



Sorghum für Biogas

Bayernweiter Sortenvergleich - Versuchsergebnisse 2011



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 2011. 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 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) Sorghum für Biogasanlagen

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

Sortenwahl: Für hiesige Bedingungen geeignete Sorten umfassen Vertreter der Arten *S. bicolor* und *S. sudanense* sowie die interspezifischen Zuchthybriden *S. bicolor* x *S. sudanense* und gehören den Reifegruppen mittelspät, mittelfrüh und früh an. Späte Sorten der drei Arten können ihr Ertragspotenzial in Bayern nur selten ausschöpfen und werden deshalb nicht empfohlen. Die sehr massewüchsigen mittelspäten Sorten kommen nur auf warmen Standorten dem angestrebten TS-Gehalt nahe. Für die meisten bayerischen Regionen sind deshalb die etwas ertragschwächeren mittelfrühen und frühen Sorten zu bevorzugen. Ausgesprochen frühe Sorten finden sich derzeit nur in *S. bicolor* x *S. sudanense*. Die aktuellen Sorten von *S. sudanense* sind als mittelspät bis spät einzuordnen. Einschnittig genutzt bestocken sie bis weit in den Herbst hinein und liefern deshalb häufig unterdurchschnittliche Trockensubstanzgehalte. Um eine sichere Konservierung zu gewährleisten, wird ein Trockensubstanzgehalt von 28 bis 32 % im Erntegut angestrebt. Sorghum erreicht in der Regel erst mit Beginn des Rispschiebens Trockensubstanzgehalte über 20 %.

Anbauhinweise: Kalte und staunasse Standorte sind zu meiden, ansonsten werden keine besonderen Ansprüche gestellt. Sorghum verträgt Trockenheit besser als der Mais, ist aber noch kälteempfindlicher, was seiner verfügbaren Vegetationszeit unter bayerischen Verhältnissen sehr enge Grenzen setzt. Mittelspäte Sorten stehen in der Regel in Hauptfruchtstellung nach Schwarzbrache/(Senf-)Gründüngung. Frühe und mittelfrühe Sorten eignen sich auch für eine 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 ausreichend ist. Organische Dünger werden gut verwertet. Auch deren Gaben sind unter Berücksichtigung ihrer Mineraldüngeräquivalente auf die oben genannte Gesamtversorgung zu begrenzen. Wegen der zögerlichen Jugendentwicklung von Sorghum ist eine Unkrautbekämpfung meist unverzichtbar. Zur chemischen Behandlung im Nachauflauf (ab BBCH 13) sind Arrat, Bromoxynil 235/Certrol B/Profi Bromoxynil/Caracho 235, Gardo Gold/Primagram Gold, Stomp Aqua/Stomp Raps, Spectrum und Mais Banvel WG (Stand: 12.01.2012) 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 werden regelmäßig durch Bakterien und *Helminthosporium turcicum* verursachte Blattflecken 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 wärmeren 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 30 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 2011



Abbildung 1: Lage der Versuchsstandorte im bayernweiten Sortenvergleich

Tabelle 1: Standortkennwerte und Versuchsbedingungen 2011

Standorte	Euerhausen	Straubing	Aholting
Kennwerte			
Region	Fränkisches Gäu	Straubinger Gäu	Tertiäres Hügel-land N/Donautal
Höhe über NN m	310	330	322
Bodenart	uL	uL	sL
Ackerzahl	80	76	49
Niederschlag mm	526*	714**	671*
Jahresdurchschnittstemperatur °C	9,2*	9,0**	8,9*
Versuchsbedingungen von Aussaat bis Ernte			
Aussaat	09.05.	10.05.	10.05.
Ernte	17.10.	30.09.	29.09.
Vegetationstage	161	143	142
Wärmesumme	1034	1079	1040
Niederschlag [mm]	278	385	457
Globalstrahlung kWh/m ²	753	541	676

