



Sorghum für Biogas

Bayernweiter Sortenvergleich - Versuchsergebnisse 2010



Ergebnisse aus Versuchen des Technologie- und Förderzentrums (TFZ) Straubing in Zusammenarbeit mit der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft und den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Sachgebiet 2.1 P)

1) Allgemeines

Der Versuchsbericht stellt die Ergebnisse in kompakter Form dar. Neben allgemeinen Informationen zum Anbau von Sorghum in Bayern enthält er die Beschreibung der Versuchsstandorte, des Versuchsdesigns und der Anbaubedingungen 2010. Die ein- und mehrjährigen Ergebnisse an den einzelnen Standorten und im Mittel Bayerns werden tabellarisch oder als Grafik präsentiert und kurz erläutert. Die Sortierung der Sorten erfolgte hier absteigend nach Grünmasseerträgen. Der Abschnitt Zusammenfassung enthält ein Resümee über die Eignung des bisher geprüften Materials unter bayerischen Anbaubedingungen.

Die statistische Verrechnung der Ergebnisse wurde von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Abteilung Versuchswesen und Biometrie durchgeführt. Sie entspricht im Wesentlichen der für die Landessortenversuche für Mais üblichen Vorgehensweise. Die unterschiedliche Anzahl von Versuchsstandorten/Prüfjahren oder der Ausfall von Wiederholungen wird durch Adjustierung ausgeglichen. Damit sind die Sorten untereinander vergleichbar. Jedes Jahr geht mit dem gleichen Gewicht in das mehrjährige Mittel ein. Sorten, die in den Darstellungen mit dem gleichen Buchstaben gekennzeichnet sind, lassen sich auf dem Niveau von 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit nicht unterscheiden.

2) Sorghumanbau für Biogasanlagen

Der Fokus des Sorghumanbaus in Deutschland liegt auf seinem Einsatz als Substrat für Biogasanlagen, um hier den Mais sinnvoll zu ergänzen.

Sortenwahl: Das Sortiment dafür geeigneter Sorten umfasst Vertreter der Arten *S. bicolor* und *S. sudanense* sowie die interspezifischen Zuchthybriden *S. bicolor* x *S. sudanense*. Von *S. bicolor* und *S. bicolor* x *S. sudanense* sind mittelfrühe, mittelspäte und späte Sorten verfügbar. Eine ausgesprochen frühe Sorte findet sich bislang nur unter den *S. bicolor* x *S. sudanense* Hybriden. Bei einschnittig genutztem *S. sudanense*-Material bedingt die fortlaufende Bestockung dieser Art bis weit in den Herbst hinein häufig unterdurchschnittliche Trockensubstanzgehalte. Um eine sichere Konservierung zu gewährleisten, wird ein Trockensubstanzgehalt von 28 bis 32 % im Erntegut angestrebt. Die massewüchsigen mittelspäten und späten Sorten aller Arten kommen nur auf ausgesprochen warmen Standorten dem angestrebten TS-Gehalt nahe. Für die meisten Anbauggebiete sind aus diesem Grund die etwas ertragsschwächeren frühen und mittelfrühen Sorten zu bevorzugen. Es sollte beachtet werden, dass Sorghum erst mit Beginn des Rispschiebens Trockensubstanzgehalte über 20 % erreicht.

Anbauhinweise: Kalte und staunasse Standorte sind unbedingt zu meiden, ansonsten werden keine besonderen Bodenansprüche gestellt. Sorghum verträgt Trockenheit besser als der Mais, ist aber noch kälteempfindlicher, was seiner verfügbaren Vegetationszeit unter bayerischen Verhältnissen sehr enge Grenzen setzt. Sorghum ist mit sich selbst verträglich. Spätere Sorten stehen in Hauptfruchtstellung gewöhnlich nach Schwarzbrache/(Senf)Gründüngung, frühere in Zweitfruchtstellung nach Wintergetreide, das spätestens Anfang Juni als GPS-Getreide geerntet wird. Sorghum verfügt über ein gutes Nährstoffaneignungsvermögen, so dass unter Anrechnung der N_{\min} -Gehalte eine Stickstoffversorgung von insgesamt 120 bis 150 kg N/ha in der Regel ausreichend ist. Organische Dünger, wie Stallmist, Gülle, Jauche und Gärrest, werden gut verwertet. Wegen seiner zögerlichen Jugendentwicklung ist eine Unkrautbekämpfung meist unverzichtbar. Zur chemischen Behandlung im Nachauflauf (ab BBCH 13) sind Arrat, Bromoxynil 235/Certrol B, Gardo Gold/Primagram Gold, Stomp Aqua und Mais Banvel WG (Stand: Januar 2011) zugelassen. Nach dem derzeitigen Wissensstand ist Sorghum keine Wirtspflanze für den Westlichen Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera virgifera*). Der Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) befällt Sorghum weniger als Mais. Im Versuchsanbau wurden regelmäßig Blattläuse und Helminthosporium-Blattflecken (*H. turcicum*) festgestellt, jedoch ohne wirtschaftlichen Schaden zu verursachen.

