

Ökologische Vorteile und Unterschiede des Sorghumanbaus zum Maisanbau

Steffi Knoblauch

2008 bis 2010 „**Ökologische Untersuchungen zum Energiehirseanbau (Wasser- und Nährstoffeffizienz)**“/ Dr. Maria Wagner, Dr. Steffi Knoblauch (TLL)

2011 bis 2014 „**Wasserverbrauch und Wassernutzungseffizienz von Sorghumhirsen und ökologische Auswirkungen des Sorghumanbaus**“ / Dr. Maria Wagner, Dr. Steffi Knoblauch (TLL), Dr. Katrin Kuka, Dr. Uwe Franko, Katleen Hanke (UFZ GmbH), Dr. Christian Lange (FIB)

- Wasserverbrauch und Wassernutzungseffizienz von Sorghum bic. (Goliath) im Jahr 2009 und von Sorghum bic. x sud. (Lussi) im Jahr 2014 mit Hilfe der wägbaren Lysimeter Butteldstedt
- Wasser-Ertrags-Beziehungen von Silomais (Atletico) im Vergleich zu Sorghum bic. (Goliath) in den Jahren 2008 bis 2010 auf einem Lehm- und einem Sandboden mit Hilfe von Kleinlysimetern
- Wasser-Ertrags-Beziehungen von Sorghum bic. (Zerberus) im Vergleich zu Sorghum bic. x sud. (Lussi) in den Jahren 2011 bis 2013 auf einem Lehm- und einem Sandboden mit Hilfe von Kleinlysimetern

- Bodenwasseraneignungsvermögen von Mais im Vergleich zu Sorghumarten (Sorghum bic. und Sorghum bic. x sud.) und Sorghumsorten auf einem Lößboden im Thüringer Becken (Buttelstedt) und einer Sandtieflerme-Fahlerde des ostdeutschen Tieflandes (Güterfelde) mit Hilfe von Bodenfeuchtesensoren (kapazitiv bzw. Permittivitätsmessung, Sentek-Sonde und radiometrisch, Neutronensonde)
- N-Auswaschung unter Mais im Vergleich zu Sorghum bic. (2008 bis 2010) und unter Sorghum bic. im Vergleich zu Sorghum bic. x sud. (2011 bis 2013)
- Wurzelbiomasse und Humusreproduktion von Mais im Vergleich zu Sorghum bic. und Sorghum bic. x sud. auf einem Lößboden im Thüringer Becken (2011 bis 2013) durch Projektpartner Dr. Kuka, Dr. Franko, K. Hanke vom Helmholtzzentrum für Umweltforschung

Lysimeteranlage Butteltstedt



$A = 2 \text{ m}^2$,
 $t = 2$ bzw.
 $2,5 \text{ m}$

monolith.
befüllt

2 Böden

2 Dünggs.-
Var.

1 Beregnungs-
Var. (PET)

2, 3 bzw. 4
Wdhlg.



Kleinlysimeteranlage Butteltstedt



$A = 0,0126 \text{ m}^2$
 $t = 1,35 \text{ m}$

monolith. befüllt,

2 Pflanzenarten,
2 Böden,
3 Wasserstufen,
4 Wiederholungen

Feldversuch Butteltstedt (reduzierter Sortenversuch)

Sorte - Mais				Sorte - Sorg. bic x Sorg. sudanense				Sorte - Sorghum bicolor					
RAND			RAND	RAND			RAND	RAND			Keine K-Düngung	RAND	
RAND	BF	BF	RAND	RAND	BF	BF	RAND	RAND	BF	BF	Keine K-Düngung	RAND	
RAND	BF	BF	RAND	RAND	BF	BF	RAND	RAND	BF	BF	Keine K-Düngung	RAND	
RAND	W	W	RAND	RAND	W	W	RAND	RAND	W	W	Keine K-Düngung	RAND	
	1.1	1.2			2.1	2.2			3.1	3.2	3.3	3.1	
	Atletico	LG 32.16			Lussi	KWS Sole	KWS Freya			KWS Zerberus	Sucrosorgho 506	Herkules	KWS Zerberus ohne Kali

