



## **Ergebnisse des Kulturarten- und Sortenvergleichs Energiepflanzen zur Nutzung des Rohstoffs in einer Biogasanlage (Sommersortiment)**

### 1. Versuchsziel

Als Ziel dieses Versuches wurde die Prüfung verschiedener Arten und Sorten von Energiepflanzen (Sommerungen) an repräsentativen Standorten in Baden-Württemberg hinsichtlich ihrer Biomasseleistung und -eigenschaften zur Nutzung als Rohstoff in der Biogasanlage definiert.

### 2. Versuchsbeschreibung

Der landesweit angelegte Versuch lief in den Jahren 2006 bis 2008 an vier Standorten in Baden-Württemberg. Eine kurze Beschreibung der Standortparameter kann der Tabelle 1 entnommen werden.

Tab. 1: Standortbeschreibung des Arten- und Sortenvergleichs in Baden-Württemberg

<b>Standort</b>	<b>Naturraum</b>	<b>Höhe ü. NN (m)</b>	<b>Niederschlag (mm) (langj. Mittel)</b>	<b>Jahrestemperatur (°C) (langj. Mittel)</b>	<b>Bodenart</b>	<b>Ackerzahl</b>
Rheinstetten-Forchheim	Geringe Rheinebene	117	742	10,1	IS	24-32
Ladenburg	Bessere Rheinebene	100	668	10,2	tL	84
Boxberg	Bauland	130	830	7,9	sL	34
Krauchenwies	Oberland	620	790	7,6	sL	52-56

Alle Versuche wurden aus Gründen der zur Verfügung stehenden Platzressourcen als Streifenanlagen mit drei nicht randomisierten Wiederholungen angelegt. Da für die Auswertung einer solchen Anlage mit mehreren Faktoren in PIAF kein geeignetes Modell zur Verfügung stand, war keine statistische Verrechnung der Rohdaten möglich, sodass die Ergebnisse nur in einfachen Mittelwertvergleichen berichtet werden können.

Aussaat, Pflege, Düngung und Pflanzenschutz erfolgten nach Vorgaben der Züchter bzw. nach den Grundsätzen des ordnungsgemäßen Pflanzenbaus. Die N-Düngung wurde auf Mineraldüngerbasis ausgebracht.

Abweichend davon wurde 2006 in Rheinstetten-Forchheim im Bereich der Sommerungen eine zweite Düngervariante mit Biogasgülle als erster N-Gabe und mineralischer Ergänzungsdüngung angelegt. In Rheinstetten war es zudem erforderlich, in allen Versuchsjahren zusätzlich zu beregnen.

Neben dem Kernsortiment, das in Tabelle 2 nachzulesen ist und das für alle vier Standorte gilt, wurde am Versuchsstandort Forchheim bei Mais und Sorghum (Zuckerhirse und Sudangras) ein erweitertes Sortiment geprüft und zusätzlich die Kulturarten Sonnenblumen und Amaranth in das Untersuchungsprogramm aufgenommen. Da es in den Einzeljahren aufgrund der Angebote der Züchterfirmen variierte und zudem vor allem bei Mais einen großen Umfang einnahm, wird an dieser Stelle auf eine Auflistung aller geprüften Sorten verzichtet. Diese können jedoch den jeweiligen Ertragstabellen entnommen werden.

Tab. 2: Kernsortiment der geprüften Kulturarten und Sorten

Kulturart		Sorte	Reifezahl	Züchter
Mais	1	Franz	S 220	IG Pflanzenzucht
	2	Gavott	S 250	KWS Mais GmbH
	3	Atendo	S 270	Saaten-Union GmbH
	4	Taranis	S 300	PAU/Euralis Saaten GmbH
Zuckerhirse	1	Super Sile 15	-	Caussade Saaten GmbH
	2	Super Sile 18	-	Caussade Saaten GmbH
	3	Super Sile 20	-	Caussade Saaten GmbH
Sudangras	1	Susu	-	Freudenberger Saaten
	2	Lussi	-	Caussade Saaten GmbH
Hafer	1	Dominik	Gelbhafer	IG Pflanzenzucht
	2	Samuel	Nackthafer	Groetzner Pflanzenzucht

Die Aussaat wurde standortangepasst durchgeführt. Vereinzelt traten witterungsbedingt Auflaufprobleme auf bzw. wurden Bestände durch Krähenfraß geschädigt, sodass neu ausgesät bzw. nachgesät werden musste.

Tab. 3: Aussaattermine (Kernsortiment)

Standort	Jahr	Mais	Zuckerhirse	Sudangras	Hafer
Rheinstetten-Forchheim	2006	28. April	11. Mai	11. Mai	23. März
	2007	19. April	22./23. Mai	22. Mai	13. März
	2008	26. April	13. Mai	13. Mai	28. März
Ladenburg	2006	03. Mai	15. Mai	15. Mai	20. März
	2007	19. April	21. Mai	21. Mai	13. März
	2008	26. April	14. Mai	14. Mai	25. Februar
Boxberg	2006	25. April	24. Mai	24. Mai	20. April
	2007	18. April	09. Juni	09. Juni	09. Juni (Erstsaat vom 15. März nicht auswertbar)
	2008	Keine Angaben			
Krauchenwies	2006	Keine Angaben			
	2007	24. April	25. Mai	25. Mai	16. März
	2008	Keine Angaben			

Der Erntezeitpunkt wurde bereits in der Planung mit festen Entwicklungsstadien verknüpft, sodass der Auswertung ein relativ einheitlicher und vergleichbarer Reifezeitpunkt zugrunde lag. Bei den meisten Kulturen war das die Milch- bis Teigreife der Körner, wobei während des Versuchszeitraums die Erkenntnis reifte, dass zukünftig eine Orientierung vor allem am Trockensubstanzgehalt der Pflanzen erfolgen sollte.

Neben der Erfassung von Ertragsdaten und TS-Gehalten wurden jährlich Bodenuntersuchungen auf Grundnährstoffe,  $N_{\min}$  vor der Saat und nach der Ernte sowie eine Untersuchung der Mineralstoffgehalte der Pflanzen veranlasst. Das Probematerial der Gesamtpflanzenernte wurde zudem der Weender Analyse zugeführt. Die in dieser Untersuchung quantifizierten Gehalte an Rohnährstoffen (Rohasche, Rohfaser, Rohfett, Rohprotein, N-freie Extraktstoffe) dienten als Berechnungsgrundlage für die kulturart- und sortenspezifischen Biogas- bzw. Methanerträge. Die Berechnung der theoretischen Ausbeuten erfolgte in Anlehnung an Schattauer, A. und Weiland, P. (2006): „Handreichung Biogasgewinnung und -nutzung“, Herausgeber FNR, S. 29-31.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Erträge und TS-Gehalte der orthogonal geprüften Kulturarten und Sorten

Das an allen vier Versuchsstandorten angebaute Mais- und Zuckerhirsesortiment wurde bezüglich des Reifegrades gestaffelt, sodass ein möglichst breites Anbauspektrum hinsichtlich der Bestandesetablierung, der Ausreife und der Biomasseleistung untersucht werden konnte. So kamen mit Taranis (Mais) und Super Sile 20 (Zuckerhirse) auch zwei jeweils sehr



spätreifende Sorten an kühleren Standorten zum Anbau; im Gegenzug dazu, um einen Vergleich ziehen zu können, Franz (Mais) und Super Sile 15 (Zuckerhirse) als frühreife Sorten an warmen Standorten in der Oberrheinebene.

