingt durch Lager, wird ein signifikanter Unterschied in Eggfing, Kirchham und Rotthalmünster zu den anderen Getreidearten errechnet, der in Wahrheit nicht vorhanden sein dürfte. Wintertriticale „Trisol“ unterscheidet sich in Kirchham signifikant von „Benetto“, der Winterweizen „Inspiration“ ebenso von „Akratos“. In Rotthalmünster gibt es keine signifikanten Unterschiede innerhalb der Kulturen, diese bestehen aber zwischen Wintertriticale und Winterweizen (Tab. 17).

Tab. 17 Übersicht statistischer Signifikanzen zum TM-Ertrag der GPS-Varianten (Student-Newman-Keuls-Test, $\alpha = 0,05$).

Tab. 17 *Statistic significances of the dry matter yields of the GPS variants (Student Newman Keuls test, $\alpha=0.05$).*

Sorte/Mischung	SNK ($\alpha = 0,05$)					
	Egglfng		Kirchham		Rotthalmünster	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Winterroggen						
Visello	b	a		c	a	
Balistic	b	a		c	a	b
Wintertriticale						
Benetto	a	a	a	a	a	a b
Trisol	a	- - -	b	- - -	a	- - -
Massimo	- - - a		- - - a		- - -	b
Winterweizen						
Akratos	a	a	a	a	b	c
Inspiration	a	a	b	a	b	c

In 2011 waren für alle Kulturen vergleichbar hohe TM-Erträge festzustellen. In Egglfng und Kirchham konnten keine signifikanten Unterschiede über alle Getreidearten und Sorten festgestellt werden. In Rotthalmünster deuteten sich Unterschiede an. Beide Sorten des Winterweizens waren signifikant unterschiedlich zu allen anderen Arten. Winterroggen und Wintertriticale ließen eine Signifikanz zwischen „Visello“ und „Massimo“ erkennen. Die TM-Erträge der anderen Sorten waren relativ ähnlich.

3.7 Prozentualer Vergleich des Durchschnitt-TM-Ertrages der Kulturen mit Silomais

Um einen Vergleich der Alternativen mit der Referenz Silomais darstellen zu können, wurden die Standort-TM-Erträge der einzelnen Jahre und Standorte mit dieser Kultur ins Verhältnis gesetzt und ein prozentualer Wert gewonnen (Tab. 18).

Bei den Futtergräsern und Gemengen wurde dabei in extensive, intensive und überjährige Varianten unterschieden. Die extensiv geführten Futtergräser und deren Gemenge erreichten einen relativen TM-Ertrag von 24,7 % im Ansaatjahr bis hin zu 69,3 % in 2011 im Vergleich zu Silomais. Die intensiv geführten Varianten zeigten eine Spannweite von 36,4 % im Ansaatjahr bis zu einem prozentualen Maximalertrag von 69,9 %. Die drei überjährigen Mischungen sind eigens aufgeführt, da sie in 2011 neu angesät wurden und dadurch einen geringen Ertrag aufweisen als die mehrjährig intensiven Varianten. Ihre Spanne reichte von 30,2 % zu 65,5 %.

Die *Sorghum*-Varianten konnten TM-Ertragswerte von 50,5 % bis zu 74,8 % erreichen.

Der Durchschnittsertrag der Getreide-GPS-Variante Winterroggen im Versuchsjahr 2010 war durch frühes Lager nicht zufriedenstellend. Die Kultur erreichte nur einen Anteil von 18 % des Silomais-ertrages. In 2011 reichten die Werte von 57,2 % bis 78,1 %. Wintertriticale zeigte eine Spannweite von 41,9 % bis 75,6 %. Die Kultur Winterweizen erzielte prozentuale Werte von 40,8 % bis zu 65,8 %.

Bei diesem Vergleich sei darauf hingewiesen, dass es sich um den Vergleich des *Durchschnitts*-Ertrages handelt, der die Leistung von Einzelmischungen bzw. Sorten nicht erkennen lässt. Trotz niedriger Werte können Einzelsorten bzw. -mischungen sehr wohl nahe an den Ertrag des Silomais heranreichen. Bei den Futtergräsern können im Hauptnutzungsjahr durch eine standortangepasste Wahl der Mischung und der darin befindlichen Sorten prozentuale Werte über 80 % im Vergleich zu

Silomais erreicht werden. Das sieht man z. B. in Rotthalmünster in 2010 mit den Mischungen „A3 mit Rotklee“ und 2011 mit „FM 3K“ (Tab. 11). Auch die überjährigen Varianten „FE 1“ und „FM 2“ erzielten hohe Werte in den Einzeljahren und an den Standorten.

