

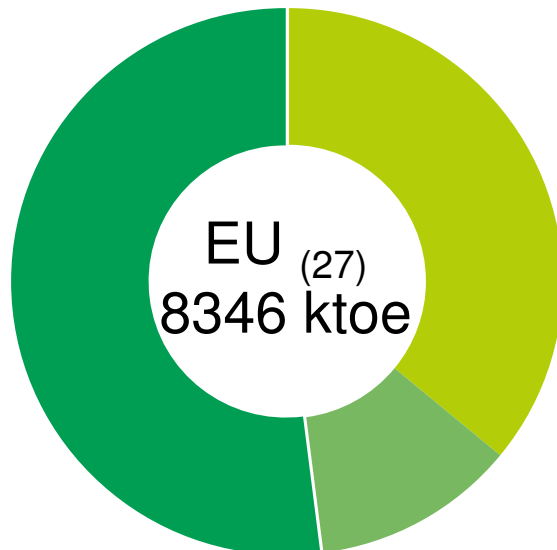
Sorghum für Biogas



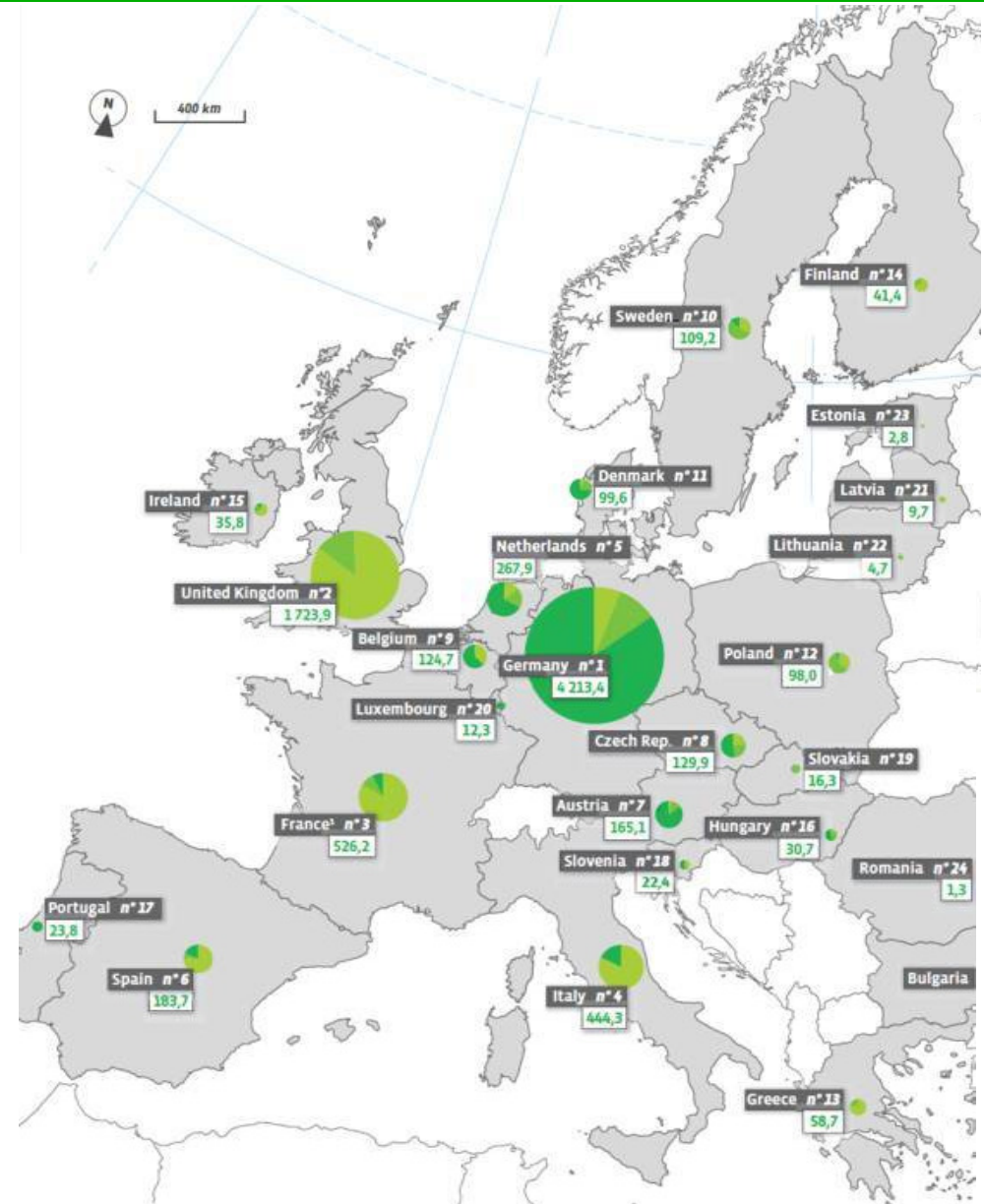
Primärenergieproduktion aus Biogas, 2009