Die Biomasseleistung an den einzelnen Versuchsstandorten ist in Tab. 4 nachzulesen. Die Maissorte Franz wurde 2006 nicht geprüft, Zuckerhirse und Sudangras ließen sich aufgrund von Kälteschäden im ersten Versuchsjahr in Krauchenwies nicht etablieren. 2008 erfolgte die Maisernte in Boxberg mit Ausnahme der frühen Sorte Franz so spät, dass TS-Gehalte um 60 % gemessen wurden. Diese Ergebnisse konnten in die Auswertung nicht aufgenommen werden.

Insgesamt erstaunlich ist die breite Streuung der Erträge, vor allem bei Mais. Aufgrund der hier vorliegenden Auswertungen kann man den Schluss ziehen, dass auch in kühleren Regionen Maissorten mit höherer Reifezahl für die Nutzung als Energiepflanze in Biogasanlagen anbauwürdig sind und Trockenmasseerträge erzielen, die denen in der Rheinebene nicht nachstehen. In Anbetracht einer direkten Abhängigkeit zwischen TM-Ertrag und Methangasausbeute sollte das Potenzial der Pflanzen genutzt werden.

Tab. 4: Biomasseerträge orthogonal geprüfter Kulturarten und Sorten

Jahr	Ort	Mais				Zuckerhirse			Sudangras		Hafer	
		Franz (S 220)	Gavott (S 250)	Atendo (S 290)	Taranis (S280)	Super Sile 15	Super Sile 18	Super Sile 20	Lussi	Susu	Dominik	Samuel
TM-Ertrag (in t/ha)												
2006	Boxberg	-	24,5	30,2	26,7	12,1	17,0	17,7	-	11,0	11,5	11,3
	Forchheim	-	17,8	21,7	21,4	12,2	20,0	16,1	24,6	18,1	7,0	6,7
	Krauchenwies	-	19,2	22,5	19,9	-	-	-	-	-	14,2	13,0
	Ladenburg	-	11,1	14,0	13,9	9,8	16,1	17,8	-	20,3	10,0	10,1
	<b>Mittel</b>	-	<b>18,1</b>	<b>22,1</b>	<b>20,5</b>	<b>11,4</b>	<b>17,7</b>	<b>17,2</b>	<b>24,6</b>	<b>16,5</b>	<b>10,7</b>	<b>10,3</b>
2007	Boxberg	-	20,3	24,5	23,9	5,8	10,6	8,1	-	12,2	4,0	5,1
	Forchheim	19,3	20,6	20,9	22,7	14,5	17,2	19,1	19,8	16,4	5,1	5,8
	Krauchenwies	22,1	25,4	25,0	-	12,4	16,9	16,7	13,1	-	13,8	13,5
	Ladenburg	16,0	16,4	18,3	-	10,9	14,6	14,1	17,7	13,2	6,4	6,5
	<b>Mittel</b>	<b>19,1</b>	<b>20,7</b>	<b>22,2</b>	<b>23,3</b>	<b>10,9</b>	<b>14,8</b>	<b>14,5</b>	<b>16,9</b>	<b>13,9</b>	<b>7,3</b>	<b>7,7</b>
2008	Boxberg	22,3	-	-	-	8,9	10,2	8,4	5,5	-	9,2	8,4
	Forchheim	21,2	20,9	-	26,1	17,0	20,2	19,6	17,4	16,8	5,4	5,7
	Krauchenwies	19,3	20,3	19,2	-	12,9	16,2	18,8	17,0	-	12,2	13,7
	Ladenburg	19,1	20,5	-	-	13,8	17,8	17,0	19,0	-	6,8	6,5
	<b>Mittel</b>	<b>20,5</b>	<b>20,6</b>	<b>19,2</b>	<b>26,1</b>	<b>13,2</b>	<b>16,1</b>	<b>15,9</b>	<b>14,7</b>	<b>16,8</b>	<b>8,4</b>	<b>8,6</b>



Als Erntezeitpunkt für Mais war das Entwicklungsstadium Siloreife vorgegeben. Optimal sind in dem Zusammenhang TS-Gehalte zwischen 30 und 35 % im Erntegut. In der Regel konnte diese Vorgabe auch eingehalten werden. Vereinzelt kam es jedoch zu einer verspäteten Beerntung.

Bei Zuckerhirse und Sudangras erwiesen sich die angestrebte Milchreife bzw. der Übergang zur Teigreife bzw. das Rispenschieben teilweise als zu früh. Die TS-Gehalte in Tabelle 5 belegen dies. Hier sind deutlich höhere Werte möglich, was gleichzeitig die Gefahr der Sickersaftbildung im Silo und den erhöhten Wassertransport auf der Straße verringern würde. Wie die Erfahrung auch aus Versuchen des bundesweit angelegten EVA-Projekts belegen, kann bei Sorghum ein TS-Gehalt von 28 % erreicht werden. Dieser Wert wird zugleich von verschiedenen Sorghumzüchtern in Deutschland als optimaler TS-Gehalt angegeben. Das damit verbundene Reifestadium entspricht der Teigreife der Körner.

Tab. 5: TS-Gehalte orthogonal geprüfter Kulturarten und Sorten

Jahr	Ort	Mais				Zuckerhirse			Sudangras		Hafer	
		Franz (S 220)	Gavott (S 250)	Atendo (S 290)	Taranis (S280)	Super Sile 15	Super Sile 18	Super Sile 20	Lussi	Susu	Dominik	Samuel
TS-Gehalt (in %)												
2006	Boxberg	-	36,7	34,6	33,7	23,1	21,6	20,8	-	15,6	30,6	28,0
	Forchheim	-	25,3	34,3	32,9	20,4	21,0	19,7	21,3	15,4	43,1	37,2
	Krauchenwies	-	31,5	26,8	25,1	-	-	-	-	-	44,6	35,4
	Ladenburg	-	31,8	31,2	39,0	21,4	22,3	23,5	-	17,9	30,7	27,8
	<b>Mittel</b>	-	<b>31,3</b>	<b>31,7</b>	<b>32,7</b>	<b>21,7</b>	<b>21,7</b>	<b>21,3</b>	<b>21,3</b>	<b>16,3</b>	<b>37,3</b>	<b>32,1</b>
2007	Boxberg	-	45,6	39,8	33,9	21,3	20,8	19,8	-	21,0	39,2	32,6
	Forchheim	32,8	34,5	34,5	34,1	27,1	23,9	26,6	31,7	23,2	36,1	32,2
	Krauchenwies	36,2	33,4	31,2	-	21,6	22,9	21,0	19,5	-	33,1	28,8
	Ladenburg	39,8	36,2	34,9	-	24,8	25,0	22,9	34,2	25,0	29,3	26,3
	<b>Mittel</b>	<b>36,3</b>	<b>37,4</b>	<b>35,1</b>	<b>34,0</b>	<b>23,7</b>	<b>23,1</b>	<b>22,6</b>	<b>28,4</b>	<b>23,1</b>	<b>34,4</b>	<b>30,0</b>
2008	Boxberg	36,6	-	-	-	27,6	25,3	22,7	28,5		46,2	41,0
	Forchheim	36,0	32,4	-	38,1	26,0	27,0	23,3	33,9	25,7	36,8	36,0
	Krauchenwies	46,2	43,2	43,1	-	22,9	22,6	21,5	23,7	-	36,7	42,1
	Ladenburg	40,9	42,2	-	-	24,1	22,3	21,4	23,8	-	40,3	34,5
	<b>Mittel</b>	<b>39,9</b>	<b>39,3</b>	<b>43,1</b>	<b>38,1</b>	<b>25,2</b>	<b>24,3</b>	<b>22,2</b>	<b>27,5</b>	<b>25,7</b>	<b>40,0</b>	<b>38,4</b>