Aussaat: Es kann die übliche Anbaukombination zur Saatbettbereitung verwendet werden. Allerdings sind die Ansprüche von Sorghum an einen gut abgesetzten Boden mit feinkrümeligem Saatbett deutlich höher als bei Mais. Für ein gleichmäßiges rasches Auflaufen sollte die Bodentemperatur mindestens 12 °C betragen. Mit Ausnahme der wärmsten Regionen Bayerns ist eine Aussaat erst ab Mitte Mai bis spätestens zum 20. Juni ratsam. Für *S. bicolor*-Sorten wird eine Saatstärke von 20 bis 25 keimfähigen Körnern/m² und für *S. bicolor* x *S. sudanense* und *S. sudanense*-Sorten von 35 bis 40 keimfähigen Körnern/m² empfohlen. Die Saattiefe beträgt 3 bis 4 cm, bei Trockenheit eher tiefer. Geeignete Reihenweiten liegen zwischen 25 bis 50 cm. Eine Drillsaat ist ausreichend.

Ernte: Sorghum wird mit der für Mais üblichen Häckseltechnik geerntet. Das Häckselgut kann problemlos siliert werden.

3) Versuchsstandorte 2010



Abbildung 1: Lage der Versuchsstandorte im bayernweiten Sortenvergleich

Tabelle 1: Bayernweiter Sortenvergleich – Standortkennwerte und Versuchsbedingungen 2010

Standorte	Euerhausen	Straubing	Neuhof	Almesbach
Kennwerte				
Region	Fränkisches Gäu	Straubinger Gäu	Südlicher Jura	Ostbayerisches Mittelgebirge
Höhe über NN [m]	310	330	500	430
Bodenart	uL	uL	sL	IS
Ackerzahl	80	76	62	36
Niederschlag [mm]	526	715	682	712
Jahresdurchschnitts-temperatur[°C]	9,2	8,9	8,6	8,0
Versuchsbedingungen von Aussaat bis Ernte				
Aussaat	04.05.	09.06.	18.05.	11.06.
Ernte	27.10.	12.10.	20.10.	06.10.
Vegetationstage	177	126	156	118
Wärmesumme	884	866	851	669
Niederschlag [mm]	427	326	439	306
Globalstrahlung [kWh/m ²]	732	451	k.A.	445

Für die Ermittlung der Wärmesumme wurde das Mais-Reifeprognosemodell nach AGPM (www.lfl.bayern.de/ipz/mais/08509/) zugrunde gelegt und mit einer Basistemperatur von 10 °C an Sorghum angepasst.

4) Versuchsbeschreibung

Versuchsanlage:	Alpha-Gitteranlage mit 3 Wiederholungen, Doppelparzellen mit 4 Reihen Kernbeerntung, Teilstückgröße 18 m ²
Aussaat:	37,5 cm Reihenabstand 25 Körner/m ² (<i>S. bicolor</i>), 40 Körner/m ² (<i>S. bicolor</i> x <i>S. sudanense</i>)
N-Düngung:	30 % weniger als standortüblich zu Mais
Pflanzenschutz:	bei Bedarf im Nachauflauf (BBCH 13) Mais-Banvel (0,5 l/ha) oder Certrol B (1,5 l/ha)

Tabelle 2: Geprüfte Sorten im Hauptsortiment (1 bis 10) und Anhangsorten

Anbau- nummer	Sortenname	Sorghumart	Reife- gruppe	Prüf- jahre	Züchter/Sorten- inhaber
1	Top Silo	<i>S. bicolor</i> Dual	spät	2	RAGT
2	Biomass 150	<i>S. bicolor</i> Futter	mittelspät	1	Euralis
3	Herkules	<i>S. bicolor</i> Futter	mittelspät	2	Saaten Union
4	Goliath	<i>S. bicolor</i> Futter	mittelspät	>3	Saaten Union
5	Maja	<i>S. bicolor</i> Futter	mittelfrüh	2	KWS
6	Zerberus	<i>S. bicolor</i> Futter	mittelfrüh	2	KWS
7	Sucrosorgo 405	<i>S. bicolor</i> Futter	mittelspät	3	Syngenta
8	Lussi	<i>S. bic.</i> x <i>S. sud.</i>	früh	2	Caussade
9	Mithril	<i>S. bic.</i> x <i>S. sud.</i>	mittelspät	>3	Pannar Seed/ Andreae-Saaten
10	Green Grazer	<i>S. bic.</i> x <i>S. sud.</i>	mittelspät	>3	Bayerische Futter- saatbau GmbH
Anhang	Buggy	<i>S. bicolor</i> Dual	spät	1	RAGT