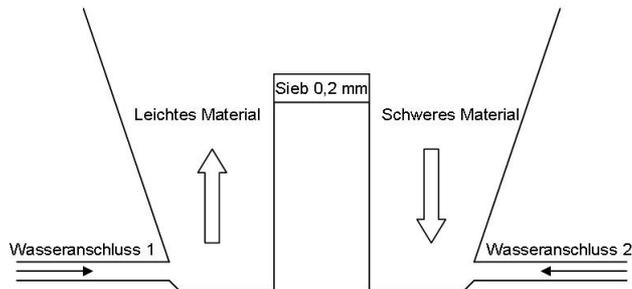
Bodenfeuchtemessensoren



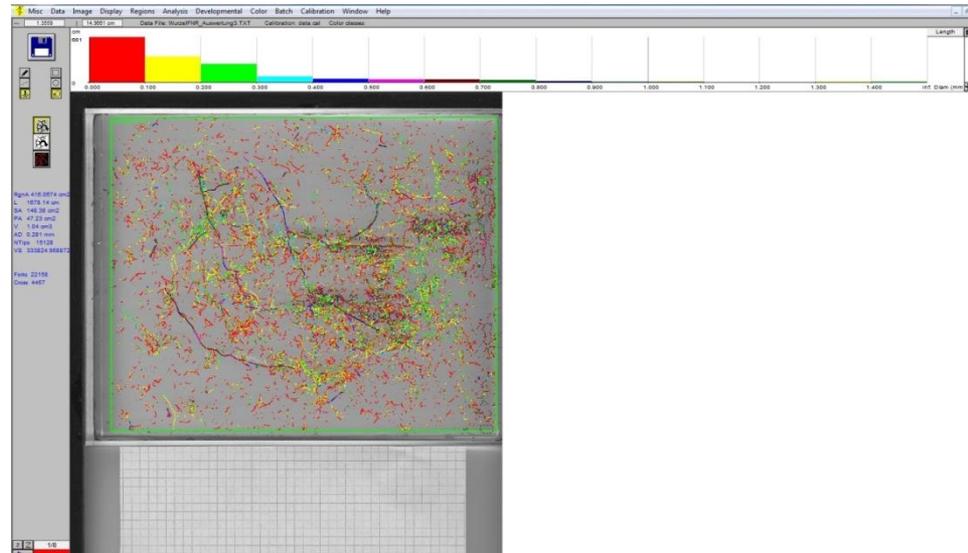
Neutronensonde (radiometrisch)



Wurzelselektion mit Wurzelwaschanlage



Wurzelquantifizierung mittels Scanner und Software „winRHIZO 2009“



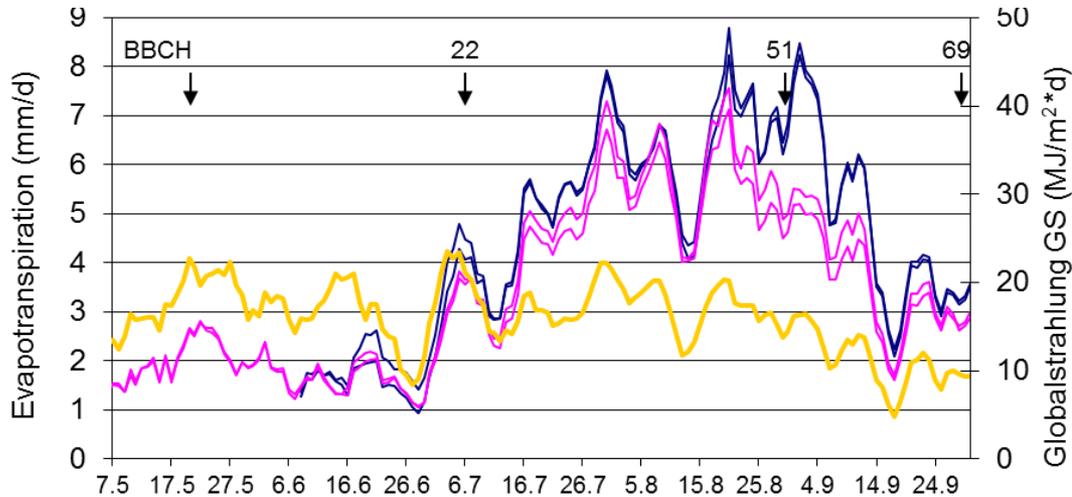
Inkubationsexperiment für Bestimmung der Umsatzgeschwindigkeit k und des Synthesekoeffizienten η als Inputgrößen für das Modell zur Quantifizierung der Kohlenstoffdynamik CCB (Franko et al., 2011)

Wasserverbrauch und Wassernutzungseffizienz

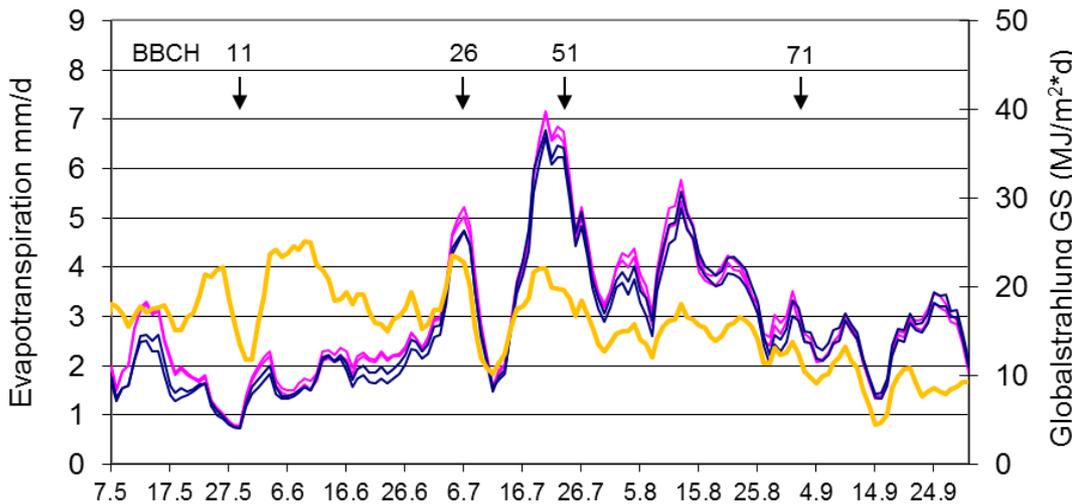
	Anbau- jahr	TM- Ertrag	TS- Gehalt	Evapo- transpi- ration	Transpirations- koeffizient	Wasser- nutzungs- effizienz
		dt/ ha	%	mm	kg H ₂ O / kg TM	kg /ha mm
		unter potenziellen Verdunstungsbedingungen ¹ , lö				
Futterhirse ²	2009	304	30	567	187	54
Sudangras- hybride ³	2014	184	34	374	203	49
Silomais ⁴	1993	189	28	365	193	52
		natürlicher Niederschlag, tiefgründiger Lößboden				
Futterhirse ²	2009	201	25	487	243	41
Sudangras- hybride ³	2014	190	36	392	206	48
Silomais ⁴	1993	199	28	385	193	52