* langjährige Temperatur- und Niederschlagsmittel von 1990 – 2011

** langjährige Temperatur- und Niederschlagsmittel von 2001 – 2011

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 Cer- trol 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	Odin	<i>S. bicolor</i> Futter	mittelfrüh	1	KWS
2	Biomass 150	<i>S. bicolor</i> Futter	mittelspät	2	Euralis
3	Herkules	<i>S. bicolor</i> Futter	mittelspät	3	Saaten Union
4	Wotan	<i>S. bicolor</i> Futter	mittelspät	1	KWS
5	Zerberus	<i>S. bicolor</i> Futter	mittelspät	3	KWS
6	Hugin	<i>S. bic.</i> x <i>S. sud.</i>	mittelfrüh	1	KWS
7	Lussi	<i>S. bic.</i> x <i>S. sud.</i>	früh	3	Caussade
8	Freya	<i>S. bic.</i> x <i>S. sud.</i>	mittelfrüh	1	KWS
9	Mithril	<i>S. bic.</i> x <i>S. sud.</i>	mittelspät	3	Andreae-Saaten
10	Inka	<i>S. bic.</i> x <i>S. sud.</i>	mittelspät	1	KWS
Anhang	Amiggo RHS1092	<i>S. bicolor</i> Futter	mittelfrüh	1	RAGT

Die Einteilung der Reifegruppen basiert auf dem am TFZ entwickelten Modell, nach dem die Kategorien früh, mittelfrüh, mittelspät und spät definiert und mit Referenzsorten aus dem aktuellen Marktsortiment hinterlegt worden sind. Dabei steht die Sorte Lussi als Referenz für die Reifegruppe früh, die Sorte Freya für mittelfrüh, die Sorte Herkules für mittelspät und die Sorte Jumbo für spät.

Die Anhangsorte Amiggo RHS1092 wurde an den Standorten Straubing und Aholting mitgeführt.

Die ein- und zweijährigen Prüfergebnisse wurden an den 3 Standorten gemäß Tabelle 1 realisiert. Sorten mit 2 und 3 Jahren Prüfdauer standen 2010 und 2009 in Straubing, Euerhausen, Neuhof (Südlicher Jura) und Almesbach (Ostbayerisches Mittelgebirge).

5) Einzelergebnisse an den Versuchsstandorten 2011

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
Odin	571,9	100	cde	177,3	98	bcd	30,9	97	b	2,0
Biomass 150	676,7	118	a	202,4	112	a	30,0	94	b	4,0
Herkules	629,0	110	b	186,7	103	ab	29,5	93	b	2,0
Wotan	572,7	100	cde	178,4	99	bc	31,0	98	b	2,3
Zerberus	576,8	101	cd	177,5	98	bc	30,7	97	b	2,3
Hugin	539,8	94	de	193,7	107	ab	36,3	114	a	3,3
Lussi	456,2	80	f	159,7	88	de	34,8	109	a	3,3
Freya	530,9	93	e	184,8	102	ab	34,7	109	a	2,0
Mithril	594,5	104	bc	164,7	91	cde	28,0	88	c	3,0
Inka	593,2	104	bc	155,0	86	e	26,2	82	d	2,3
Standortmittel	572,1			180,6			31,8			2,7

In Euerhausen war aufgrund der Trockenheit der Auflauf sehr zögerlich, wobei sich auf der leicht geneigten Fläche große Unterschiede zwischen den Blöcken zeigten. Trotz der langen trockenen Phasen von Februar bis Ende Mai und ab Ende August wuchs ein sehr guter Bestand heran. Alle Sorten hatten Mitte Juli die Reihen geschlossen. Es wurden rötliche runde bis längliche Flecken auf Blättern und Halmen beobachtet, die aber keinerlei Einfluss auf den Ertrag hatten.

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
Odin	654,4	104	bc	198,0	101	bc	30,3	97	bc	1,7
Biomass 150	818,6	130	a	259,3	132	a	31,7	102	b	1,3
Herkules	695,8	110	b	210,2	107	b	30,2	97	bc	2,0
Wotan	678,9	108	b	204,6	104	b	30,1	96	bc	2,0
Zerberus	623,1	99	cd	186,5	95	cd	29,9	96	c	1,3
Hugin	557,1	88	ef	186,8	95	cd	33,5	107	a	4,0
Lussi	517,3	82	f	173,9	89	de	33,7	108	a	5,0
Freya	537,6	85	f	185,7	95	cd	34,6	111	a	5,7
Mithril	592,3	94	de	161,2	82	e	27,2	87	d	4,3
Inka	686,1	109	b	182,9	93	d	26,7	85	d	3,3
Amiggo	667,4	106	bc	202,9	103	b	30,4	97	bc	3,3
Standortmittel	630,6			196,2			31,3			3,1