Die Einteilung nach Reifegruppen ist vorläufig. Sie basiert auf der Beurteilung des Reifeverhaltens der KWS-Sorten durch die KWS und des im Vergleich dazu erfassten Reifeverlaufes der Sorten anderer Züchter durch das TFZ anhand der mehrjährigen Ergebnisse im bayernweiten Sortenvergleich (vgl. Abb. 7). Die Sorten werden den Kategorien früh, mittelfrüh, mittelspät und spät zugeordnet.

Im Sortiment der *S. bicolor*-Sorten erfolgte eine weitere Unterteilung nach der Nutzungsrichtung und dementsprechend dem Gesamthabitus der Pflanzen in Körner-, Futter- und Dualtyp.

Die Anhangsorte Buggy wurde nur am Standort Almesbach mitgeführt.

Die ein- und zweijährigen Prüfergebnisse wurden an den 4 Standorten gemäß Tabelle 1 realisiert. Sorten mit ≥ 3 Jahren Prüfdauer standen 2008 darüber hinaus an den Standorten Karolinenfeld (Oberbayerisches Alpenvorland), Günzburg (Schwäbisches Tertiäres Hügelland) und Steinach (Tertiäres Hügelland/Donautal). In die dreijährigen Ergebnisse flossen von den 2008 erhobenen Daten zusätzlich die Trockensubstanzgehalte von Günzburg und Steinach ein.

5) Einzelergebnisse an den Versuchsstandorten 2010

Table 3: Ergebnisse vom Standort Euerhausen

Sorte	Grünmasseertrag			Trockenmasseertrag			Trockensubstanzgehalt		Lager	
	Adj. Sortenmittel [dt/ha]	Relativwert [%]		Adj. Sortenmittel [dt/ha]	Relativwert [%]		Sortenmittel [%]	Relativwert [%]	Boniturnote vor Ernte	
Goliath	570,2	123	a	160,7	118	a	28,2	96	de	4,0
Herkules	541,9	116	ab	146,3	108	abc	27,1	92	e	4,0
Sucrosorgo 405	497,1	107	bc	124,0	91	cd	25,0	85	f	5,3
Zerberus	494,1	106	bc	154,6	114	ab	31,0	105	c	2,3
Biomass 150	491,9	106	bc	140,7	104	abcd	28,4	96	de	3,0
Top Silo	446,6	96	cd	99,7	73	e	23,0	78	g	1,0
Mithril	426,6	92	cde	130,9	97	bcd	29,9	101	cd	2,0
Green Grazer	415,5	89	de	118,7	88	de	28,9	98	cde	2,7
Maja	415,3	89	de	139,6	103	abcd	33,8	115	b	2,7
Lussi	356,6	77	e	141,9	105	abcd	39,5	134	a	1,7
Standortmittel	465,6	100		135,7	100		29,5	100		2,9

Starke Niederschläge in der Phase des Auflaufens hatten den Boden stark verschlämmt und zusammen mit der langanhaltenden kühlen Witterung gestaltete sich die Jugendentwicklung schwierig. Ende August ging der komplette Versuch infolge eines Gewittersturms ins Lager, aus dem er sich bis zur Ernte teilweise wieder aufrichten konnte. Krankheiten und Schädlinge wurden nicht beobachtet. Die Ernte erfolgte nach ersten Nachfrösten bei trockener und kalter Witterung.

Table 4: Ergebnisse vom Standort Straubing

Sorte	Grünmasseertrag			Trockenmasseertrag			Trockensubstanzgehalt		Lager	
	Adj. Sortenmittel [dt/ha]	Relativwert [%]		Adj. Sortenmittel [dt/ha]	Relativwert [%]		Sortenmittel [%]	Relativwert [%]	Boniturnote vor Ernte	
Biomass 150	900,6	152	a	219,3	153	a	24,3	100	cd	4,3
Green Grazer	672,4	114	b	152,5	106	b	22,7	93	de	7,0
Top Silo	664,0	112	b	129,2	90	bc	19,5	80	f	1,0
Mithril	645,3	109	b	159,0	111	b	24,7	101	cd	3,7
Maja	599,3	101	b	168,3	117	b	28,0	115	b	5,3
Herkules	570,5	96	bc	128,2	89	bc	22,8	94	de	7,7
Zerberus	540,9	91	bcd	137,2	96	b	25,3	104	c	8,7
Lussi	532,6	90	bcd	162,6	113	b	30,6	126	a	5,7
Sucrosorgo 405	416,1	70	cd	90,1	63	c	21,8	89	e	9,0
Goliath	383,1	65	d	90,9	63	c	23,7	97	cd	8,3
Standortmittel	592,5	100		143,7	100		24,3	100		6,1