¹ während der Hauptwachstumsperiode, ² Sorghum bic. , Sorte Goliath ³ Sorghum bic. x sud. Sorte Lussi,
⁴ Silomais, Sorte Pirat

Zeitlicher Verlauf des Wasserverbrauches



Sorghum bic., Sorte Goliath

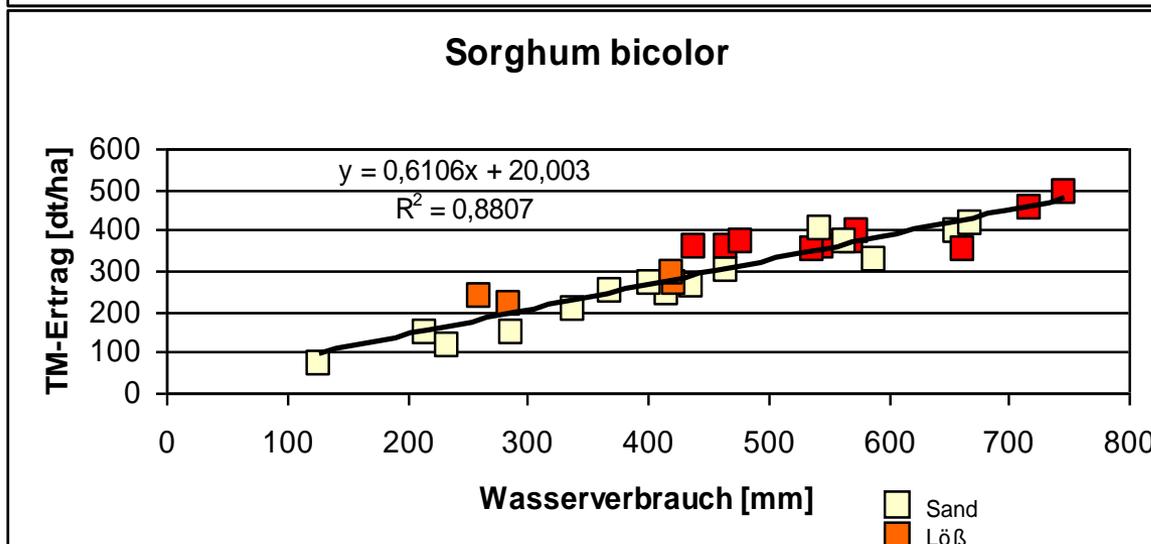
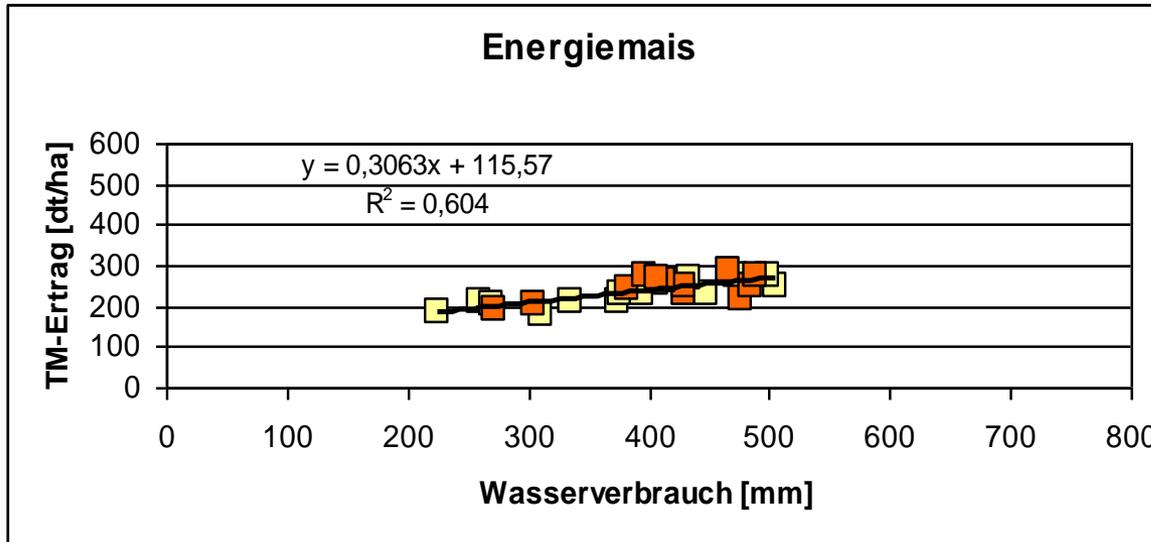