- Deponiegas
- Klärgas
- Biogas Landwirtschaft

Einheit: ktoe



Quelle: EURObservER 2010



Einspeisevergütung für Erneuerbare Energie nach EEG

Technologie	Einspeisevergütung €-Cent/ kWh			Vergütungs- anspruch (Jahre)	Degression
	2000	2004	2008		
Wasserkraft	6,65 – 7,67	3,70 – 9,67	3,50 – 12,67	15-20	0% 1% >5 MW
Bioenergie	8,69 – 10,23	8.40 – 21,50	7.79 – 28,67	20	1%
Geothermie	7,16 – 8,95	7,16 – 15,00	10,50 – 27,00	20	1%
Windenergie (onshore)	6,19 – 9,10	5,50 – 8,70	5,05 – 9,70	20	1%
Windenergie (offshore)	6,19 – 9,10	6,19 – 9,10	3,50 – 15,00	20	5% (2015)
Photovoltaik	50,62	45,70 – 62,4	31,94 – 43,01	20	10% 9% (2011)

Ziel des EEG, den Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromversorgung bis 2020 auf mindestens 30 % und danach kontinuierlich weiter zu erhöhen



Einspeisevergütung Biogas nach EEG

Einspeisevergütung (€-Cent/ kWh)	Biogas 2009	Biogas 2011
Basistarif		
≤ 150 kWel.	11,67	11,44
≤ 500 kWel.	9,18	9,00
≤ 5 MWel.	8,25	8,09
Bonus		
NaWaRo (≤ 500 kWel.)	7,00	6,86
NaWaRo (≤ 5 MWel.)	4,00	3,92
Landschaftspflegematerial (≤ 500 kWel.)	2,00	1,96
Gülle ≥30% (≤ 150 kWel)	4,00	3,92
Gülle ≥30% (≤ 500 kWel)	1,00	0,98
Technologiebonus (≤ 5 MWel.)	2,00	1,96
Formaldehydgrenzwert (≤ 500 kWel.)	1,00	0,98
KWK	3,00	2,94
Biogaseinspeisung (Anlagen bis 300 Nm ³ /h)	2,00	1,96
Biogaseinspeisung (Anlagen bis 700 Nm ³ /h)	1,00	0,98

Rot markierte Werte sind kombinierbar und bilden in der Summe die höchstmögliche Vergütung