Unter den günstigen Witterungsbedingungen zur Aussaat verlief der Feldaufgang zügig und gleichmäßig. Das Wachstum war in der Trockenperiode ab Ende Juni stark abgebremst und setzte erst wieder mit Beginn lang anhaltender Niederschläge Mitte Juli ein. Nach starken Gewitterregen Mitte August gingen die sehr massewüchsigen Sorten ins Lager. Die Helminthosporium-Blattfleckenkrankheit trat auf, war aber auf die exponierten Randreihen beschränkt. Lagerbedingte Ernteverluste führten zu großen Schwankungen in den Grünmasseerträgen.



Abbildung 2: Helminthosporium-Blattfleckenkrankheit in den exponierten Randreihen am Standort Straubing. Von links nach rechts: punktförmige rotbraune Läsionen an den gerade entrollten jüngsten Blättern; ausgedehnte Läsion mit rotbraunem Hof und sichtbarem Pilzbelag auf älteren Blättern; Konidienträger mit Konidien nach 5 Tagen Inkubation in der feuchten Kammer

Tabelle 5: Ergebnisse vom Standort Neuhof

	Grünmasseertrag			Trockenmasseertrag			Trockensubstanzgehalt		Lager	
	Adj. Sortenmittel [dt/ha]	Relativwert [%]		Adj. Sortenmittel [dt/ha]	Relativwert [%]		Sortenmittel [%]	Relativwert [%]		Boniturnote nach Blüte
Zerberus	800,5	126	a	165,1	132	a	20,8	105	bc	1,3
Goliath	799,9	126	a	148,2	119	ab	18,6	94	bcd	5,7
Biomass 150	756,5	119	a	143,6	115	ab	18,9	96	bcd	4,7
Green Grazer	712,6	112	ab	142,1	114	ab	19,3	97	bcd	1,0
Mithril	672,6	106	abc	128,4	103	abc	18,9	95	bcd	1,0
Maja	619,8	98	abcd	131,5	105	ab	21,4	108	b	3,3
Sucrosorgo 405	533,3	84	abcd	92,1	74	cd	17,5	88	d	5,7
Top Silo	510,6	81	bcd	90,8	73	d	17,9	90	cd	1,7
Herkules	478,0	75	cd	87,3	70	d	18,8	95	bcd	7,0
Lussi	459,7	73	d	118,2	95	bcd	26,1	132	a	6,0
Standortmittel	634,3	100		124,7	100		19,8	100		3,7

Felddaufgang und Jugendentwicklung waren sehr gleichmäßig und gut. Es traten im Verlaufe der Saison keine Befalls- und Schadsymptome zutage. Große Schwankungen in den Grünmasseerträgen resultierten aus dem Lagerverhalten der Sorten.

Tabelle 6: Ergebnisse vom Standort Almesbach

	Grünmasseertrag			Trockenmasseertrag			Trockensubstanz- gehalt		Lager	
	Adj. Sorten- mittel [dt/ha]	Relativ- wert [%]		Adj. Sorten- mittel [dt/ha]	Relativ- wert [%]		Sorten- mittel [%]	Relativ- wert [%]	Bonitur- note vor Ernte	
Sucrosorgo 405	905,3	124	ab	147,3	106	ab	16,2	84	e	6,0
Green Grazer	793,0	108	abc	145,7	104	abc	18,2	95	d	1,0
Biomass 150	791,2	108	abcd	141,2	101	abc	17,9	93	d	3,7
Zerberus	779,5	106	abcd	151,4	109	ab	19,4	101	c	2,7
Goliath	755,6	103	bcd	134,5	96	abc	17,9	93	d	4,3
Maja	723,4	99	cd	155,9	112	a	21,6	112	b	3,0
Mithril	708,2	97	cd	138,4	99	abc	19,5	101	c	1,0
Top Silo	699,4	95	cd	125,0	90	bc	18,0	93	d	1,0
Herkules	635,1	87	de	116,7	84	c	18,4	95	d	5,7
Lussi	541,5	74	e	139,9	100	abc	25,7	133	a	3,7
<i>Buggy</i>	<i>920,5</i>	<i>126</i>	<i>a</i>	<i>139,0</i>	<i>100</i>	<i>abc</i>	<i>15,2</i>	<i>79</i>	<i>f</i>	<i>1,0</i>
Standortmittel	733,2	100		139,6	100		19,3	100		3,2

Die Aussaat erfolgte bei guten Bedingungen, entsprechend zügig und gleichmäßig waren Feldaufgang und Jugendentwicklung. Befall mit Krankheiten und Schädlingen trat nicht auf. Die Ernte fand unter idealen Voraussetzungen statt. Zum Teil wurde sehr kräftiges Lager beobachtet, das innerhalb der Wiederholungen der lageranfälligen Sorten große Ertragsschwankungen bedingte.