### 3.2 Erträge und TS-Gehalte der am Standort Rheinstetten-Forchheim geprüften Kulturarten und Sorten

Neben dem an allen vier Versuchsstandorten in Baden-Württemberg geprüften Sortiment wurden bei Mais teilweise über 60 weitere Sorten in die Prüfung aufgenommen. Die Ergebnisse können im Einzelnen der Tabelle 6 entnommen werden.

Der über alle Jahre und Sorten erzielte mittlere Trockenmasseertrag lag bei 23,1 Tonnen je Hektar und Jahr. Das Maximum in der Einzelauswertung konnte die Sorte Poncho (Limagrain) im Jahr 2008 mit 30,2 Tonnen für sich verbuchen.

Bezüglich der Trockensubstanzgehalte wurden mittlere Werte von 34 % gemessen. Im ersten Versuchsjahr lagen sie aufgrund des vorgegebenen Erntezeitpunktes, der mit der Siloreife definiert wurde, etwas niedriger, wurden jedoch in den Folgejahren angepasst, indem die Ernte erst nach der Entnahme einer Probe zur TS-Bestimmung erfolgte.

Tab. 6: Mais: Trockenmasseertrag und TS-Gehalt (Standort Rheinstetten-Forchheim)

Sorte	Züchter	Reifezahl	TM-Ertrag (in t/ha)					TS-Gehalt (in %)				
			2006	2007	2008	Mittel		2006	2007	2008	Mittel	
						(2006-2008)	(2007-2008)				(2006-2008)	(2007-2008)
Subito	Saaten-Union	S 260	21,7	21,8	22,5	22,0	22,2	31,3	33,7	34,2	33,1	34,0
Seiddi	Caussade	S 280	22,6	20,3	24,6	22,5	22,5	35,1	33,1	32,2	33,5	32,7
Pardi	Caussade	S 350	25,8	23,0	26,0	24,9	24,5	34,0	34,0	37,3	35,1	35,7
Montoni	Saaten-Union	S 440	24,5	20,7	28,1	24,4	24,4	31,3	30,5	34,6	32,1	32,6
Maibi	Caussade	S 250	18,7	22,8	22,1	21,2	22,5	25,3	35,8	34,7	31,9	35,3
Kabanas	AgroMais	S 260	21,5	23,8	23,8	23,0	23,8	35,8	36,5	35,4	35,9	36,0
Gibsi	Caussade	S 400	24,6	20,5	26,0	23,7	23,3	33,2	32,6	38,5	34,8	35,6
Gavott	KWS	S 250	17,8	20,6	20,9	19,8	20,8	25,3	34,5	32,4	30,8	33,5
Franki	Caussade	S 280	22,8	21,4	24,6	22,9	23,0	34,0	35,0	31,9	33,6	33,5
Flavi	Caussade	S 250	17,7	21,1	22,3	20,4	21,7	23,9	34,1	32,2	30,1	33,2
Fangio	IG Pflanzenzucht	S 280	19,7	21,4	25,4	22,1	23,4	33,9	35,5	36,3	35,5	35,9
ES Charles	Euralis	S 260	19,2	23,6	23,1	21,9	23,4	33,8	34,7	35,9	34,8	35,3
DKC 5542	Monsanto/ De Kalb	S 340	25,6	22,2	27,7	25,1	25,0	32,2	31,6	35,4	33,0	33,5
Asteri	Caussade	S 240	17,1	19,6	22,9	19,9	21,3	26,3	35,2	33,7	31,7	34,5
Taranis	Euralis	S 280	21,4	22,7	26,1	23,4	24,4	32,9	34,1	38,1	35,1	36,1
Sundi	Caussade	S 450	-	23,7	28,3	-	26,0	-	29,1	32,5	-	30,8
PR 38 V12	Pioneer	S 280	-	23,3	25,6	-	24,4	-	37,0	37,5	-	37,3
PR 36 K67	Pioneer	S 350	-	20,3	25,6	-	23,0	-	33,1	37,9	-	35,5
PR 34 B39	Pioneer	S 450	-	21,5	27,0	-	24,2	-	29,8	38,0	-	33,9
Poncho	Limagrain	S 600	-	22,8	30,2	-	26,5	-	28,4	34,6	-	31,5
LG 34.40	Limagrain	S 320	-	21,5	23,4	-	22,5	-	30,9	36,9	-	33,9
KXA 6223	KWS	S 310	-	23,1	26,8	-	25,0	-	32,6	39,8	-	36,2
KXA 6221	KWS	S 310	-	23,4	24,9	-	24,1	-	32,8	37,4	-	35,1
Franz	IG Pflanzenzucht	S 220	-	19,3	21,2	-	20,2	-	32,8	36,0	-	34,4
Filippo	Agro Mais	S 240	-	23,0	22,1	-	22,6	-	35,8	32,9	-	34,3
Estori	Caussade	S 400	-	20,8	28,1	-	24,5	-	32,5	37,2	-	34,8
ES Paroli	Euralis	S 260	20,2	-	24,0	-	-	36,1	-	37,4	-	-
ES Imanol	Euralis	S 290	-	21,3	23,6	-	22,4	-	34,7	39,0	-	36,8
ES Beatle	Euralis	S 250	-	23,7	23,2	-	23,5	-	33,5	31,5	-	32,5

Tab. 6: Mais: Trockenmasseertrag und TS-Gehalt (Standort Rheinstetten-Forchheim), Fortsetzung