Gute Aussaatbedingungen und der Ende Mai einsetzende Regen begünstigten in Straubing einen zügigen und gleichmäßigen Feldaufgang und eine rasche Jugendentwicklung. Allerdings wurde das vegetative Wachstum durch die wechselhaft kühle Witterung im Juni stark abgebremst. Trotz schwerer Gewitterstürme im August blieben alle Sorten bis weit in den September hinein aufrecht stehen. Einige hatten sich erst zur Ernte hin mehr oder weniger stark geneigt. Die Häckselarbeiten waren dadurch nicht beeinflusst. Es traten durch Bakterien und Pilze verursachte Blattflecke auf (Abbildung 2 und 3), die jedoch nicht ertragsrelevant waren. *Helminthosporium turcicum* wurde dabei selten nachgewiesen. Prägend waren stattdessen die in der englischsprachigen Literatur als „Oval Leaf Spots“ bezeichneten Symptome.

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

Tabelle 5: Ergebnisse vom Standort Aholfing

	Grünmasseertrag			Trockenmasseertrag			Trockensubstanzgehalt			Lager Bonitur- note vor Ernte
	Adj. Sorten- mittel dt/ha	Relativ- wert %		Adj. Sorten- mittel dt/ha	Relativ- wert %		Sorten- mittel %	Relativ- wert %		
Odin	710,9	109	bc	199,0	103	bc	28,1	95	a	1,0
Biomass 150	818,2	125	a	242,2	126	a	29,6	100	ab	1,3
Herkules	731,0	112	b	207,6	108	b	28,4	96	ab	1,0
Wotan	653,0	100	cde	194,6	101	bc	29,8	100	bc	1,0
Zerberus	619,5	95	ef	171,9	89	de	27,9	94	cd	1,3
Hugin	593,9	91	ef	190,8	99	bcd	32,1	108	cd	4,0
Lussi	571,3	88	f	194,1	101	bc	34,0	115	de	3,0
Freya	569,5	87	f	183,5	95	cd	32,2	109	de	3,3
Mithril	606,6	93	ef	151,7	79	e	25,0	84	de	3,7
Inka	700,6	107	bcd	190,2	99	bcd	27,1	91	e	1,7
Amiggo	633,8	97	de	199,3	103	bc	31,6	106	f	1,7
Standortmittel	652,7			192,8			29,7			2,1

In Aholfing waren Feldaufgang und Jugendentwicklung gleichmäßig und gut. Es traten im Verlaufe der Saison ähnliche Befallssymptome wie am Standort Straubing zutage. Lager gab es nicht. Einige Sorten hatten sich geneigt, ohne jedoch die Erntearbeiten zu beeinträchtigen.

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



Abbildung 2: Durch Bakterien verursachte längliche Streifen an Blättern und Blattscheiden