Die Mittelwerte wurden nur aus den Sorten des Hauptsortiments berechnet (Sorten 1 bis 10). Die Daten der Anhangsorte Buggy flossen nicht ein.

6) Mittlere Ertragsparameter an den Versuchsstandorten 2010

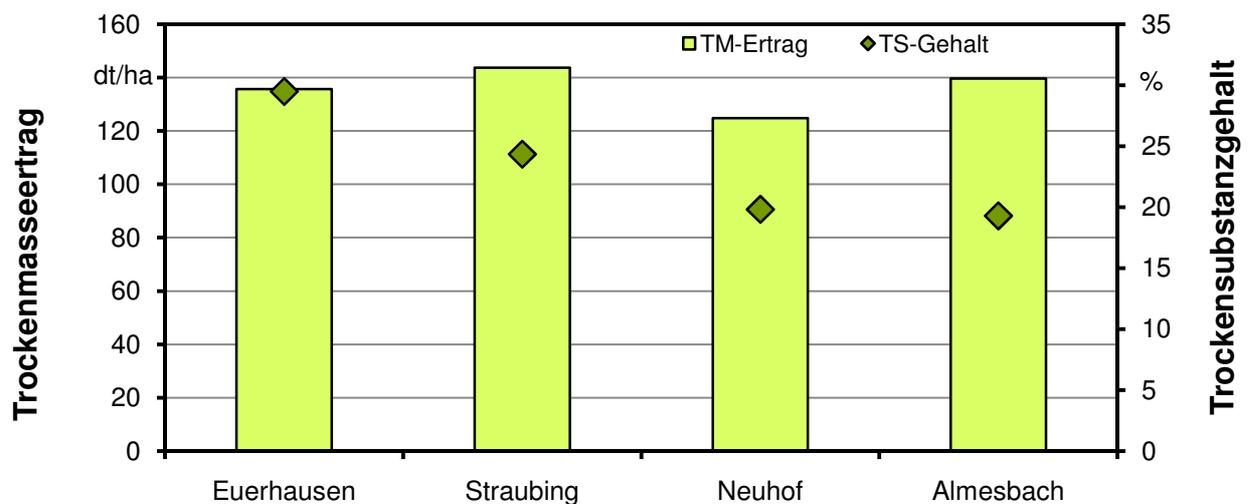


Abbildung 3: Bayernweiter Sortenvergleich – Standortmittel 2010

Die TM-Erträge korrelieren mit keinem der Standortfaktoren, die TS-Gehalte am besten mit der Wärmesumme (Eu:884, Str: 866, Neu: 851, Alm: 669; vgl. Tab. 1).