Maisflächen der einzelnen Landkreise in Bayern 2009

Maisflächen in den
Landkreisen

unter 1000 ha Maisfläche

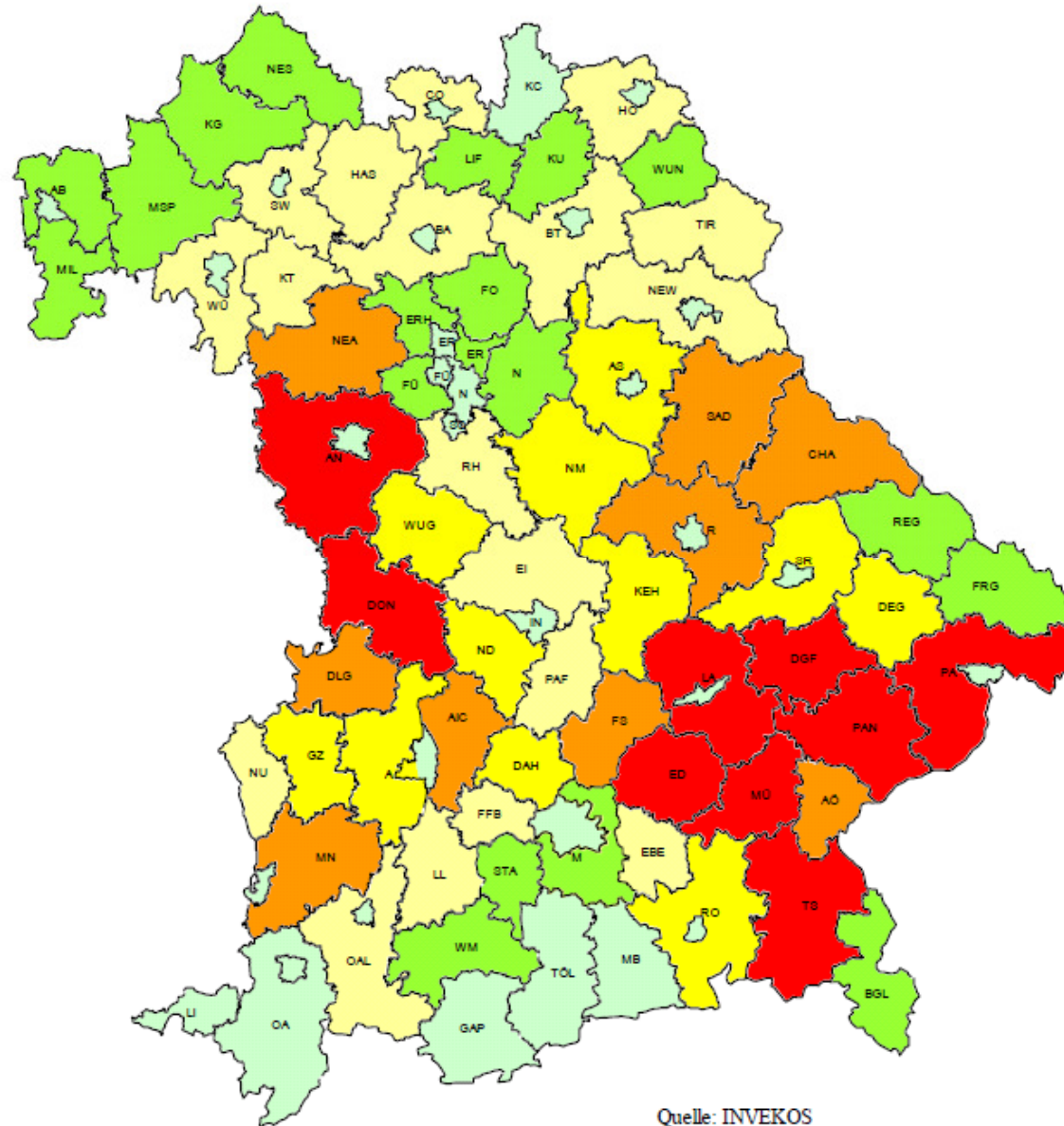
1000 – 3000 ha Maisfläche

3000 – 6000 ha Maisfläche

6000 – 9000 ha Maisfläche

9000 – 12000 ha Maisfläche

über 12000 ha Maisfläche



Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera* LeConte)



Umgebrochene Maispflanzen durch Larvenfraß an den Wurzeln



Fraß an Narbenfäden beeinträchtigt die Kornbildung

Quelle: http://www.lfl.bayern.de/ips/blattfruechte_mais/30839/index.php

Fruchtfolgerestriktionen durch Maiswurzelbohrer

EU-weit als Quarantäneschaderreger eingestuft

Strategien:

1. Ausrottung bei Fund eines Käfers in einem bisher befallsfreien Gebiet
 - Meldepflicht bei Auftreten/ Verdacht an Pflanzenschutzdienst
 - Monitoring mit Pheromonfallen
 - **Befallszone:** min. 1 km Radius rund um das Befallsfeld;
 - Insektizideinsatz und Monitoring
 - **Anbauverbot von Mais für mind. 2 Jahre nach dem letzten Fund**
 - **Sicherheitszone:** Umkreis von min. 5 km um die Befallszone;
 - u.a. Anbau von Mais **nur in 2 von 3 aufeinanderfolgenden Jahren** gestattet
2. Eingrenzung nach Etablierung in einem Gebiet:
 - u.a. Anbau von Mais **nur in 2 von 3 aufeinanderfolgenden Jahren** gestattet



Aktuelle Probleme im Energiepflanzenanbau (Biogaspfad)



- Ausweitung des Silomaisanbaus
 - Öffentliche Wahrnehmung: „Vermaisung“ der Landschaft“
 - enge Fruchtfolgen mit negativen Auswirkungen auf Krankheitsdruck, Bodenstruktur und Humusbilanz
- Forderung nach Diversifizierung von Fruchtfolgen
 - Anbau alternativer Kulturen
 - *Sorghum*: trockenheitsresistent, massewüchsig
 - Mischfruchtanbau
 - Risikominimierung durch flexible Anpassung an unterschiedliche Wachstumsbedingungen
 - Höhere Ressourcenausnutzung
 - verstärkter Zwischenfruchtanbau



Steckbrief Sorghum

- C₄-Pflanze
- 3 bis 5 Meter hohe Halme
- Im Habitus ähnlich wie Mais (keine Kolben)
- Kälteempfindlicher, dafür trockenheitstoleranter als Mais