Sorghum bic. x sud., Sorte Lussi

	Temperatur °C	
	2009	2014
Jun	17,7	19,7
Jul	17,2	16,0
Aug	16,5	14,0
Sept	10,2	9,1

— 5 Periode gleit. Mittelw. (lö AET) — 5 Periode gleit. Mittelw. (lö PET)
— 5 Periode gleit. Mittelw. (GS)

Wasser-Ertrags-Beziehungen (Modellversuch Kleinlysimeter)

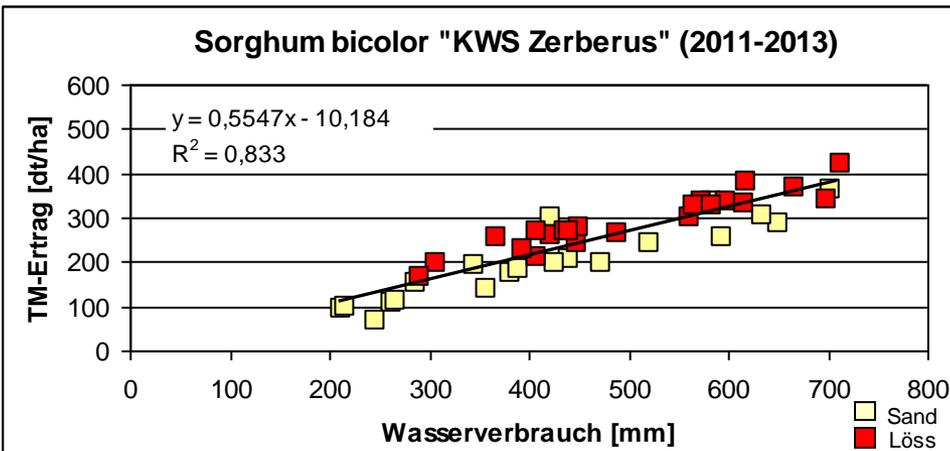
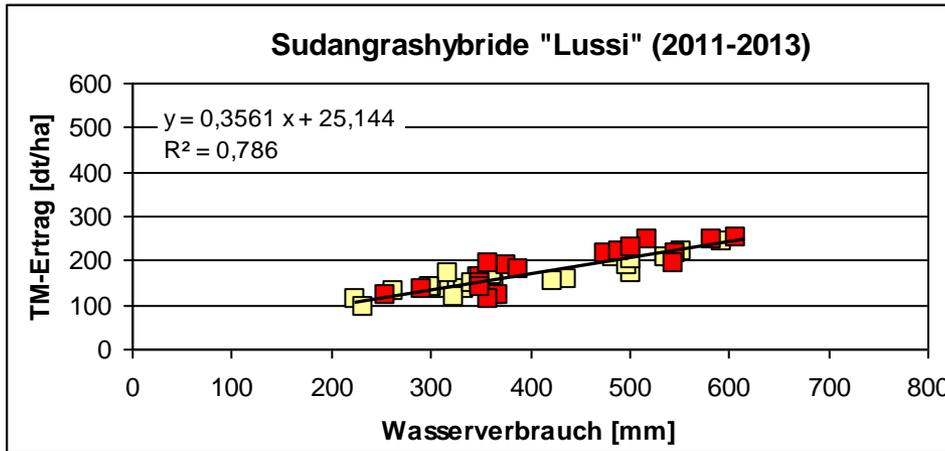


Sorghum bic. hat einen höheren Wasserbedarf und ein höheres Ertragspotenzial als Mais und setzt den Faktor Wasser im Bereich optimaler Wasserversorgung in einen höheren Ertrag um, sichtbar an einer besseren Wassernutzungseffizienz.

Mit abnehmenden Wasserangebot geht diese Vorzüglichkeit zurück (< 300 mm).

Unter den Niederschlagsverhältnissen im Thür. Becken ist davon auszugehen, dass die WUE von Sorghum bic. geringer als die von Mais ist.

Wasser-Ertrags-Beziehungen (Modellversuch Kleinlysimeter)



Es bestätigt sich das höhere Ertragsbildungspotenzial von Sorghum bic. im Vergleich zur Sudangrashybride Lussi (Sorghum bic. x sud.)

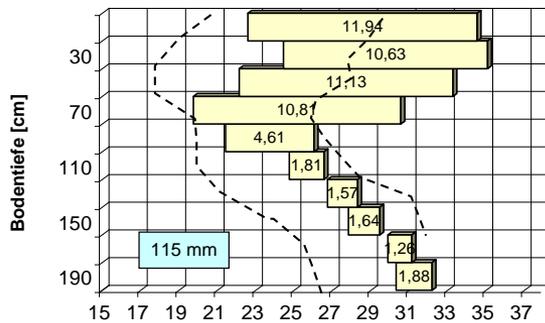
KWS Zerberus (Sorghum bic.) setzt das zugeführte Wasser effektiver in die TM-Bildung um als Lussi (Sorghum bic. x sud.) und weist damit eine bessere WUE auf.