7) Sortenmittel über die Versuchsstandorte 2010

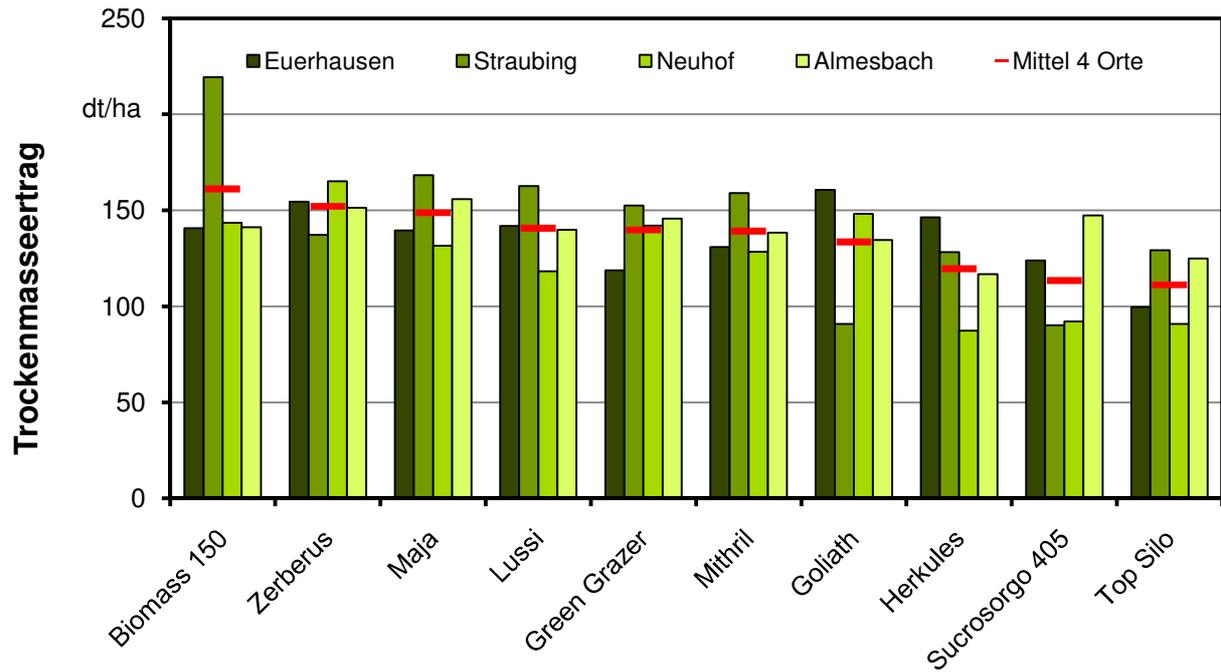


Abbildung 4: Bayernweiter Sortenvergleich – Trockenmasseerträge 2010

Wegen der sehr großen Schwankungsbreite der Trockenmasseerträge an den Standorten ließen sich die Unterschiede der Sortenmittel bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % nicht statistisch absichern (alle Sorten sind mit a gekennzeichnet).

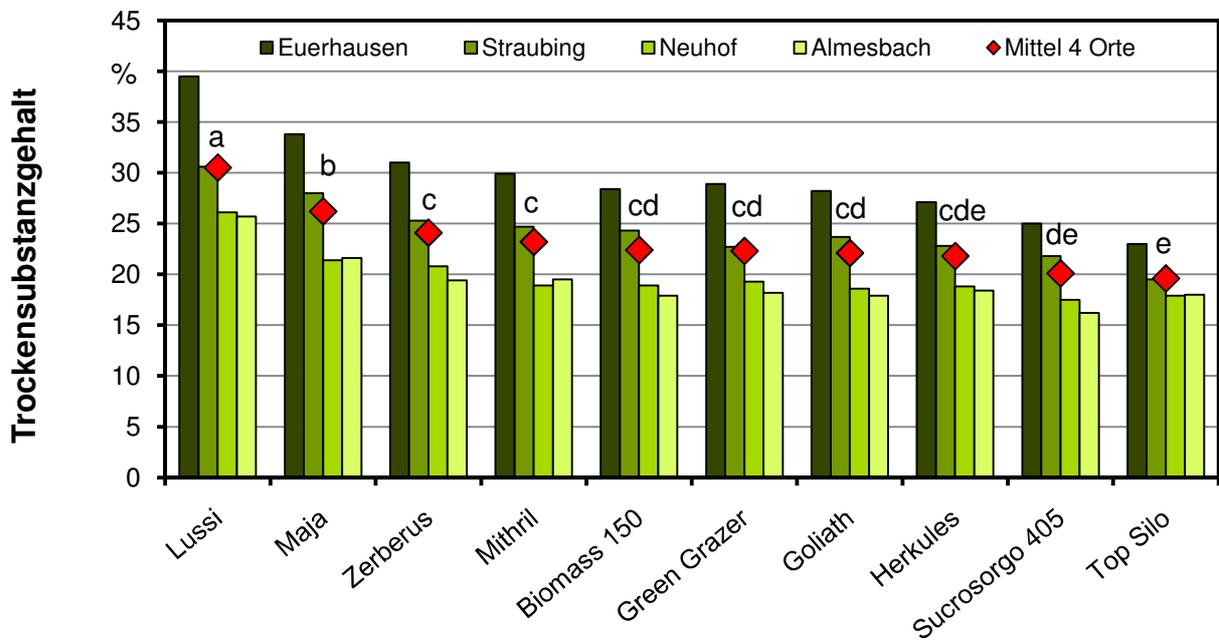


Abbildung 5: Bayernweiter Sortenvergleich – Trockenmassegehalte 2010

Die Sortenunterschiede im Merkmal Trockensubstanzgehalt zur Ernte sind hoch signifikant.