Abbildung 3: Oval Leaf Spots

6) Mittlere Ertragsparameter an den Versuchsstandorten 2011

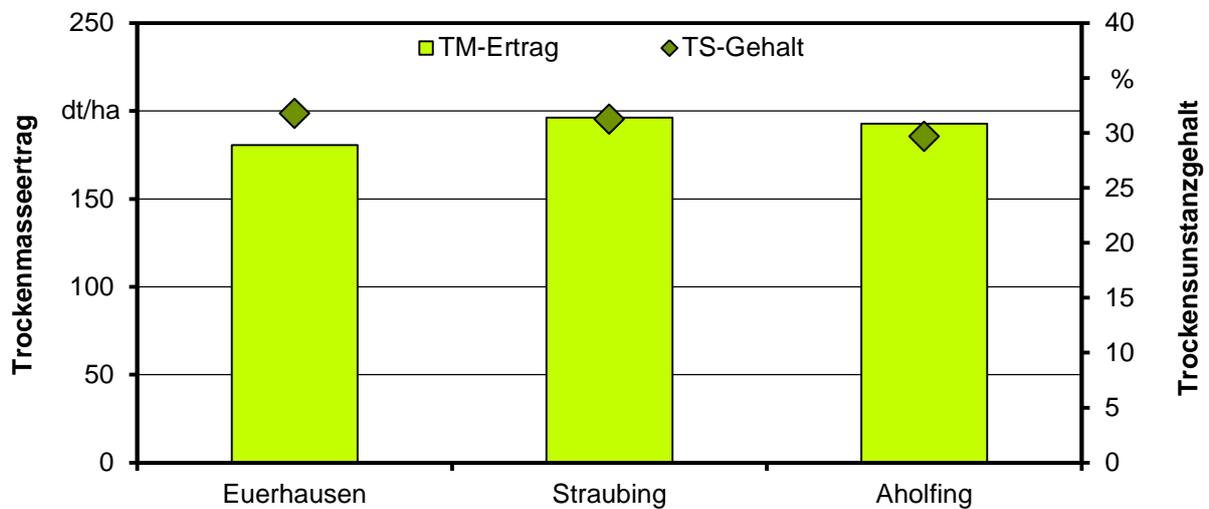


Abbildung 3: Bayernweiter Sortenvergleich – Standortmittel 2011

Die Witterungsbedingungen haben heuer an allen Prüfstandorten beste Voraussetzungen für hohe Erträge von Sorghum geboten. Mit der frühzeitigen Aussaat in der ersten Maidekade wurde die Vegetationszeit optimal genutzt und die angestrebten TS-Gehalte von $\geq 28\%$ im Mittel der Sorten über die drei Standorte erreicht.

7) Sortenmittel über die Versuchsstandorte 2010

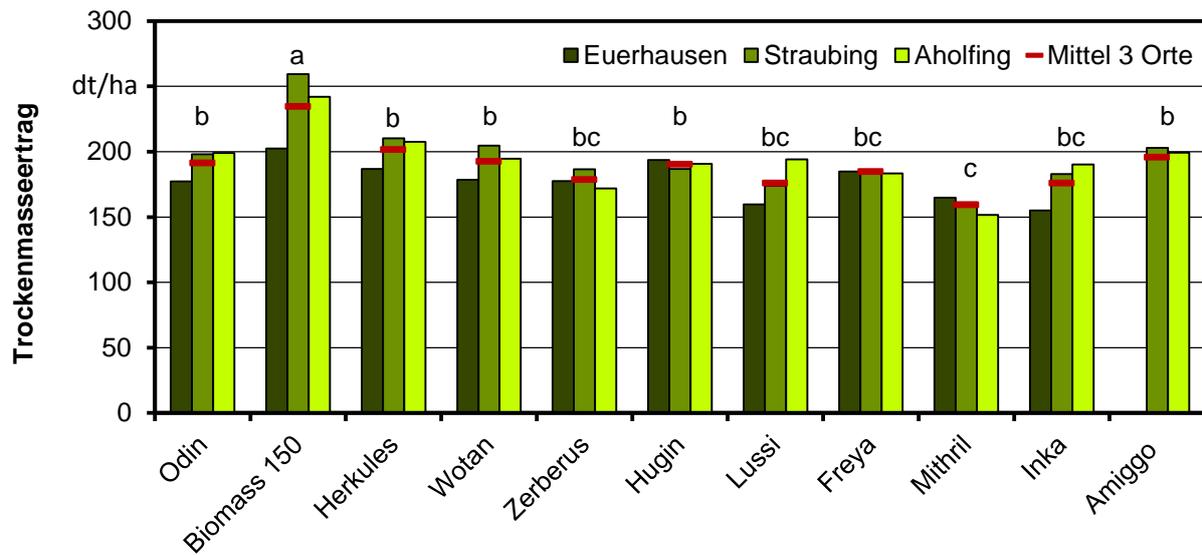


Abbildung 4: Bayernweiter Sortenvergleich – Trockenmasseerträge 2011

Wenig Lager und gute Bedingungen zur Ernte bedingten eine verhältnismäßig kleine Schwankungsbreite der Trockenmasseerträge an den Standorten. Dadurch konnten die Unterschiede der Sortenmittel bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % statistisch absichert werden.