Tab. 18 Darstellung der prozentualen Trockenmasse-Erträge der Alternativen bezogen auf den Orts- und Jahresdurchschnitt von Silomais (= 100 %).

Tab. 18 Percentage dry matter yields of the alternatives in relation to the local and annual mean of silage maize (=100%).

Kultur	TM-Ertrag (%) im Vergleich zu Silomais																	
	Egglfing						Kirchham						Rotthalmünster					
	2009		2010		2011		2009		2010		2011		2009		2010		2011	
	ext.	int.	ext.	int.	ext.	int.	ext.	int.	ext.	int.	ext.	int.	ext.	int.	ext.	int.	ext.	int.
Ø Futtergräser Gemeinge	24,7	37,9	44,3	45,7	36,1	36,4 ¹⁾	58,8	64,2	58,6	68,0	58,2	66,3 ¹⁾	58,4	69,9	43,1	48,3	69,3	66 ¹⁾
Ø Futtergräser überjährige	-	36,5	-	45,7	-	38,1	-	64,5	-	65,5	-	63,0	-	43,1	-	30,2	-	47,9
Ø Sorghum	55,8		63,7		68,6		50,5		74,8		64,7		55,8		55,3		64,6	
Ø GPS/WR	-		19,6		62,2		-		18,4		57,2		-		15,0		78,1	
Ø GPS/WTRI	-		41,9		67,6		-		54,4		57,7		-		53,2		75,6	
Ø GPS/WW	-		45,4		62,4		-		55,2		51,3		-		40,8		65,8	

¹⁾ Durchschnitt aller mehrjährigen Futtergräser, ohne überjährige Mischungen

3.8 Vergleich der Alternativen über die drei Jahre und drei Standorte

Ein Vergleich des TM-Ertrages der getesteten Kulturarten über die drei Versuchsjahre und Standorte ist in Fig. 5 dargestellt. Silomais zeigt relativ konstante TM-Erträge mit gleichzeitig geringer Streuung der Werte über die Jahre und Orte. Die restlichen Kulturen liegen von den Ergebnissen unter den Werten von Silomais, und zeigen eine mehr oder weniger starke Streuung innerhalb der einzelnen Standorte oder Jahre.

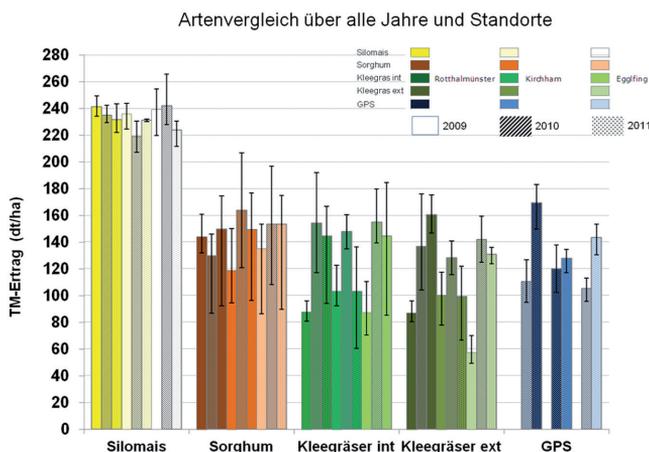


Abb. 5 Graphische Darstellung des TM-Ertrages der getesteten Kulturen über alle Versuchsstandorte und Jahre.
Fig. 5 Graphic chart of the dry matter yields of the tested crops over all experimental sites and years.

3.9 Nettoenergie-Laktation (NEL)

Silomais

Die getesteten Silomaisarten erreichten von allen getesteten Kulturen die höchsten NEL-Werte, die zwar innerhalb der einzelnen Standorte variierten aber über die Versuchsjahre auf ähnlich hohem Niveau blieben (6,86 bis 7,33 MJ NEL/kg TM, Fig. 6).

Sorghum-Arten und Mischungen

Ein ähnlicher Verlauf war bei den *Sorghum*-Arten festzustellen. Die NEL-Werte variierten sehr wenig an den einzelnen Standorten und zeigten ein Beibehalten des Niveaus über alle Versuchsjahre. Die Werte reichten von 5,32 bis 5,55 MJ NEL/kg TM.