8) Ertragsstabilität der Sorten 2010

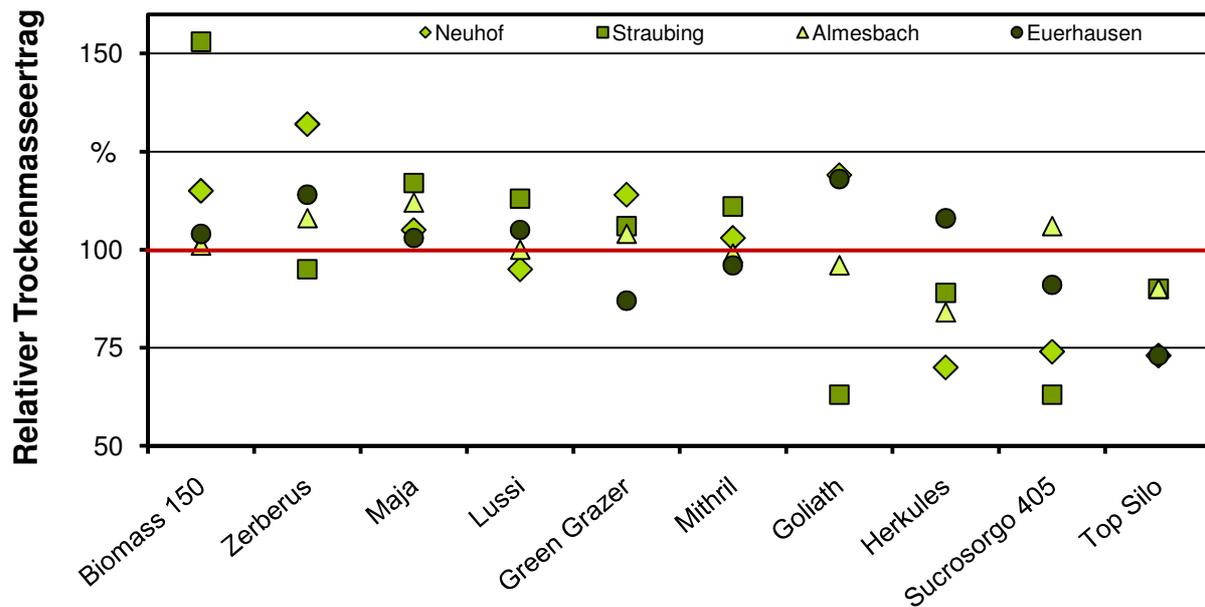


Abbildung 6: Bayernweiter Sortenvergleich – relative Trockenmasseerträge 2010

Die Ertragsstabilität wird dargestellt als relativer Trockenmasseertrag jeder Prüfsorte zum Sortenmittel an den Versuchsstandorten (= Bezugsbasis = 100 %). Ertragsstärke lässt sich leicht durch die Lage möglichst weit oberhalb des 100 %-Niveaus identifizieren. Darüber hinaus ist eine Sorte in ihrer Ertragsleistung umso zuverlässiger, je geringer die Streuung zwischen den Versuchsstandorten ausfällt.

Die im Jahr 2010 führende Sorte Biomass 150 lag an allen Standorten über dem Sortenmittel, allerdings mit einer großen Spannweite von 101 % (Almesbach) bis 154 % (Straubing). Zerberus zeigte sich insbesondere in Neuhoof als sehr ertragreich und blieb nur in Straubing infolge von Lager mit 95 % leicht unter dem Standortmittel. Mit ihren Erträgen sehr dicht beieinander und nahe bei den Standortmitteln lagen die Sorten Maja, Lussi, Green Grazer und Mithril, wobei Lussi aufgrund ihrer Frühreife auf allen Standorten auch noch TS-Gehalte über 25 % realisieren konnte (vgl. auch Abb. 5). Sehr große Spannweiten und unterdurchschnittliche Ertragsleistungen infolge hoher lagerbedingter Ernteverluste zeigten die drei mittelspäten *S. bicolor*-Futtersorten Goliath, Herkules und Sucrosorgo 405. Diese massigen Sorten können nur unter besten Bedingungen ihr Ertragspotenzial ausschöpfen. Starkwindereignisse und heftige Regengüsse nach ausgesprochen wüchsigen Perioden lassen sie schnell ins Lager gehen. Hier sollte die Bestandesführung weniger auf Ertragsmaximierung als strikt auf Lagervermeidung ausgerichtet werden (Einhaltung der empfohlenen Saatstärke von 20 bis max. 25 keimfähigen Körnern/m²; reduzierte N-Düngung). Unterdurchschnittlich zeigte sich auch die Dualsorte Top Silo. Sie ist spätreif und in ihrer Jugendentwicklung dementsprechend zu langsam, um unter bayerischen Anbaubedingungen die an Sorghum gestellten Erwartungen erfüllen zu können.