Mais „Salgado“

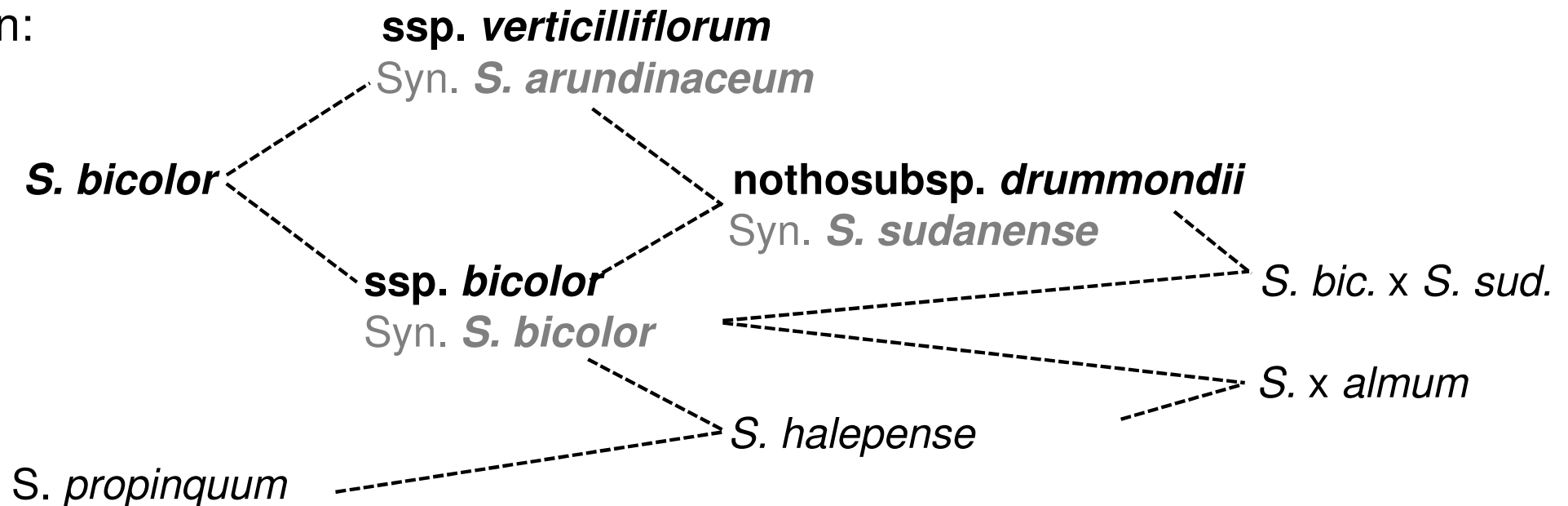
S. bicolor (F) „Maja“



Systematik von Sorghum

Abteilung: *Spermatóphyta* - Samenpflanzen
Unterabteilung: *Angiospérmae* - Bedecktsamer
Klasse: *Monocotyledóneae* - Einkeimblättrige
Unterklasse: *Farinósae (Commelínidae)* - Mehlsamige
Ordnung: *Poáles* - Süßgrasartige (*Gramináles*)
Familie: *Poáceae* - Süßgräser
Gattung: *Sorghum*

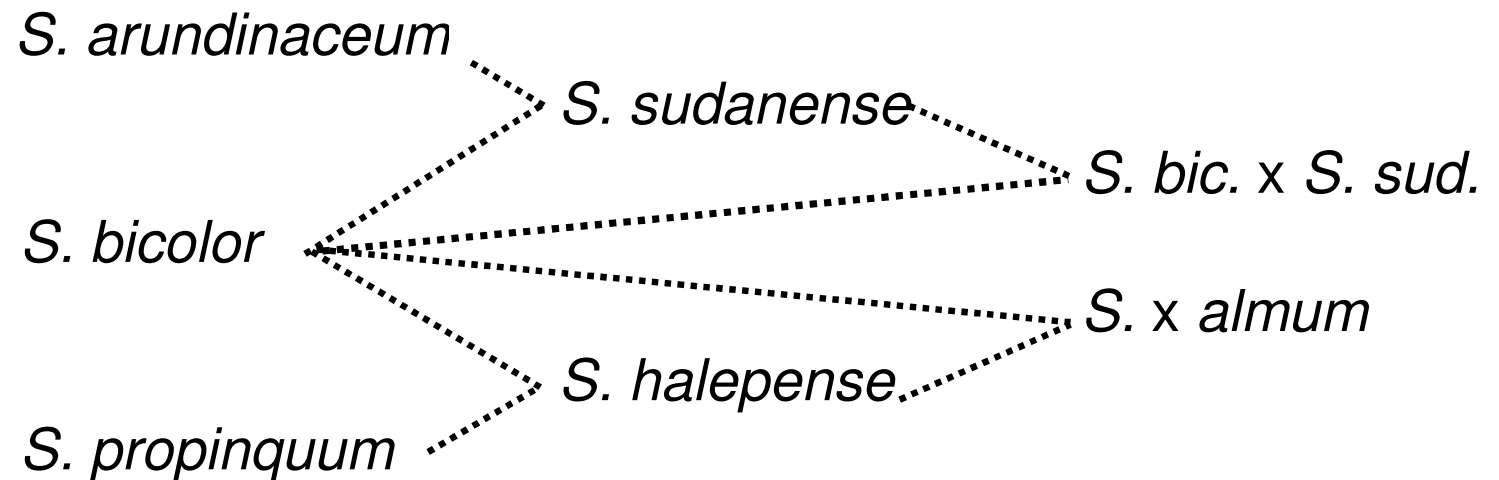
Arten:



Systematik von Sorghum

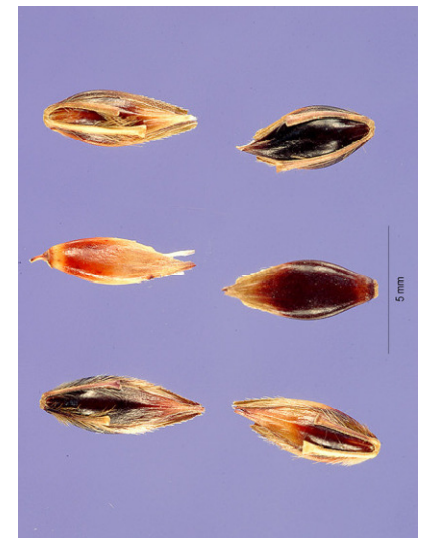
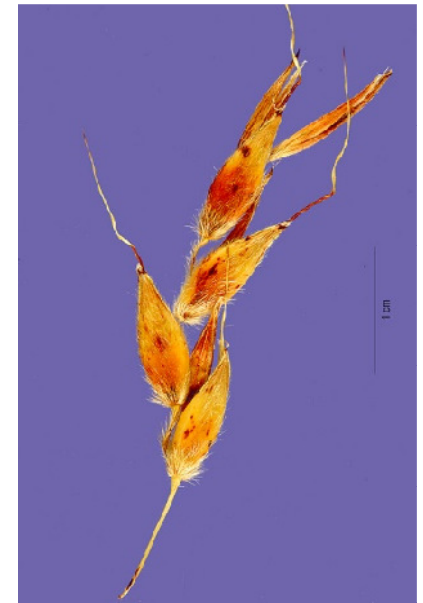
Im Folgenden verwendete Einteilung:

Arten:



Sorghum arundinaceum (Desv.) Stapf

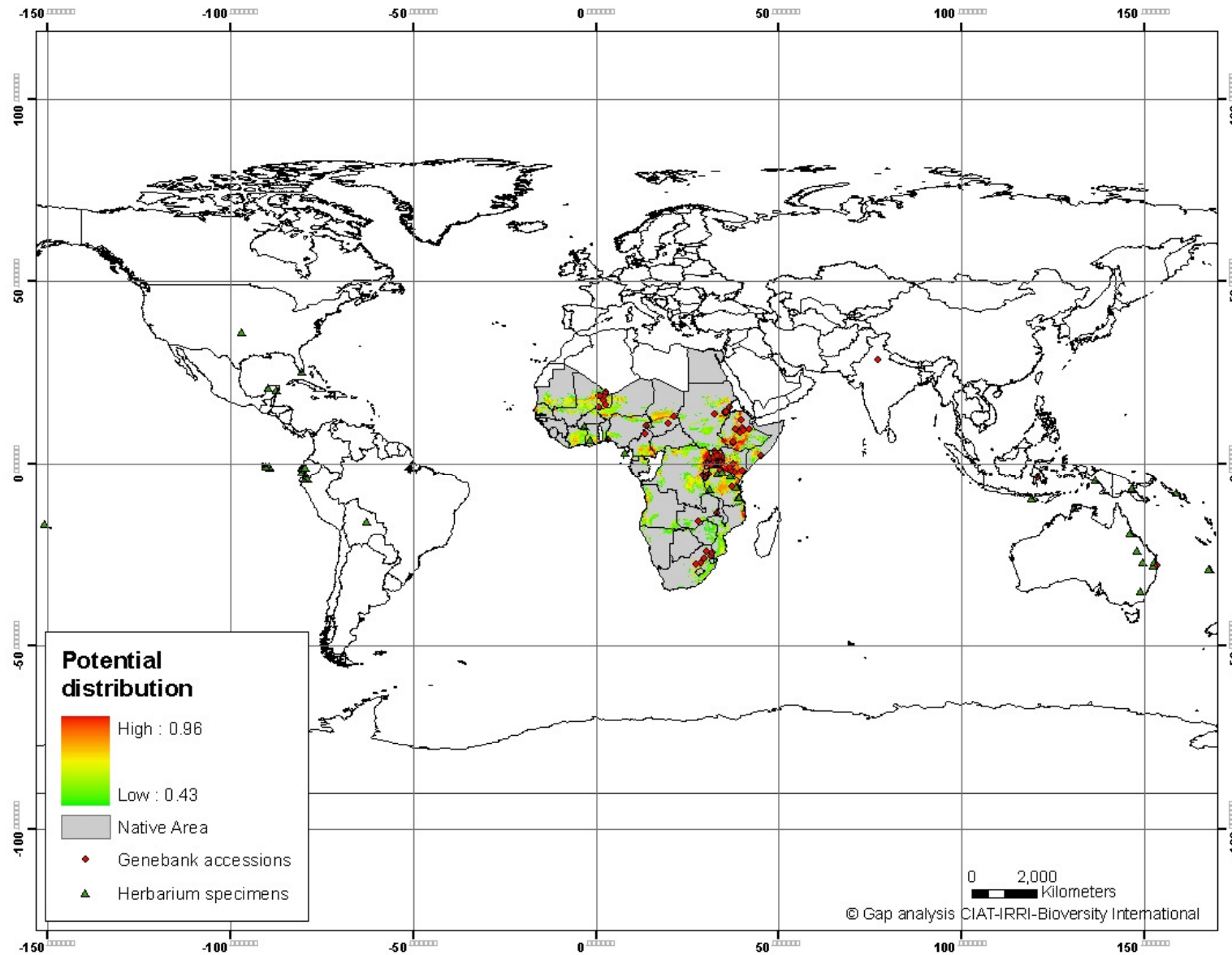
- = *Sorghum bicolor* (L.) Moench subsp. *verticilliflorum* (Steud.) de Wet ex Wiersema & J. Dahlb.
- Gene sources [Amer. J. Bot. 65 (1978).- p. 482]:
 - primary genetic relative of sorghum/ progenitor of sorghum
- Alle einjährigen domestizierten Formen von Sorghum gehen auf *S. arundinaceum* zurück und werden unter *S. bicolor* (= *Sorghum bicolor* (L.) Moench subsp. *bicolor*) gefasst
- 3 Rassen:
 - *arundinaceum* (tropische Waldgebiete West Afrikas)
 - *verticilliflorum* (Afrika südlich der Sahara)
 - *aethiopicum* (nordafrikanische Savannengebiete)