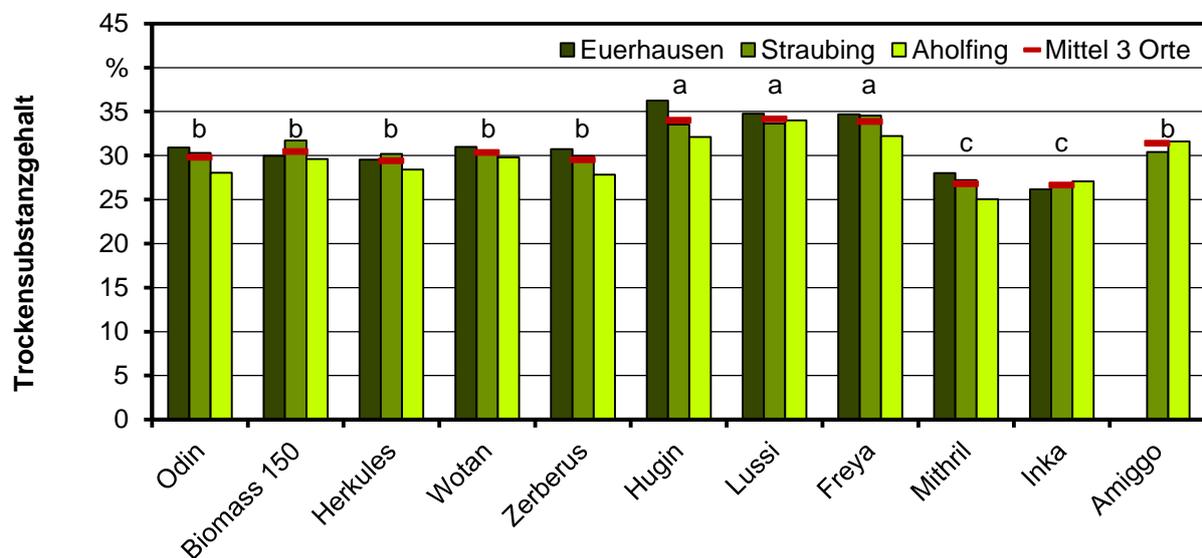


Abbildung 5: Bayernweiter Sortenvergleich – Trockenmassegehalte 2011

Auch die Sortenunterschiede im Merkmal Trockensubstanzgehalt zur Ernte sind hoch signifikant.

8) Ertragsstabilität der Sorten 2011

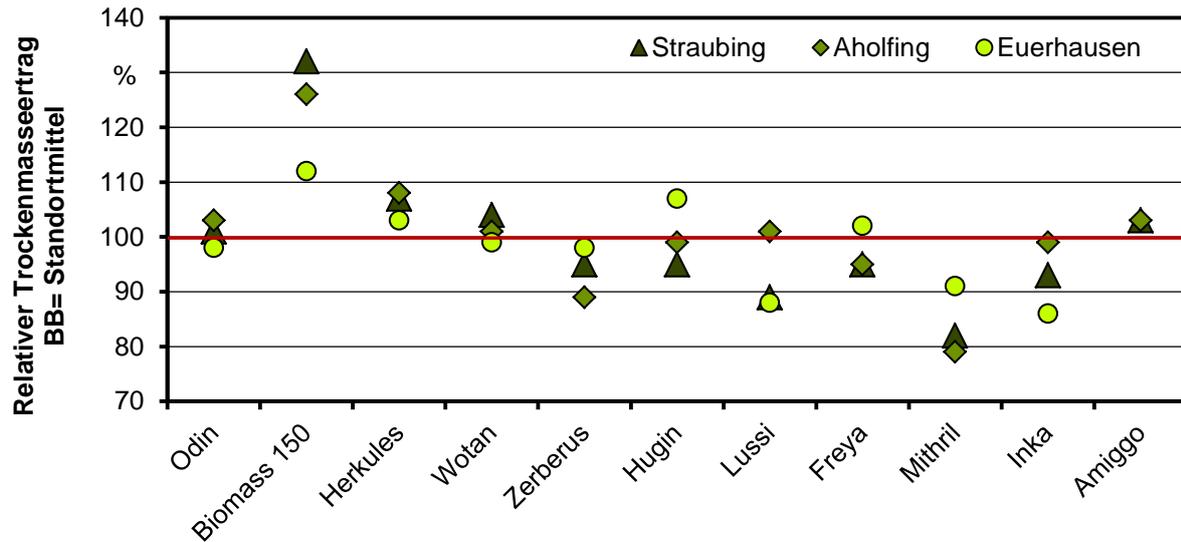


Abbildung 6: Bayernweiter Sortenvergleich – relative Trockenmasseerträge 2011

Die Ertragsstabilität wird dargestellt als relativer Trockenmasseertrag jeder Prüfsorte zum jeweiligen Standortmittel (= 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 2011 führende Sorte Biomass 150 lag an allen Standorten über dem Mittel der Prüfsorten, allerdings mit einer recht großen Spannweite von 112 % (Euerhausen) bis 132 % (Straubing). Im Ertragsniveau dicht beieinander und nahe der Bezugsbasis von 100 % lagen die Sorten Odin, Herkules, Zerberus, Hugin, Freya und Amiggo. Etwas mehr streuten die Sorten Lussi und Inka über die Standorte. Auch bei Mithril fiel der Standorteinfluss auf. Er blieb auch deutlicher unter der 100 % Marke.