Sorte	Züchter	Reifezahl	TM-Ertrag (in t/ha)					TS-Gehalt (in %)				
			2006	2007	2008	Mittel		2006	2007	2008	Mittel	
						(2006-2008)	(2007-2008)				(2006-2008)	(2007-2008)
DKC 6022	Monsanto/ De Kalb	S 340	23,4	20,5	-	-	-	27,3	30,9	-	-	-
Crazi	Caussade	S 280	-	21,6	26,8	-	24,2	-	33,9	37,1	-	35,5
Codisco	IG Pflanzenzucht	S 260	-	22,1	23,4	-	22,8	-	33,0	35,6	-	34,3
Clariti	Caussade	S 280	-	22,0	26,7	-	24,4	-	33,7	35,8	-	34,8
Bridge	IG Pflanzenzucht	S 270	-	22,1	16,1	-	19,1	-	32,9	34,8	-	33,9
Bredero	Saaten-Union	S 230	-	20,1	20,4	-	20,3	-	29,8	33,3	-	31,6
Aletico	KWS	S 280	23,0	22,6	-	-	-	35,6	34,3	-	-	-
Atendo	Saaten-Union	S 290	21,7	20,9	-	-	-	34,3	34,5	-	-	-
Amara	KWS	S 270	-	23,3	24,7	-	24,0	-	34,6	35,5	-	35,1
Agro Kelvin	AgroMais	S 320	-	22,3	25,3	-	23,8	-	33,1	37,5	-	35,3
Agro Gas	AgroMais	S 280	-	21,9	25,0	-	23,4	-	33,0	35,2	-	34,1
Sumaris	Saaten-Union	S 260	-	-	24,4	-	-	-	-	37,0	-	-
SUM 1487	Saaten-Union	S 260	-	-	26,2	-	-	-	-	37,6	-	-
SUM 1459	Saaten-Union		-	22,8	-	-	-	-	33,7	-	-	-
SUM 1292	Saaten Union	S 280	-	20,8	-	-	-	-	33,1	-	-	-
SM 60160	Farmsaat	S 270	-	-	23,2	-	-	-	-	33,6	-	-
PR 39 W45	Pioneer		-	20,0	-	-	-	-	35,8	-	-	-
PR 39 F58	Pioneer		-	23,0	-	-	-	-	35,5	-	-	-
PR 32 F73	Pioneer	S 450	-	-	26,7	-	-	-	-	36,2	-	-
PR 31 D24	Pioneer	S 500	-	-	27,0	-	-	-	-	31,1	-	-
Ornella	Maisadour	S 250	21,1	-	-	-	-	31,7	-	-	-	-
NX 170 66	Syngenta	S 260	-	-	25,5	-	-	-	-	37,3	-	-
NK Magitop	Syngenta	S 240	18,7	-	-	-	-	26,2	-	-	-	-
NK Lemoro	Syngenta	S 320	-	21,5	-	-	-	-	33,0	-	-	-
Moby	Farmsaat	S 250	-	-	22,1	-	-	-	-	31,9	-	-
MAS 33.A	Maisadour	S 280	-	-	26,3	-	-	-	-	37,4	-	-
Lucatoni	KWS	S 390	-	21,0	-	-	-	-	32,5	-	-	-
LG 35.20	Limagrain	S 350	-	-	25,3	-	-	-	-	34,8	-	-
LG 33.91	Limagrain	S 300	-	-	24,4	-	-	-	-	38,8	-	-
KXA 8231	KWS	S 290	-	-	25,7	-	-	-	-	33,0	-	-
KXA 8230	KWS	S 290	-	-	25,7	-	-	-	-	32,9	-	-
KXA 8228	KWS	S 280	-	-	27,3	-	-	-	-	34,5	-	-
KXA 8227	KWS	S 270	-	-	25,6	-	-	-	-	34,6	-	-
KXA 8224	KWS	S 290	-	-	25,5	-	-	-	-	36,0	-	-
KXA 7382	KWS	S 300	-	-	26,3	-	-	-	-	38,5	-	-
KXA 7262	KWS		-	24,0	-	-	-	-	37,2	-	-	-
KXA 7256	KWS		-	23,5	-	-	-	-	34,6	-	-	-
KXA 7255	KWS		-	21,6	-	-	-	-	32,9	-	-	-
KXA 7254	KWS		-	21,7	-	-	-	-	32,9	-	-	-
KXA 7251	KWS	S 280	-	-	27,7	-	-	-	-	36,3	-	-
KXA 6229	KWS	S 270	-	-	26,3	-	-	-	-	34,9	-	-
KXA 5251	KWS	S 350	27,5	-	-	-	-	32,2	-	-	-	-
KXA 5243	KWS	S 400	20,9	-	-	-	-	28,9	-	-	-	-
KXA 5233	KWS	S 300	22,4	-	-	-	-	32,7	-	-	-	-



Tab. 6: Mais: Trockenmasseertrag und TS-Gehalt (Standort Rheinstetten-Forchheim), Fortsetzung

Sorte	Züchter	Reifezahl	TM-Ertrag (in t/ha)					TS-Gehalt (in %)				
			2006	2007	2008	Mittel		2006	2007	2008	Mittel	
						(2006-2008)	(2007-2008)				(2006-2008)	(2007-2008)
Fiacre	AgroMais	S 350	23,5	-	-	-	-	35,4	-	-	-	-
Farmflex	Farmsaat	S 260	-	-	23,9	-	-	-	-	37,5	-	-
ES Fortress	Euralis	S 290	-	-	23,4	-	-	-	-	39,2	-	-
ES Benito	Euralis	S 350	22,4	-	-	-	-	33,1	-	-	-	-
EGZ 6351	Euralis	S 300	-	22,1	-	-	-	-	34,4	-	-	-
DKC 4604	Monsanto/De Kalb	S 370	-	-	24,7	-	-	-	-	40,4	-	-
Delta Star	Euralis	S 240	-	20,3	-	-	-	-	35,2	-	-	-
Deco	KWS	S 280	-	22,6	-	-	-	-	33,1	-	-	-
CSM 6523	Caussade-Saaten	S 280	-	-	21,9	-	-	-	-	32,1	-	-
CSM 5705	Caussade-Saaten	S 350	-	-	26,9	-	-	-	-	42,2	-	-
CSM 4708	Caussade-Saaten	S 350	21,5	-	-	-	-	32,7	-	-	-	-
Busti CS	Caussade-Saaten	S 260	-	-	16,7	-	-	-	-	36,8	-	-
Bukari	Maisadour	S 380	22,2	-	-	-	-	37,0	-	-	-	-
Beatus	AgroMais	S 260	20,9	-	-	-	-	36,6	-	-	-	-
Baxter	Syngenta	S 320	21,8	-	-	-	-	32,6	-	-	-	-
Amandha	AgroMais	S 320	22,3	-	-	-	-	32,0	-	-	-	-
Agromax	AgroMais	S 240	16,9	-	-	-	-	25,2	-	-	-	-

Bei Zuckerhirse liegt der mittlere TM-Ertrag, gemessen über den Versuchszeitraum, bei 18 Tonnen, bei Sudangras bei 17 Tonnen je ha (Tab. 7). Im Sortenvergleich war bei Zuckerhirse mit maximal 26 t TM/ha eine um etwa 6 Tonnen höhere Biomasseleistung möglich als bei Sudangras, was zugleich auf das hohe Potenzial dieser Kulturart hinweist, das im Bereich ertragreicher Maissorten liegt. Die Trockensubstanzgehalte können mit 24 bis 25 % im Mittel noch nicht als optimal eingeschätzt werden. In diesem Bereich muss zukünftig mit der Ernte noch etwas zugewartet werden. Der optimale Erntetermin liegt bei 28 % TS.