Jedoch reagiert KWS Zerberus auf abnehmende Wasserversorgung mit einem stärkeren Ertragsrückgang als die Sudangrashybride.

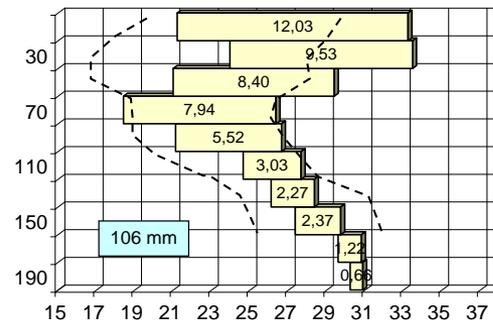
Bei geringem Wasserangebot gleichen sich die Erträge an.

Tiefe und Intensität der Bodenwasserausschöpfung

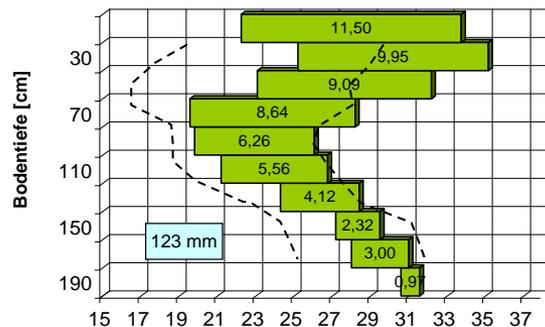
Mais (Atletico)



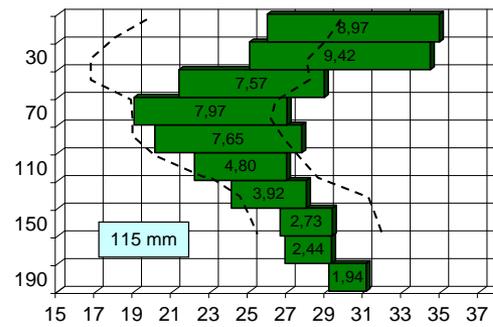
Mais (LG 32.16)



Sorgh. bic. x Sorgh. sud. (Lussi)



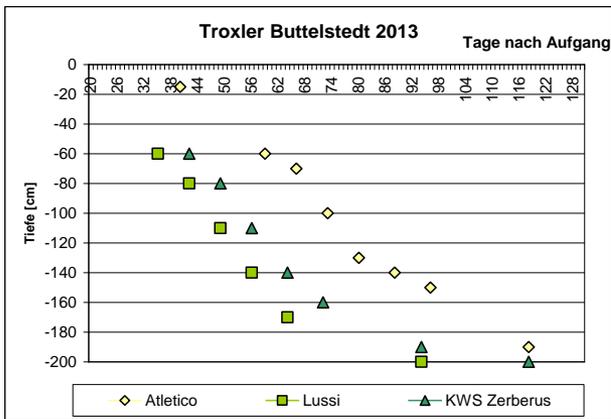
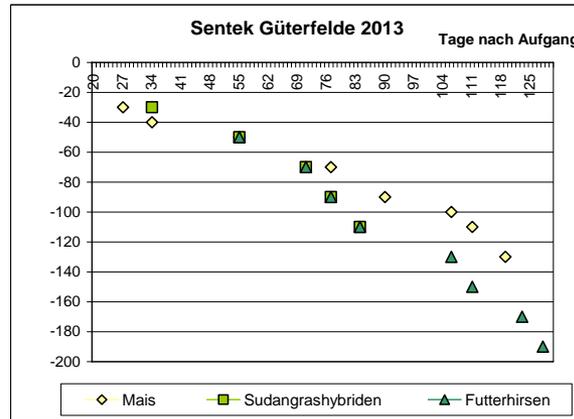
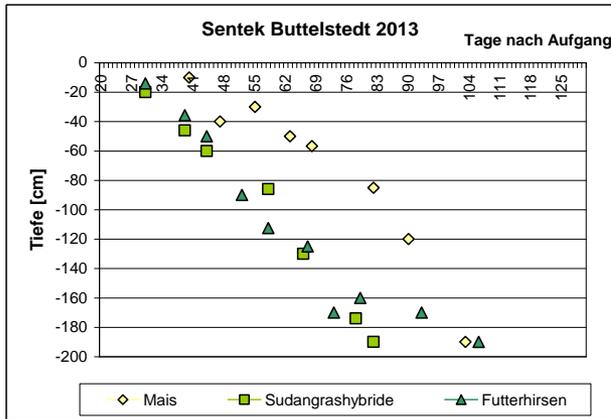
Sorgh. bic. (KWS Zerberus)



Bis in eine Tiefe von 120 cm war die Bodenwasserausschöpfung der drei Kulturen vergleichbar

Unterhalb 120 cm Tiefe nahm Sorghum bic. in der Regel mehr Bodenwasser auf als Sorghum bic. x sud. und Mais.