9) Mehrjährige Ergebnisse

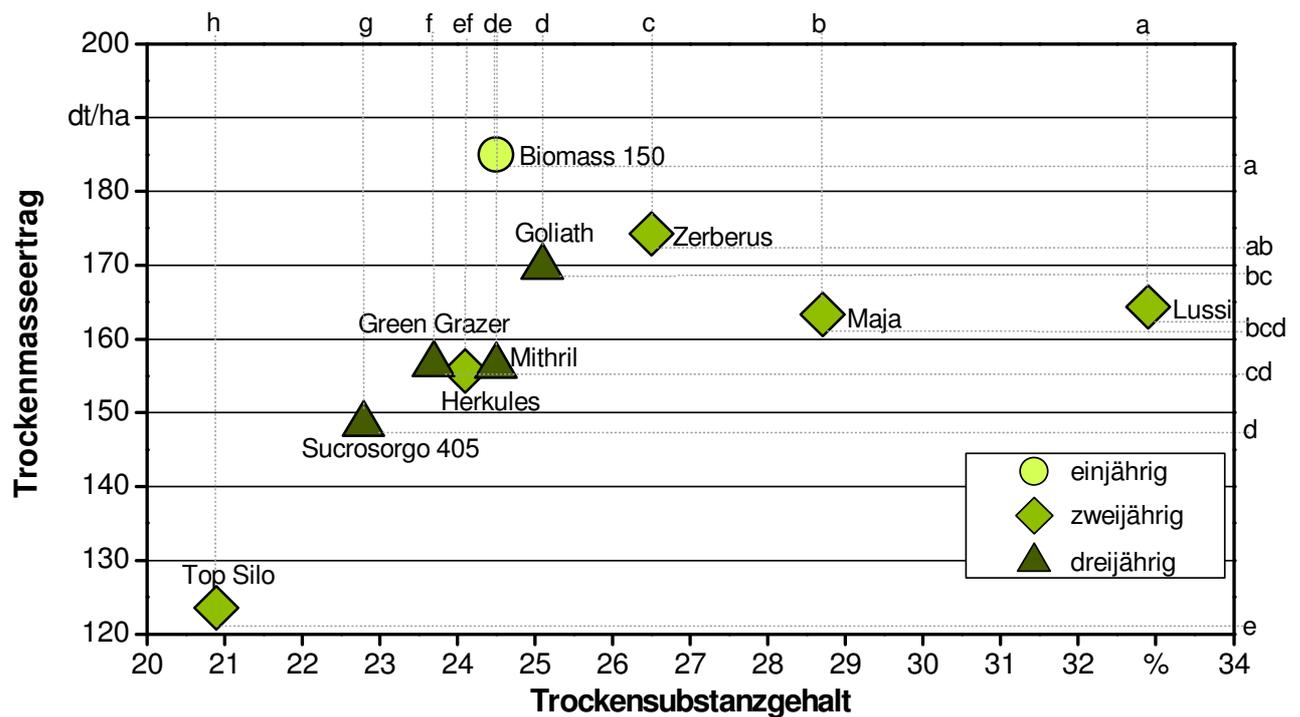


Abbildung 7: Bayernweiter Sortenvergleich – mehrjährige Ergebnisse

Das Ergebnis der dreijährigen Prüfung kann als endgültig und das der zweijährigen als vorläufig gewertet werden. Das einjährige Prüfungsergebnis repräsentiert einen Trend.

10) Zusammenfassung

Die Neuzüchtung Biomass 150 aus dem Sortiment des *S. bicolor*-Futtersortens gehört in die mittelspäte Reifegruppe. Eine Ausschöpfung des hohen Ertragsniveaus bei ausreichend hohem TS-Gehalt zur Ernte ist nur in den wärmeren Regionen bei möglichst früher Aussaat in Hauptfruchtstellung zu erwarten. In ihrem ersten Prüfjahr erwies sie sich als vergleichsweise standfest.

Laut Abb. 7 korreliert bei den *S. bicolor*-Futtersorten die Frühreife negativ mit den realisierbaren TM-Erträgen. So unterscheiden sich Biomass 150, Zerberus und Maja nahezu linear mit +2 % im Trockensubstanzgehalt und -10 dt/ha im Trockenmasseertrag. Maja und Zerberus werden der Reifegruppe „mittelfrüh“ zugeordnet. Insbesondere bei Maja kann Lager auftreten.

Als einzige frühe Sorte erreicht Lussi (*S. bic. x S. sud.*) in nahezu allen Regionen selbst unter ungünstigen Witterungsverhältnissen silierfähige Bestände mit mindestens 25 %TS-Gehalt. Schweres Lager kommt selten vor. Häufiger ist, dass sich Bestände neigen und unter Ausbildung der typischen „Säbelbeine“ wieder aufrichten.

Im mittelspäten Sortiment zeichnen sich Mithril und Green Grazer (*S. bic. x S. sud.*) durch ihre gute Standfestigkeit aus. Die Ausschöpfung des hohen Ertragsniveaus wird insbesondere bei den *S. bicolor*-Futtersorten (Goliath, Herkules, Sucrosorgo 405) durch ihre Lagerneigung erschwert.