Tab. 7: Sorghum: Trockenmasseertrag und TS-Gehalt (Standort Rheinstetten-Forchheim)

Sorte	Art	TM-Ertrag (in t/ha)					TS-Gehalt (in %)				
		2006	2007	2008	Mittel		2006	2007	2008	Mittel	
					(2006-2008)	(2007-2008)				(2006-2008)	(2007-2008)
Zsofie	Zuckerhirse	-	-	10,5	-	-	-	-	26,5	-	-
Autan	Zuckerhirse	-	12,5	-	-	-	-	21,4	-	-	-
Alföldi	Zuckerhirse	-	-	14,5	-	-	-	-	28,1	-	-
Super Sile 15	Zuckerhirse	12,2	14,5	17,0	14,6	15,8	20,4	27,1	26,0	24,5	26,6
GK Emese	Zuckerhirse	-	-	14,6	-	-	-	-	28,4	-	-
Srem	Zuckerhirse	-	15,5	-	-	-	-	36,6	-	-	-
ZH SZ-06-AD	Zuckerhirse	-	15,9	-	-	-	-	23,5	22,5	-	23,5



Tab. 7: Sorghum: Trockenmasseertrag und TS-Gehalt (Standort Rheinstetten-Forchheim), Fortsetzung

Sorte	Art	TM-Ertrag (in t/ha)					TS-Gehalt (in %)				
		2006	2007	2008	Mittel		2006	2007	2008	Mittel	
					(2006-2008)	(2007-2008)				(2006-2008)	(2007-2008)
Gardevan	Zuckerhirse	-	-	16,5	-	-	-	-	34,3	-	-
GK Csaba	Zuckerhirse	-	-	17,0	-	-	-	-	26,3	-	-
Bovital	Zuckerhirse	-	16,8	17,4	-	17,1	-	24,9	29,7	-	27,3
SFB-004	Zuckerhirse	-	17,1	-	-	-	-	21,5	-	-	-
ZH SZ-06-D	Zuckerhirse	-	17,1	-	-	-	-	21,0	-	-	-
Rona	Zuckerhirse	19,4	15,4	-	-	-	21,6	18,9	-	-	-
ZH SZ 06-E	Zuckerhirse	-	17,9	-	-	-	-	22,5	-	-	-
Rona 1	Zuckerhirse	-	17,6	18,7	-	18,2	-	21,4	25,5	-	23,5
Super Sile 20	Zuckerhirse	16,1	19,1	19,6	18,3	19,4	19,7	26,6	23,3	23,2	25,0
KSH 6016	Zuckerhirse	-	-	18,4	-	-	-	-	22,0	-	-
SSF-055	Zuckerhirse	-	19,1	-	-	-	-	24,8	-	-	-
Susu long	Zuckerhirse	-	19,1	-	-	-	-	21,6	-	-	-
Super Sile 18	Zuckerhirse	20,0	17,2	20,2	19,1	18,7	21,0	23,9	27,0	24,0	25,5
ZH FA-03	Zuckerhirse	-	20,0	-	-	-	-	22,8	-	-	-
Ciker	Zuckerhirse	-	20,3	-	-	-	-	28,2	-	-	-
SSF-050	Zuckerhirse	-	22,0	-	-	-	-	30,8	-	-	-
Biomasse H 133	Zuckerhirse	-	-	22,5	-	-	-	-	30,2	-	-
Goliath	Zuckerhirse	-	22,7	23,9	-	23,3	-	32,5	29,5	-	31,0
Sucro Sorgo 506	Zuckerhirse	24,5	25,7	25,8	25,3	25,8	22,5	28,0	27,3	26,0	27,7
Akklimat	Sudangras	16,1	11,7	13,8	13,9	12,8	15,7	21,3	27,0	21,3	24,2
Susu	Sudangras	18,1	14,9	16,8	16,6	15,9	15,4	20,4	25,7	20,5	23,1
GK CS ABA	Sudangras	18,2	15,4	-	-	-	15,7	23,2	-	-	-
Latte	Sudangras	-	-	20,2	-	-	-	-	29,6	-	-
Lussi	Sudangras	24,6	19,8	17,4	20,6	-	21,3	31,7	33,9	28,9	32,8



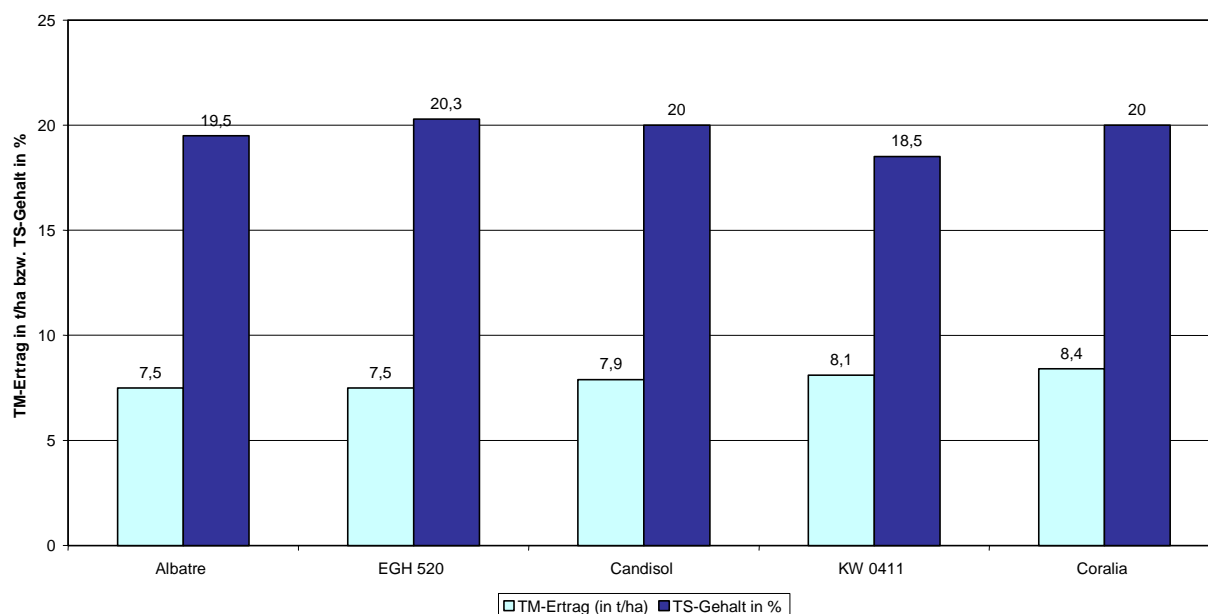


Abb. 1: Sonnenblumen: Trockenmasseertrag und TS-Gehalt (Standort Rheinstetten-Forchheim, 2006)

Die Züchtung arbeitet momentan auch an der Bereitstellung öl- und biomasseertragreicher Sonnenblumensorten für Biogasanlagen. Im Jahr 2006 wurden fünf speziell für diesen Verwendungszweck ausgewählte Sorten in den Arten- und Sortenvergleich am Standort Rheinstetten-Forchheim aufgenommen. Mit knapp 9 t TM/ha kann diese Kulturart derzeit jedoch nicht in Konkurrenz mit Mais oder Sorghum treten (Abb. 1). Auch die TS-Gehalte sind für eine sickersaftarme Silierung zu niedrig. Da aussichtsreichere Züchtungen seinerzeit nicht auf dem Markt waren, wurde auf diese Versuchsvariante in den Folgejahren verzichtet.

Der wärmeliebende und trockenheitsverträgliche Amaranth ist aus den Versuchen zur Körneramaranthnutzung in Rheinstetten-Forchheim seit langem bekannt. Aus diesen Arbeiten weiß man auch, dass sich einige langstrohige Sorten und Stämme für die Biomasseproduktion eignen könnten. Der Körneramaranth-Züchter in Österreich, Dr. Dobos, stellte für diesen Versuch vielversprechende Herkünfte aus seinem Zuchtgarten zur Verfügung. Zum Vergleich wurde die einzige in Deutschland zugelassene Sorte Bärnkrafft angebaut.