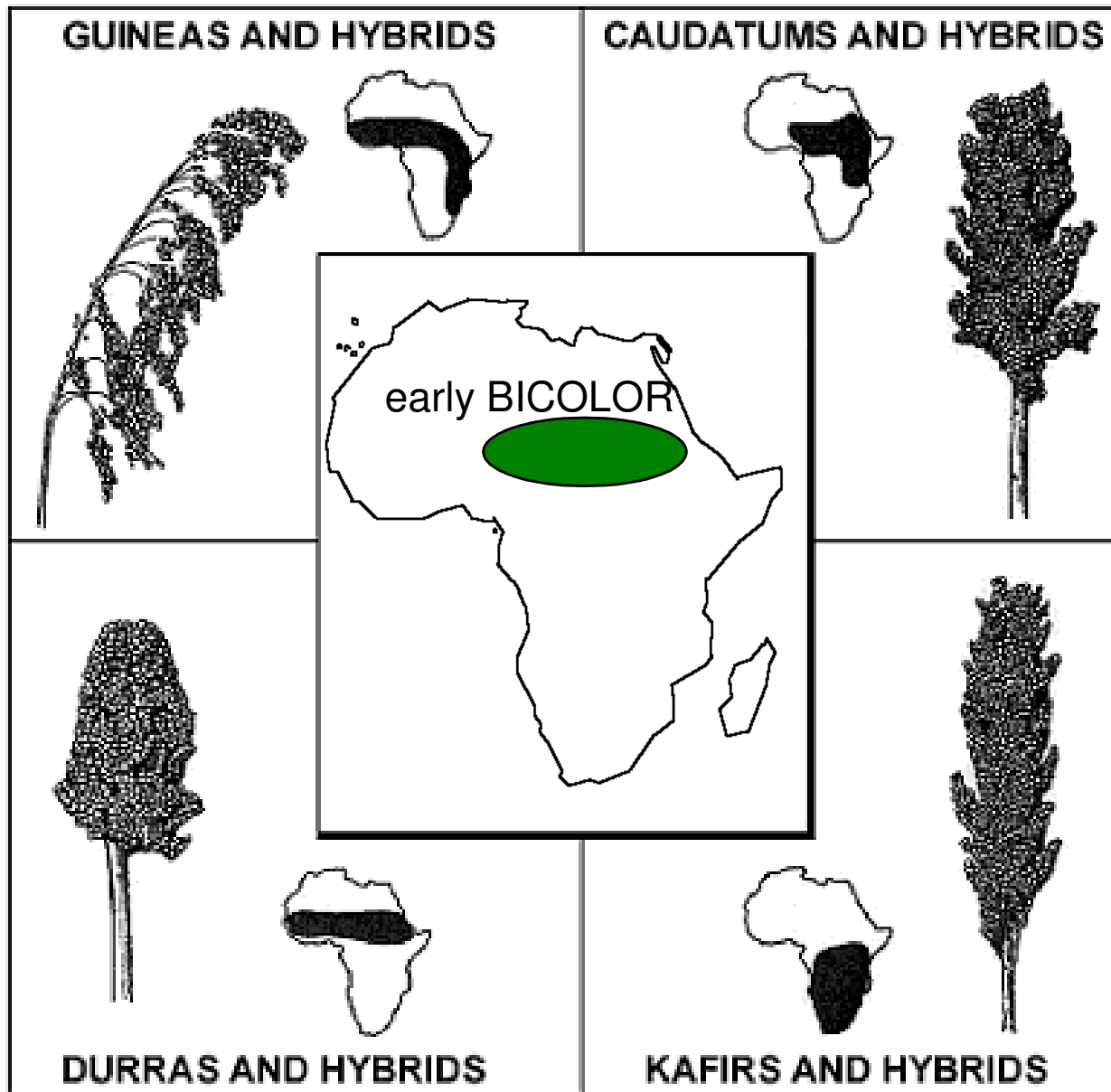
Fotos: Tracey Slotta



Verbreitungsmodell für *Sorghum arundinaceum*



Domestizierung von *Sorghum bicolor*



5 Rassen von *S. bicolor*:

- **Bicolor-Rasse** primitivste mit ältestem Nachweis von 6.000 v. Chr. im südlichen Ägypten; aus *verticilliflorum*-Wildrasse entstanden
- **Guinea-Rasse** seit 3.000 v. Chr.; möglicherweise unabhängig aus *arundiacum*-Wildrasse (Waldgras Westafrikas) hervorgegangen