Zeitlicher Verlauf der Bodenwasserausschöpfung



Obwohl die Sorghumarten 25 d später zur Aussaat kamen, holten sie den Wurzeltiefgang von Mais ab Mitte August ein.

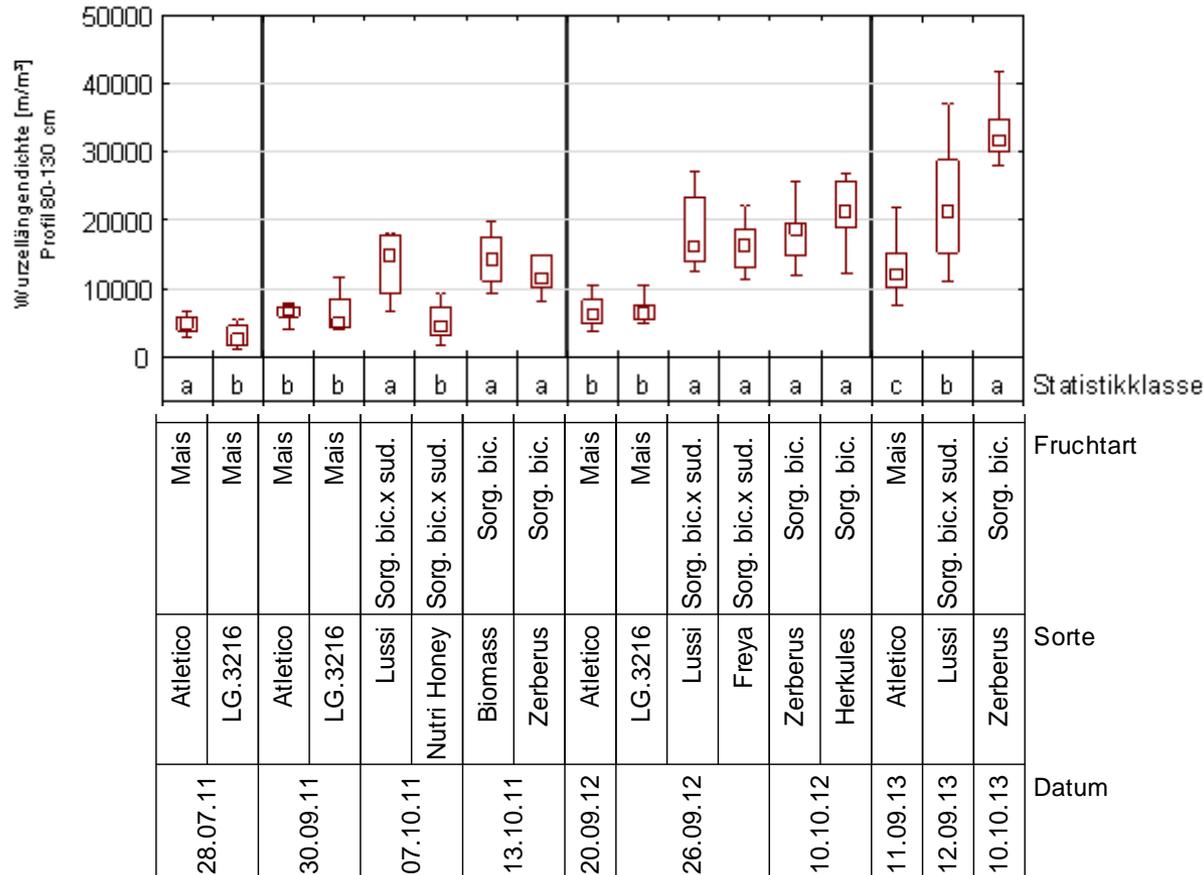
Im weiteren Verlauf übertrafen die Sorghum bic.-Sorten den Wurzeltiefgang von Mais und i.d.R. auch den von Sorghum bic. x sud..

Die Sorghum bic. x sud.-Sorten erzielten die geringsten Erträge, waren aber durch ihren im Vergleich zu Mais schnelleren Wurzeltiefgang in der Lage, sich in einem deutlich kürzeren Zeitraum in etwa die gleiche Bodenwassermenge zu erschließen und das für die Silierung erforderliche Entwicklungsstadium BBCH 71 mit einem TS-Gehalt >28 % zu erreichen.

Boden	Wasser- stufe	2008/09		2009/10		2010/11	
		Silomais	Sorghum bic.	Silomais	Sorghum bic.	Silomais	Sorghum bic.
NO ₃ -Konzentration des Sickerwassers mg NO ₃ /l							
Löß	1,0 PET	76	20	42	4	3	3
	0,6 PET	105	21	77	6	18	20
	0,3 PET	89	44	175	8	106	33
	∅	90	28	98	6	42	19
Sand	1,0 PET	127	29	83	22	39	36
	0,6 PET	109	88	107	51	68	33
	0,3 PET	104	126	110	81	95	110
	∅	113	81	100	51	67	60

Die im ersten Versuchsjahr deutlich höhere NO₃-Konzentration des Sickerwassers unter Mais im Vergleich zu Sorghum deutet auf das Potenzial der Pflanze mit dem im Vergleich zu Mais tieferen Wurzelsystem mehr N aus dem Unterboden aufzunehmen.