9) Mehrjährige Ergebnisse

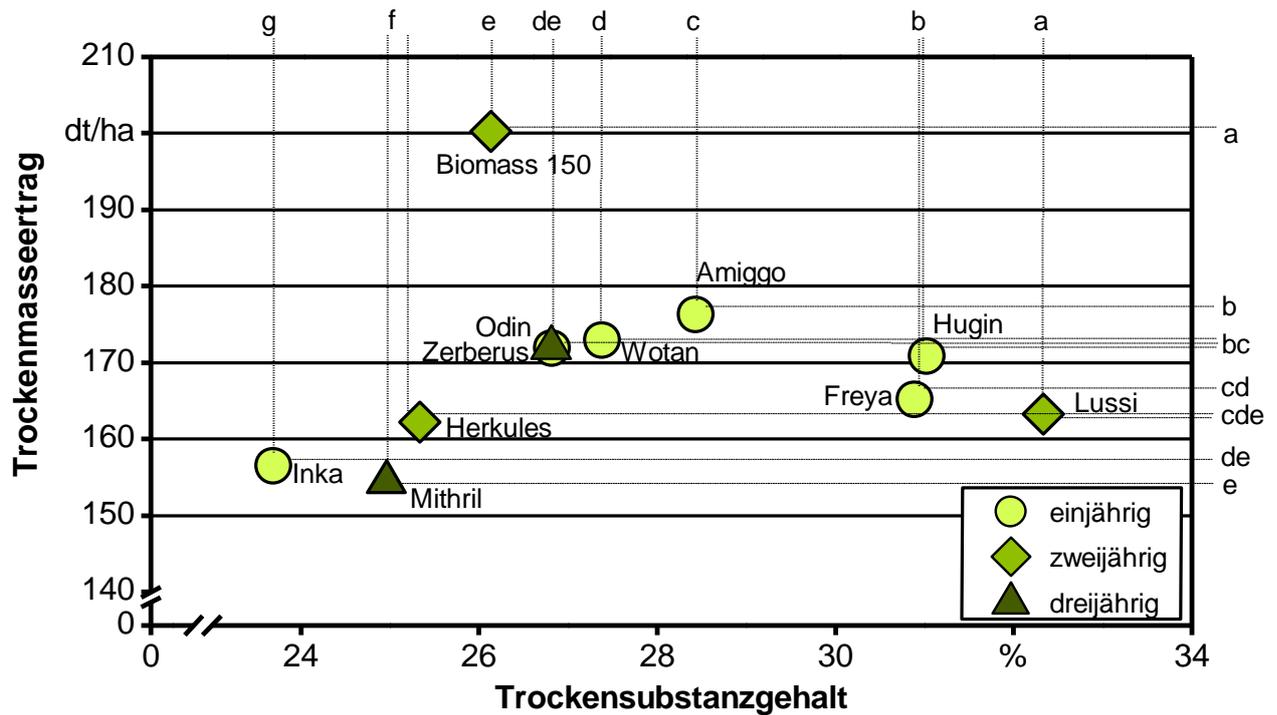


Abbildung 7: Bayernweiter Sortenvergleich – mehrjährige Ergebnisse

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 mittlerweile zweijährig geprüfte Biomass 150 konnte ihr hohes Ertragsniveau bestätigen und bleibt damit führend. Auch wenn die mittelspäte *S. bicolor*-Sorte im Jahr 2011 aufgrund der ausgesprochen guten Wachstumsbedingungen an allen Prüferten die gewünschten 28 % TS-Gehalt erreicht hat, ist sie eher für die wärmeren Regionen mit Anbau in Hauptfruchtstellung prädestiniert. Im Merkmal TS-Gehalt behauptete Lussi ihre Stellung als früheste Sorte auf dem Markt. Sie wird insbesondere für die kühleren Anbauggebiete oder/und eine Zweitfruchtstellung mit Aussaat bis Mitte, spätestens Ende Juni empfohlen. Erfreulicher Weise wird durch etliche jüngere Sorten, wie Hugin, Freya und Amiggo die klaffende Lücke im mittelfrühen Segment aufgefüllt. Als die früheren unter den mittelspäten Sorten sind Wotan, Odin und Zerberus einzuordnen. Da im Jahr 2011 so gut wie kein Lager beobachtet worden ist, lässt sich bei dem erst einjährig geprüften Material noch keine Aussage zum Merkmal Standfestigkeit treffen.