Getreide-GPS

Das Getreide-GPS wurde zweijährig im Vergleichsanbau geprüft. Leider stehen für 2010 keine Laboruntersuchungen zur Verfügung, da das Pflanzenmaterial nach der TS-Bestimmung versehentlich entsorgt wurde. In 2011 waren höhere NEL-Werte erreicht worden als die der *Sorghum*-Arten. Die Werte lagen mit 5,53 bis 5,85 MJ NEL/kg TM aber niedriger als die des Silomais.

Futtergräser und deren Gemenge

Bei der Betrachtung der Energiewerte der Futtergräser muss zwischen den intensiven, fünffach geschnittenen und qualitativ hochwertigeren Varianten und den extensiven, vierfach geschnittenen und quantitativen Varianten unterschieden werden.

Die Futtergräser und deren Gemenge erreichten die zweithöchsten NEL-Werte von allen getesteten Kulturen. Sie lagen in der Höhe zwischen den Werten des Silomais und der Getreide-GPS-Varianten.

Die NEL-Werte der Futtergräser waren im Ansaatjahr 2009 allgemein niedriger als in den Folgejahren, wobei sie auch innerhalb der Standorte starke Unterschiede aufwiesen. In Rotthalmünster und Kirchham konnten nur Werte bis 5,67 MJ NEL/kg TM erreicht werden, in Eggfling dagegen lagen sie mit 6,58 MJ/kg TM sogar um 1 MJ/kg TM höher. Die niedrigeren NEL-Werte lassen sich durch die unterschiedliche Pflanzensammensetzung an den Standorten erklären. In Rotthalmünster und Kirchham waren die Bestände sehr reich an Leguminosen, in Eggfling sank dieser Anteil bis Jahresende leicht ab, was durch den dort stark nachmineralisierenden Boden zu erklären ist. Die Spanne der Werte aller Standorte in 2009 reichten für die intensiv geschnittenen Varianten von 5,63 bis 6,58 MJ NEL/kg TM und für die extensiv geschnittenen Varianten von 5,51 bis 6,53 MJ NEL/kg TM (Fig. 6).

Im ersten Hauptnutzungsjahr 2010 waren die Schwankungen der Energiewerte dagegen nicht sehr ausgeprägt und sie lagen allgemein auf höherem Niveau als im Vorjahr. Die NEL-Werte bewegten sich in den intensiven Varianten von 6,36 bis 6,66 MJ NEL/kg TM, in den extensiven Varianten von 5,93 bis 6,45 MJ NEL/kg TM.

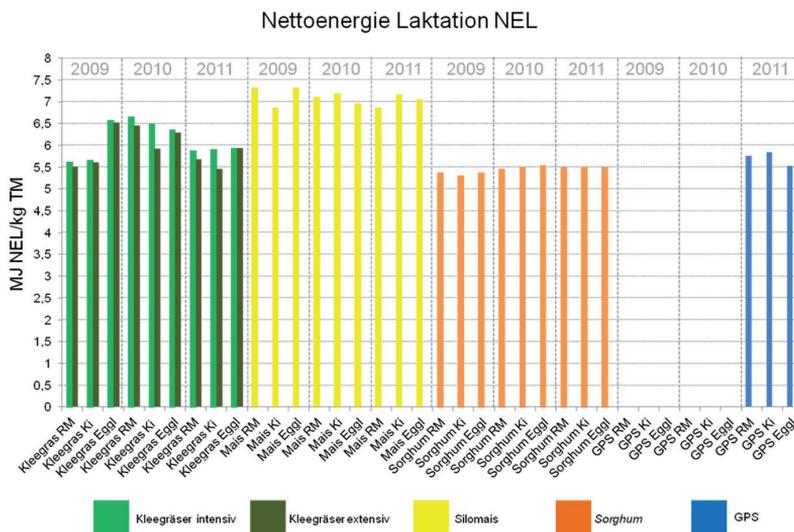


Abb. 6 Darstellung der Nettoenergie Laktation (MJ/kg TM) der getesteten Kulturen über alle Versuchsstandorte und -jahre.

Fig. 6 Net energy lactation (MJ/kg dry matter) of the tested crops over all experimental sites and years.