Die Erträge und die Trockensubstanzgehalte, die das Potenzial von Mais noch nicht erreichen, aber deutlich über dem von Sonnenblumen liegen, sind in Tabelle 8 dargestellt.

Tab. 8: Amaranth: Trockenmasseertrag und TS-Gehalt (Standort Rheinstetten-Forchheim)

Sorte	Art	TM-Ertrag (in t/ha)			TS-Gehalt (in %)		
		2006	2007	2008	2006	2007	2008
Z26/06	Amaranth	-	13,24	-	-	22,3	-
Bärnkrafft	Amaranth	14,17	-	-	24,2	-	-
Z11/05	Amaranth	15,04	-	-	24,9	-	-

Tab. 8: Amaranth: Trockenmasseertrag und TS-Gehalt (Standort Rheinstetten-Forchheim), Fortsetzung

		TM-Ertrag (in t/ha)			TS-Gehalt (in %)		
		2006	2007	2008	2006	2007	2008
Z22LI/06	Amaranth	-	16,02	-	-	22,8	-
Z25/06	Amaranth	-	16,46	-	-	22,5	-
E 02/07	Amaranth	-	-	23,50	-	-	22,1

### 3.3 Biogas- und Methangaserträge

Die Gesamtauswertung der Biogas- und Methangaserträge der einzelnen Kulturarten und Sorten steht im Standortvergleich noch aus. An dieser Stelle soll vorab zunächst auf die bereits vorhandenen Ergebnisse aus dem Jahr 2006 und teilweise aus 2007 vom Standort Rheinstetten-Forchheim eingegangen werden.

Abbildung 2 zeigt Minimum und Maximum der mit den Kulturarten Mais, Sudangras, Zuckerhirse, Sonnenblumen, Hafer und Amaranth erzielten Methangaserträge im Jahr 2006.

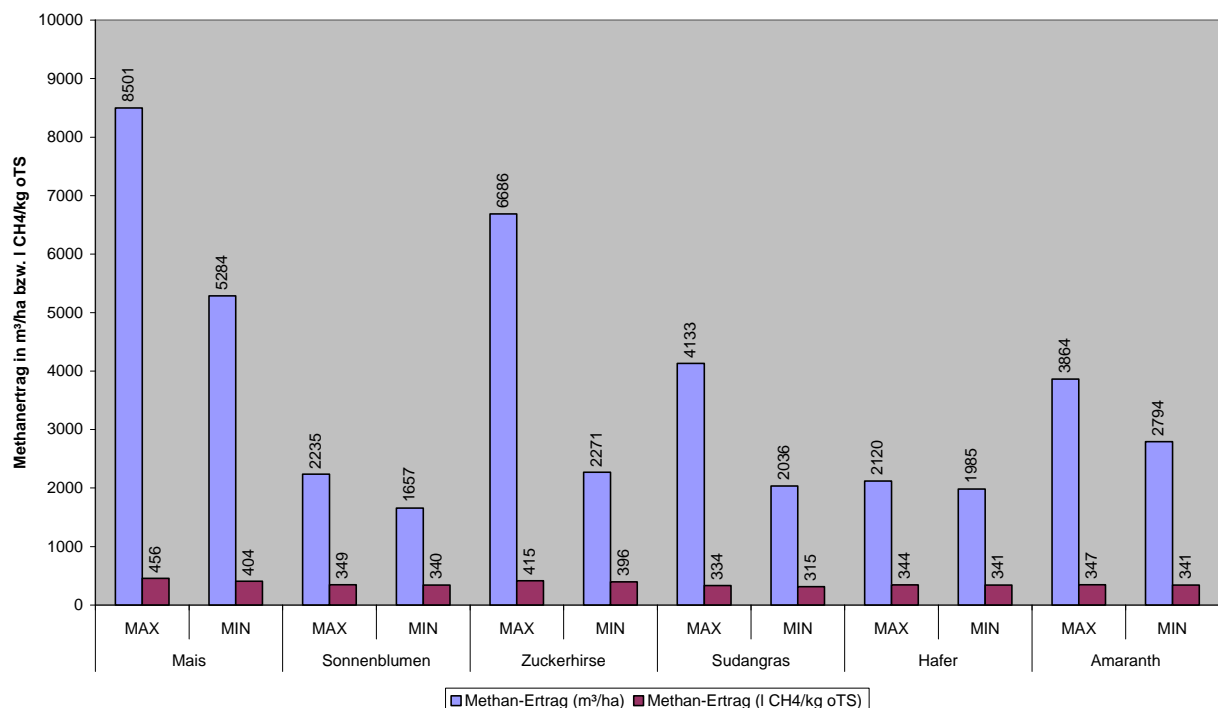


Abb. 2: Erzielbare Gaserträge verschiedener Kulturpflanzen am Standort Forchheim (Ernte 2006)



Die bereits berechneten Daten aus dem Jahr 2007 für Mais und Zuckerhirse bestätigen die hohen Werte aus dem Vorjahr. Methanerträge für ertragreiche Maissorten von knapp 8000 m<sup>3</sup>/ha und für Zuckerhirse von 6000 m<sup>3</sup>/ha scheinen in der Praxis also bereits durchaus realisierbar zu sein.

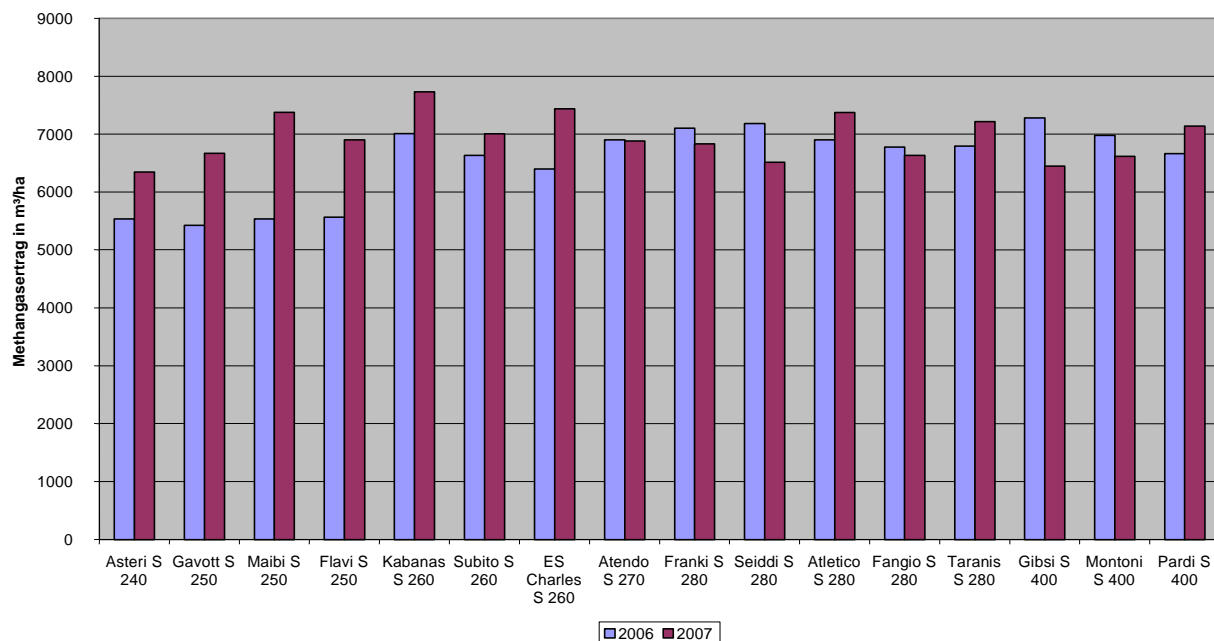


Abb. 3: Methangaserträge bei Mais (Standort Forchheim, 2006 und 2007)