- **Kafir-Rasse** durch Selektion aus früher Bicolor nach Ankunft mit Bantu-Völkern im Süden
- **Durra-Rasse** aus früher Bicolor durch Anpassung an trockene Habitate oder aus *aethiopicum* Wildrasse
- **Caudatum-Rasse** als jüngste und assoziiert mit Chari-Nile-Völkern aus früher Bicolor entstanden, beste agronomische Eigenschaften

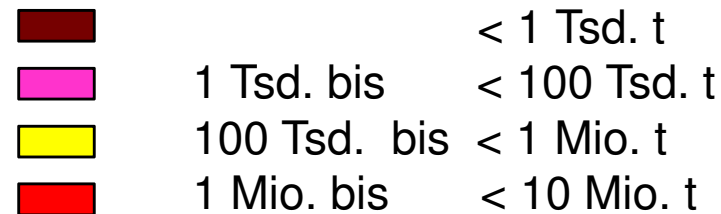
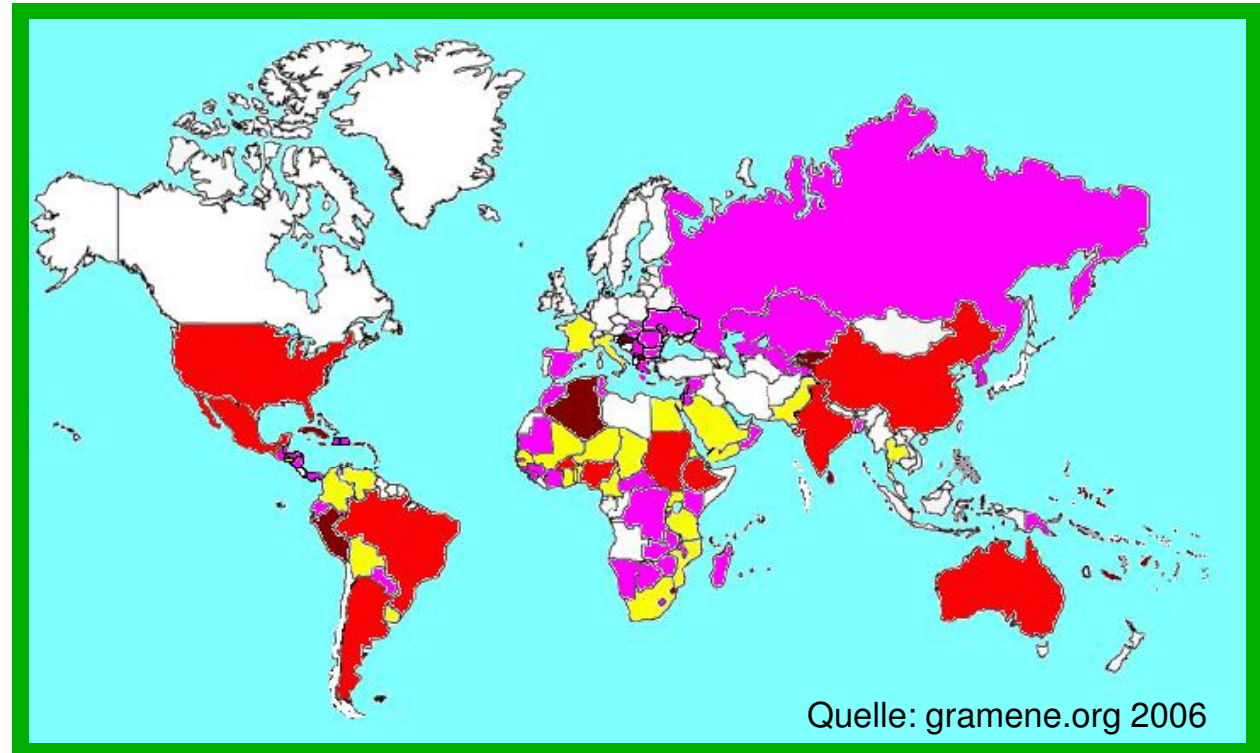
Quelle: nach J. Hancock und J. Dahlberg