Im zweiten Hauptnutzungsjahr 2011 sanken die Werte der NEL leicht ab. Da es sich bei den Futtergräsern um eine mehrjährige Kultur handelt, zeigen Witterungseinflüsse (z.B. Auswinterung durch Kahlfröste), Bodeneinflüsse, Schädigungen durch Tiere und Unkrautdruck bei diesen Kulturen einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss und spiegeln sich in einer Veränderung der Pflanzenzusammensetzung wider, was wiederum Auswirkungen auf die Energiedichte zur Folge hatte. In 2011 gab es nur leichte Schwankungen der NEL-Werte zwischen den Orten in den intensiven Varianten, es wurden Werte von 5,89 bis 5,93 MJ NEL/kg TM erreicht, die extensiven Varianten erzielten Werte von 5,46 bis 5,94 MJ NEL/kg TM.

3.10 Rohproteingehalte

Futtergräser und deren Gemenge

Die Rohproteingehalte der Futtergräser und deren Gemenge waren im Vergleich zu den anderen Kulturen am höchsten. In 2009 konnten bei den intensiven Varianten sehr hohe Werte erreicht werden, sie beschrieben eine Spanne von 16,75 % bis 21,56 % bezogen auf die TM. Die extensiven Varianten lagen mit 14,06 % bis 19,57 % in TM unter diesen Werten (Abb. 7).

In 2010 konnten die hohen Rohproteingehalte vom Vorjahr nicht mehr erreicht werden. Die intensiven Varianten hatten Gehalte von 15,10 % bis 16,71 %, die extensiven von 12,15% bis 14,84 %. Am Standort Rotthalmünster blieb der hohe Anteil der Leguminosen im Vergleich zum Vorjahr konstant, wobei an den Standorten Kirchham und Egglfing ein langsamer Rückgang dieser Pflanzen zu erkennen war, der sich auch in niedrigeren Proteingehalten erkennen ließ.

In 2011 konnte ein ähnlicher Verlauf der Kurven wie 2010 festgestellt werden, allerdings mit leicht erhöhten Werten im Vergleich zum Vorjahr. Diese reichten bei den intensiven Varianten von 16,39 % bis 17,51 % und von 13,41 % bis 14,51 % bei den extensiven. Egglfing, inzwischen ein reiner Grasbestand, lag an letzter Stelle.

Silomais

Der Silomais erreichte nur ca. ein Drittel des Proteingehaltes, den die Futtergräser enthielten. In 2009 betrug die Spanne Proteingehalte 6,12 % bis 6,46 %, in 2010 reichte sie von 7,06 % bis 7,23 % und in 2011 lag sie zwischen 6,37 % und 6,82 %. Die Werte variieren nur schwach, es wurden nur drei Sorten untersucht. Vom Standort Rotthalmünster sind aus dem letzten Versuchsjahr keine Laborwerte zu den Rohproteingehalten vorhanden.

Sorghum-Arten

Die *Sorghum*-Arten erzielten ähnlich hohe Proteingehalte wie der Silomais. Die Werte lagen 2009 zwischen 5,19 % und 6,47 %, in 2010 erreichten sie 6,42 % bis zu 7,96 % und in 2011 konnten Proteingehalte von 7,66 % bis 8,93 % erzielt werden. Die Streuung der Werte ist allerdings stärker als beim Silomais.

Getreide-GPS

Wie auch schon bei den NEL-Ergebnissen erwähnt, liegen für die GPS-Varianten nur die Werte von 2011 vor. Diese bewegten sich in dem Wertebereich von Silomais und den *Sorghum*-Arten. Es wurden Proteingehalte von 6,32 % bis 9,53 % der TM erreicht.

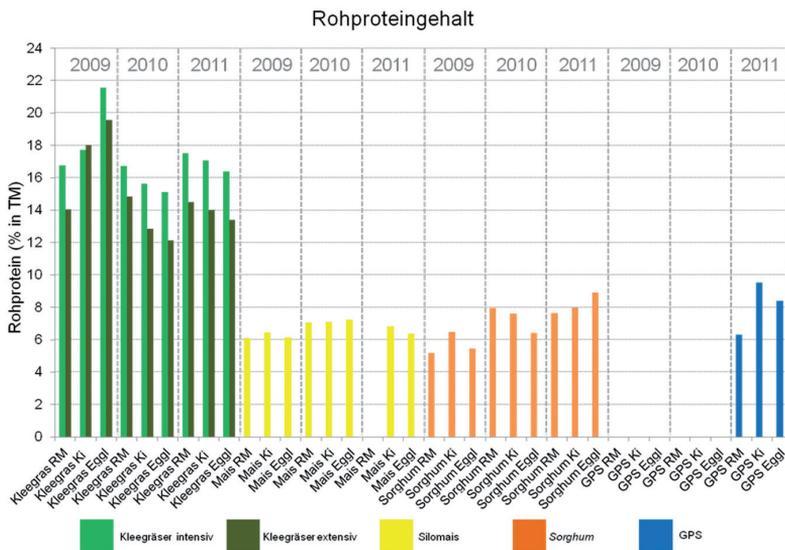


Abb. 7 Darstellung des Rohproteingehaltes (% in TM) der getesteten Kulturen über alle Versuchsstandorte und -jahre.