Sonnenblumen wurden im Arten- und Sortenvergleich ausschließlich am Standort Rheinstetten-Forchheim und nur einjährig geprüft, da die Erträge nach dem ersten Versuchsjahr zeigten, dass die derzeit zur Verfügung stehenden Sorten gegenüber Mais und Sorghum nicht konkurrenzfähig sind. Hier bedarf es erst weiterer Züchtungsarbeit, um leistungsfähiges Material für die Nutzung in Biogasanlagen zur Verfügung stellen zu können.

Aus diesem Grund kann auch der Vergleich Biomasseertrag - Methangasertrag bereits abschließend betrachtet werden, da die Werte für die Weender Analyse aus dem Jahr 2006 für die Auswertung bereits zur Verfügung stehen und dreijährige Ergebnisse nicht vorliegen. Mit einem Wert für R<sup>2</sup>, der bei knapp 0,6 liegt (Abb. 4), kann man bei Sonnenblumen nicht wie bei den meisten anderen Kulturarten von einer engen Abhängigkeit von Biomasseertrag und Gasausbeute sprechen, hier liegt doch eine relativ große Streuung der Daten vor, die allerdings auch der einjährigen Betrachtung geschuldet sein könnten. Der niedrige Wert könnte wiederum ein Hinweis darauf sein, dass die Umsetzung der Inhaltsstoffe zu Methangas bei Sonnenblumen auf einem höheren Niveau abläuft als beispielsweise bei Mais, was möglicherweise auf den hohen Fettanteil im Erntegut zurückzuführen ist. Um dies jedoch abschließend beurteilen zu können, wären weitere Versuchsjahre, -ergebnisse und Gärversuche nötig.

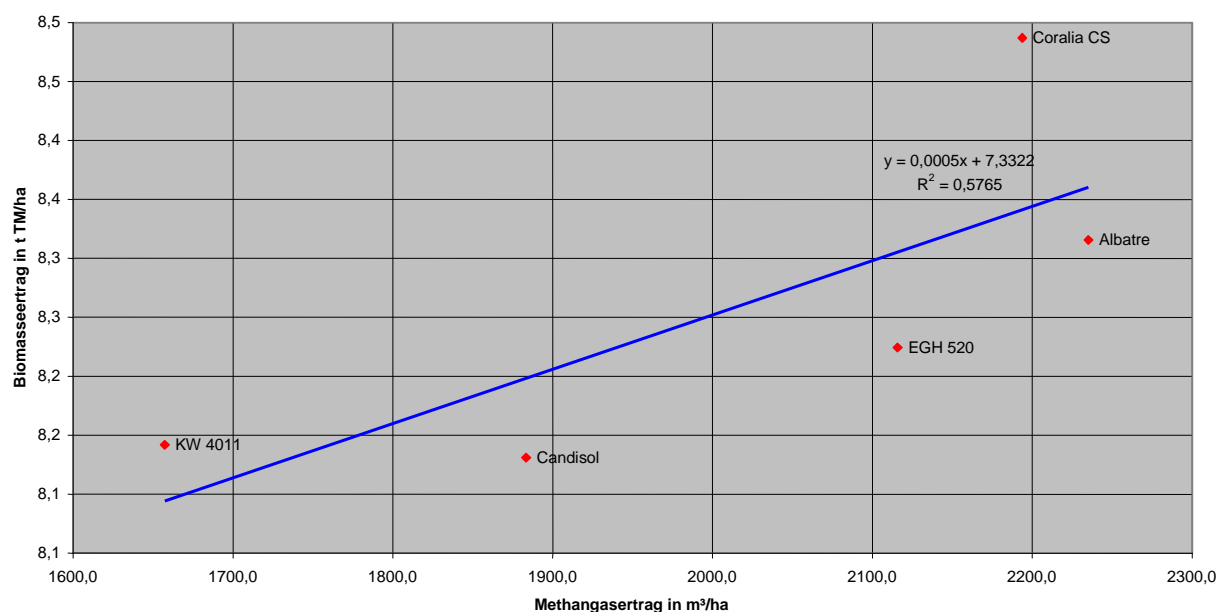


Abb. 4: Methangaserträge bei Sonnenblumen (Standort Rheinstetten-Forchheim, 2006)

### 3.4 Bonituren

Nachfolgend sollen einige Boniturergebnisse der Hauptkulturarten Mais, Zuckerhirse und Sudangras veröffentlicht werden. Die Gesamtübersicht wird dem Heft „Biogas“ aus der Reihe „Informationen für die Pflanzenproduktion“ zu entnehmen sein.

Bei Mais wurde im Versuchszeitraum 2006 bis 2008 eine breite Sortenpalette geprüft, die im Bereich der Reifezahlen S 220 (Franz) und S 600 (Poncho) angesiedelt war. Die mittlere Pflanzenlänge lag dabei am Standort Rheinstetten-Forchheim bei 3,11 Meter, das Minimum bei 2,77, das Maximum bei 3,55 m.

Ein Zusammenhang zwischen Wuchshöhe zum Erntezeitpunkt und dem Trockenmasseertrag war allerdings nicht zu erkennen.  $R^2$  liegt bei nur 0,2 (Abb. 5), was verdeutlicht, dass hier keine direkte Abhängigkeit der beiden Parameter vorliegt. Bei Hafer, Amaranth und Sonnenblumen sind die Werte für  $R^2$  zwar etwas höher, mit etwa 0,6 jedoch ebenfalls nicht geeignet, von einem Bezug der Faktoren zueinander zu sprechen.

Auch bei Sorghum ist eine direkte Abhängigkeit zwischen mittlerem Gesamtpflanzenenertrag je Hektar und Pflanzenlänge unter Einbezug aller geprüften Sorten zum Zeitpunkt der Ernte nicht gegeben.  $R^2$  liegt hier bei 0,57. Jedoch fällt auf, dass die drei ertragsstärksten Sorten Sucro Sorgo 506, Goliath und Biomasse H 133 auch die größte Wuchshöhe erreichen und überdies kaum bzw. gar nicht lageranfällig sind (Tabelle 9).