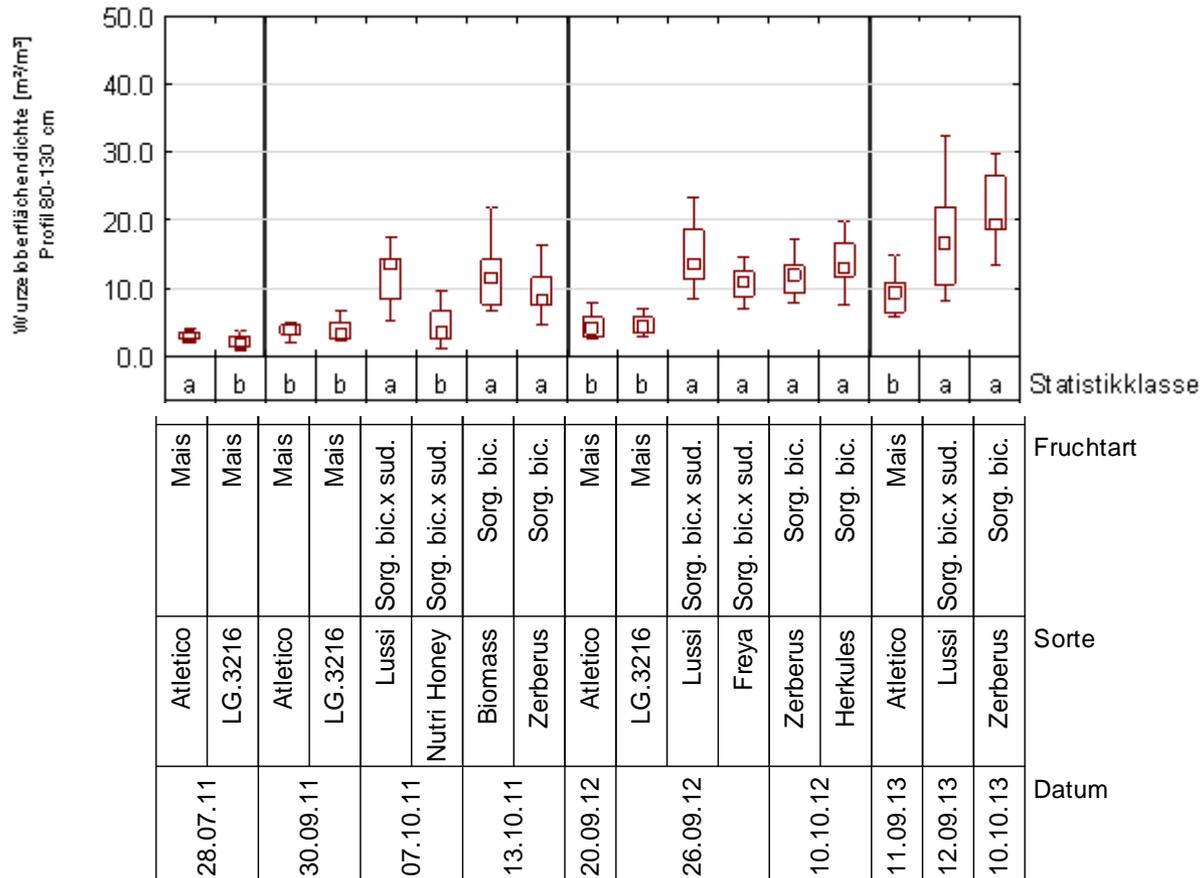
Wurzellängen-, Wurzeloberflächen- und Wurzelvolumendichte



Die deutlichsten Unterschiede zwischen den Mais- und Sorghumsorten trat im Bodenprofil in der Schicht zwischen 80 und 130 cm auf.

Für alle Jahre und fast alle Parameter wurden signifikant niedrigere Wurzellängendichten, -oberflächendichten und -volumendichten für die Maissorten nachgewiesen.