Fig. 7 Raw protein content (% in dry matter) of the tested crops over all experimental sites and years.

Danksagung

Wir bedanken uns bei den Mitarbeitern der Höheren Landbauschule Rotthalmünster, Frau LDin J. Sirch, Herrn R. Obermeier, Herrn T. Geisberger, Herrn M. Bergmann, Herrn A. Hirschenauer und Herrn A. Matejka für die praktische Durchführung der Versuche, den beteiligten Kollegen der LfL der Abteilungen AQU 4 für die Laboruntersuchungen und AVB- VB für die Verrechnung der Versuchsdaten.

Für die Förderung dieses Projektes danken wir dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF).

References

- ANONYMUS, 2010: http://universal_lexikon.deacademic.com/71375/Deckfrucht, 13.02.2013.
- BAUFELD, P., 2009: *Diabrotica* - biology and spread. Journal Mais **36** No. 2 pp. 48-52.
- BOEGEL, C., 2012: <http://www.lfl.bayern.de/ips/pflanzengesundheit/27664/index.php>, 18.02.2013, 12:03.
- DEUKER, A., W. STINNER, N. RENSBERG, L. WAGNER AND H. E. HUMMEL, 2012: Regional risks for biogas production in Germany by the maize pest *Diabrotica v. virgifera*? Journal of Agricultural Science and Technology A **2** No. 6, 749-764.
- DLG, 1997: DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer, Hrsg.: Universität Hohenheim-Dokumentationsstelle, 7. erw. und überarb. Auflage – Frankfurt am Main, DLG-Verlag.
- EDWARDS, C. R. AND J. KISS, 2012: http://diabrotica.jki.bund.de/images/12_WCRMap2011_Final29212_2.jpg, 18.02.2013, 12:07.
- GUJER, H., 1997: Handbuch des Pflanzenbaus 1, Grundlagen der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion, Hrsg. Keller, E. R., Hanus, H., Heyland, K.-U. Stuttgart (Hohenheim) Ulmer, 566.
- HARTMANN, S., K. GEHRING AND M. ZELLNER, 2006: Pflanzliche Erzeugung, Grundlagen des Acker- und Pflanzenbaus der guten fachlichen Praxis, der Verfahrenstechnik - Produktions- und Verfahrenstechnik der Kulturpflanzen - Dauergrünland - Sonderkulturen - Nachwachsende Rohstoffe - Ökologischer Landbau - Feldversuchswesen - Naturschutz und Landschaftspflege; Hrsg. BLV Buchverlag, 12. Auflage, 2006, 729-731.
- JKI, 2013: <http://diabrotica.jki.bund.de/index/php?menuid=6>, 18.02.2013, 12:10.
- KELLER, E. R., H. HANUS AND K.-U. HEYLAND 1997: Handbuch des Pflanzenbaus 1, Grundlagen der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion, Stuttgart (Hohenheim) Ulmer, 566-590.
- KIRCHGESSNER, M., 1992: Tierernährung: Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis, 8. Auflage, DLG-Verlag, 125.
- LfULG, 2013: http://www.eva-verbund.de/fileadmin/user_upload/PDFs/Regionen/Roggen-Kartoffel-Region__SN_/Sudangras.pdf, 22.01.2013, 10:13.
- LOHNINGER, H., 2012: http://www.statistics4u.info/fundstat_germ/cc_quartile.html, 13.02.2013 12:04.
- WUDTKE, A., H. E. HUMMEL AND C. ULRICHS, 2005: Der Westliche Maiswurzelbohrer *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Col.: Chrysomelidae) auf dem Weg nach Deutschland. Gesunde Pflanzen **57**, 4, 73-80.
- ZEISE, K. AND M. FRITZ, 2011: http://www.biogas-forum-bayern.de/publikationen/Sorghum_als_Biogassubstrat_2_Auf-lage.pdf, S. 4; 13.02.2013, 11:10.