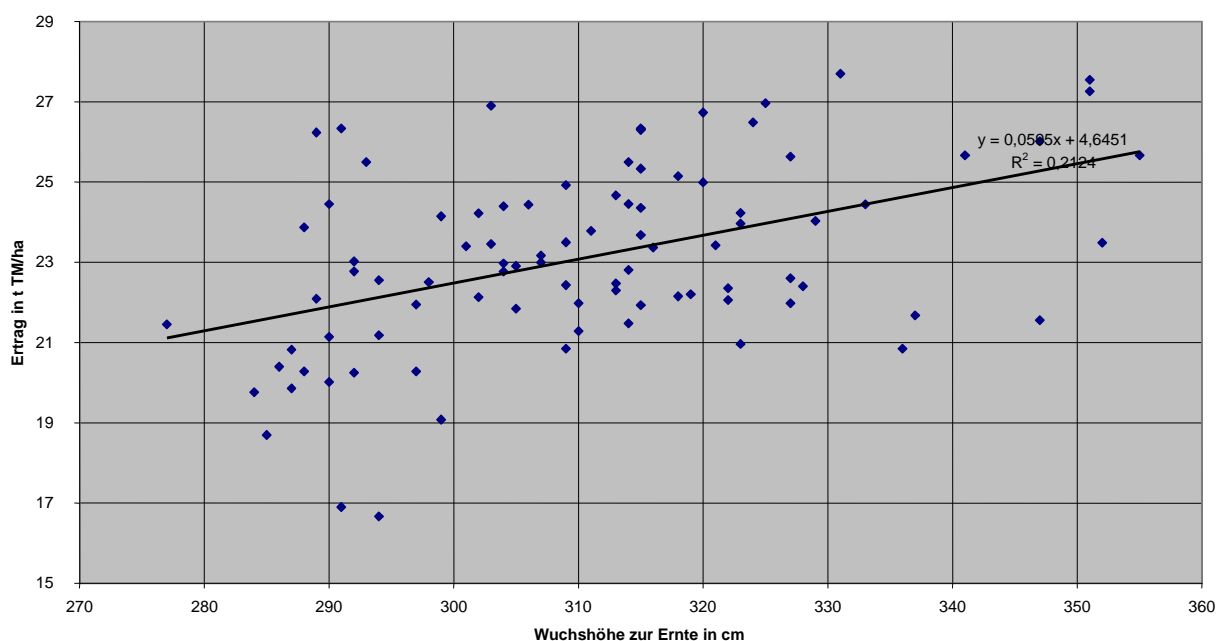


Abb. 5: Abhängigkeit von Wuchshöhe und TM-Ertrag bei Mais (Standort Rheinstetten-Forchheim, Mittel über drei Jahre)

Tab. 9: Bonitur Lager bei Sorghum (Standort Rheinstetten-Forchheim)

Sorte	Art	Boniturnote		
		2006	2007	2008
Zsofie	Zuckerhirse	-	-	1
Autan	Zuckerhirse	-	1	-
Alföldi	Zuckerhirse	-	-	1
Super Sile 15	Zuckerhirse	-	1	1
GK Emese	Zuckerhirse	-	-	1
Srem	Zuckerhirse	-	1	-
ZH SZ-06-AD	Zuckerhirse	-	1	-
Gardevan	Zuckerhirse	-	-	1
GK Csaba	Zuckerhirse	-	-	3
Bovital	Zuckerhirse	-	1	2
SFB-004	Zuckerhirse	-	5	-
ZH SZ-06-D	Zuckerhirse	-	1	-
Rona	Zuckerhirse	-	1	-
ZH SZ 06-E	Zuckerhirse	-	1	-
Susu	Zuckerhirse	1	1	3
Rona 1	Zuckerhirse	-	1	1
Super Sile 20	Zuckerhirse	-	1	1

Tab. 9: Bonitur Lager bei Sorghum (Standort Rheinstetten-Forchheim), Fortsetzung

Sorte	Art	Boniturnote		
		2006	2007	2008
KSH 6016	Zuckerhirse	-	-	5
SSF-055	Zuckerhirse	-	2	-
Susu long	Zuckerhirse	-	1	-
Super Sile 18	Zuckerhirse	-	1	1
ZH FA-03	Zuckerhirse	-	1	-
Ciker	Zuckerhirse	-	3	-
SSF-050	Zuckerhirse	-	1	-
Biomasse H 133	Zuckerhirse	-	-	1
Goliath	Zuckerhirse	-	3	1
Sucro Sorgo 506	Zuckerhirse	-	1	1
Akklimat	Sudangras	1	2	3
Susu	Sudangras	1	1	3
GK CS ABA	Sudangras	1	2	-
Latte	Sudangras	-	-	2
Lussi	Sudangras	1	4	3

#### 4. Zusammenfassung

In einem an vier repräsentativen Standorten in Baden-Württemberg angelegten Versuch wurden in drei Versuchsjahren je vier Maissorten unterschiedlicher Reifezahl, drei Zuckerhirse-, eine Sudangras- und zwei Hafersorten im Hinblick auf ihre Eignung als Rohstoff für die Biogasanlage geprüft. Am Standort Rheinstetten-Forchheim bestand überdies die Möglichkeit eines erweiterten Sortenvergleichs in diesem Kontext. Das Hauptaugenmerk lag in der Ertragsleistung und dem erzielbaren Methanertrag.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Mais im Versuchszeitraum an allen Standorten die leistungsstärkste Kultur war und damit seine Funktion als Leitkultur in diesem Bereich bestätigte. Allerdings stehen mit den neuen Sorghum-Züchtungen Sorten für den Anbau zur Verfügung, die vor allem, aber nicht ausschließlich an warmen Standorten ein hohes Ertragspotenzial aufweisen und den leistungsstarken Maissorten auch in kühleren Anbaugebieten kaum noch nachstehen, wenn sie etabliert werden können. Darüber hinaus könnten sie eine Rolle spielen als Sanierungspflanzen in Gebieten mit auftretendem Maiswurzelbohrer. Nach derzeitigem Wissensstand zählt weder Zuckerhirse noch Sudangras zu den Wirtspflanzen des Schädling.

Hafer konnte sein Leistungspotenzial lediglich auf dem Versuchsfeld in Krauchenwies voll ausschöpfen. In der warmen und sommertrockenen Rheinebene wurde lediglich die Hälfte des möglichen Biomasseertrags realisiert.

Die theoretisch erzielbaren Gaserträge korrelieren direkt mit den Biomasseerträgen. Steigende Gesamtpflanzenenerträge bedeuten deshalb gleichzeitig steigende Biogas- bzw. Methangaserträge. Das Niveau ist dabei kulturartspezifisch differenziert zu betrachten.

Der Arten- und Sortenvergleich (Sommerungen) konnte zeigen, dass für eine Nutzung als Rohstoff in Biogasanlagen an allen Standorten geeignete Kulturarten und Sorten zur Verfügung stehen. Die züchterische Entwicklung im Bereich Sorghum lässt zudem erwarten, dass die Entwicklung im Bereich Alternativkulturen zu Energiemais weiter voranschreiten wird.

#### **IMPRESSUM**

Herausgeber:

Landwirtschaftliches Technologiezentrum  
Augustenberg (LTZ)  
Neßlerstr. 23-31  
76227 Karlsruhe

Tel.: 0721 / 9468-0

Fax: 0721 / 9468-209

eMail: [poststelle@ltz.bwl.de](mailto:poststelle@ltz.bwl.de)

Internet: [www.ltz-augustenberg.de](http://www.ltz-augustenberg.de)

Bearbeitung und Redaktion:

LTZ Augustenberg, Außenstelle Rheinstetten-Forchheim  
Kerstin Stolzenburg, Heike Kuzner, Andreas Monkos,  
Hermann Bruns

Stand: September 2009