Wurzellängen-, Wurzeloberflächen- und Wurzelvolumendichte

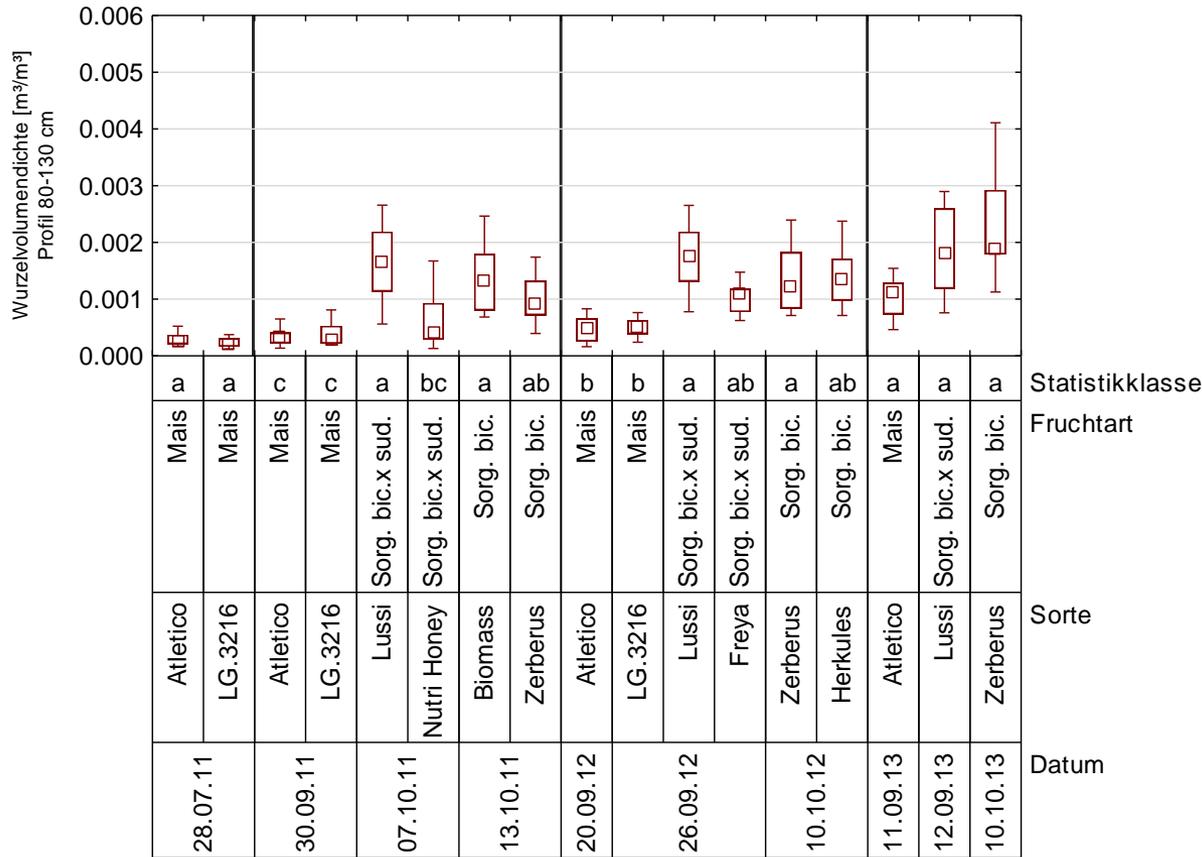


Das ist vermutlich auf die unterschiedlichen Wuchsformen der Wurzeln von Mais und Sorghumarten zurückzuführen.

Die Sorghumarten gehören dem allorhizen Bewurzelungstyp an, der eine Hauptwurzel mit ausgeprägten Seitenwurzeln bildet.

Die Wurzeln des Mais sind homorhiz und bilden überw. Hauptwurzeln ohne radial verlaufende Seitenwurzeln.

Wurzellängen-, Wurzeloberflächen- und Wurzelvolumendichte



Humusäquivalente von Sorghumhirsen im Vergleich zu Energiemais (Kuka, Franko, 2014)

Fruchtart	VDLUFÄ
	Humusäquivalente
Energiemais	-140
Sorghum bicolor	+140
Sorghum bicolor x sudanense	+260
Winterweizen	-280
Zuckerrübe	-760
Grünland	+600

Den mit Abstand größten Anteil zur Humusreproduktion tragen die Wurzeln bei gefolgt von Stoppel und Streu.

Bei Gesamtbetrachtung von Wurzel- und Stoppelrückständen wird die Reproduktion an OS von der Menge der Stoppelrückstände bestimmt, die wiederum eng mit der Aussaatstärke korreliert.

- Entzerrung von Arbeitsspitzen bei Aussaat und Ernte
- Zweitfrucht-Anbau möglich
- effiziente Verwertung von Gärresten/Gülle im Juni noch möglich

Auf Standorten mit guter Wasserversorgung und günstigen Temperaturverhältnissen insbes. während der Jugendperiode können Sorghum bic.-Sorten an den Ertrag des Mais heranreichen und diesen übertreffen.

Bei geringem Wasserangebot ist Sorghum bic. x sud. nicht mehr wesentlich dem Ertrag von Sorghum bic. und Mais unterlegen und deshalb v.a. für den Anbau in niederschlagsarmen Regionen und als Zweitfrucht geeignet.

Die Sorghumarten weisen ein tieferes Bodenwasseraneignungsvermögen auf als Mais und sind in der Lage, sich in einem deutlich kürzeren Zeitraum das Bodenwasser zu erschließen, was ihnen eine bessere Trockentoleranz verleiht.

Die Sorghumarten entwickeln vor allem im Unterboden (> 80 cm Tiefe beim tiefgründigen Lößboden) eine intensivere Durchwurzelung als Mais und erhöhen damit die Bodenfruchtbarkeit.

Damit im Zusammenhang ist die stärkere Senkung der N-Auswaschung bei Anbau von Sorghumarten im Vergleich zu Energiemais zu sehen.

Sorghumarten sind Humusmehrer, insbesondere die Sudangrashybride. Mais gehört dagegen zu den Humuszehmern.