Globale Bedeutung von *Sorghum bicolor*

- In Nordwest-Indien seit etwa 2.500 v. Chr. (noch vor Entstehung der Caudatum-Rasse)
- Mit „muslimischer landwirtschaftlicher Revolution“ (10. Jh.) Verbreitung in der Arabischen Welt und von dort u.a. nach Südeuropa
- In China seit dem 13. Jh.
- Vermutlich mit dem Sklavenhandel nach Amerika
- Gezielte züchterische Bearbeitung in den USA seit 1930

Aktuelle Hauptanbauggebiete



Nutzungstypen von *Sorghum bicolor*

Körnertyp:

- ca. 2,5 bis 3 m Wuchshöhe; moderne Sorten für mechanisierten Mähdrusch auch deutlich kürzer
- Nutzung in Afrika, Indien, Asien überwiegend als Nahrungsmittel und in den Industrieländern als Futtermittel
- Stoffliche/ energetische Nutzung von Stärke (Ethanol) und Eiweiß („Kafirin“)

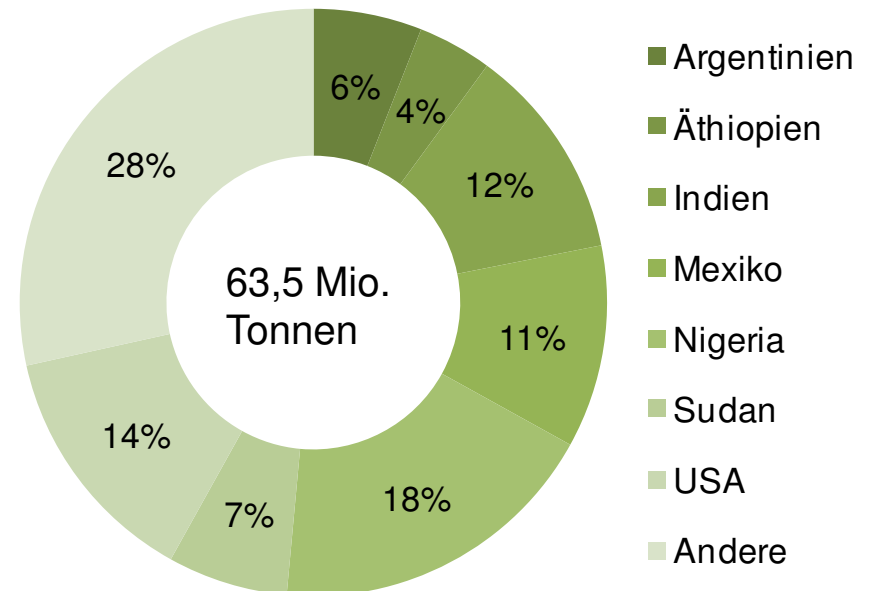
Hirsebrei (*tuwo*) in Westafrika



Foto: T. Piontke, office 29



Futterwert von Sorghumkörnern bei 13,13 MJ ME



Weltweite Körnersorghumproduktion im Jahr 2010 Quelle: USDA 2010



Nutzungstypen von *Sorghum bicolor*

Futtertyp:

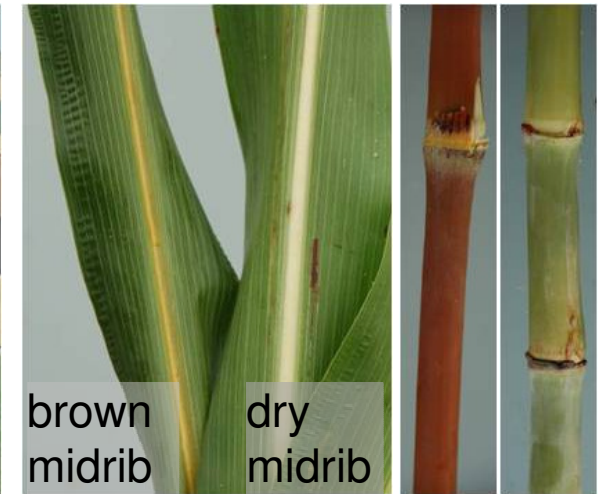
- Massenwüchsige Sorten mit Pflanzenlängen bis 5 m
- Qualitätszüchtung: niedriger Ligningehalt (bmr-Sorten)
- Gute Siliereigenschaften
- Schwaches Wiederaustriebsvermögen erlaubt nur eine einschnittige Nutzung
- Hoch zuckerhaltige Sorten für Sirup oder Ethanol nach dem Zuckerrohrverfahren



Integration in bestehende Anbausysteme unproblematisch



Mit dem Silomais vergleichbare Biogaserträge



Qualitätszüchtung: bmr-Sorten



Weitere geeignete Sorghum- Arten

Dünnstängelig, schmalblättrig, stark bestockend; Nutzung als Weide, mehrschnittig für Heu oder Silage



S. sudanense

Große Variabilität in Stängeldicke, Blattbreite und Bestockungsneigung; Nutzung als Weide, Heu oder Silage



S. sudanense x S. bicolor

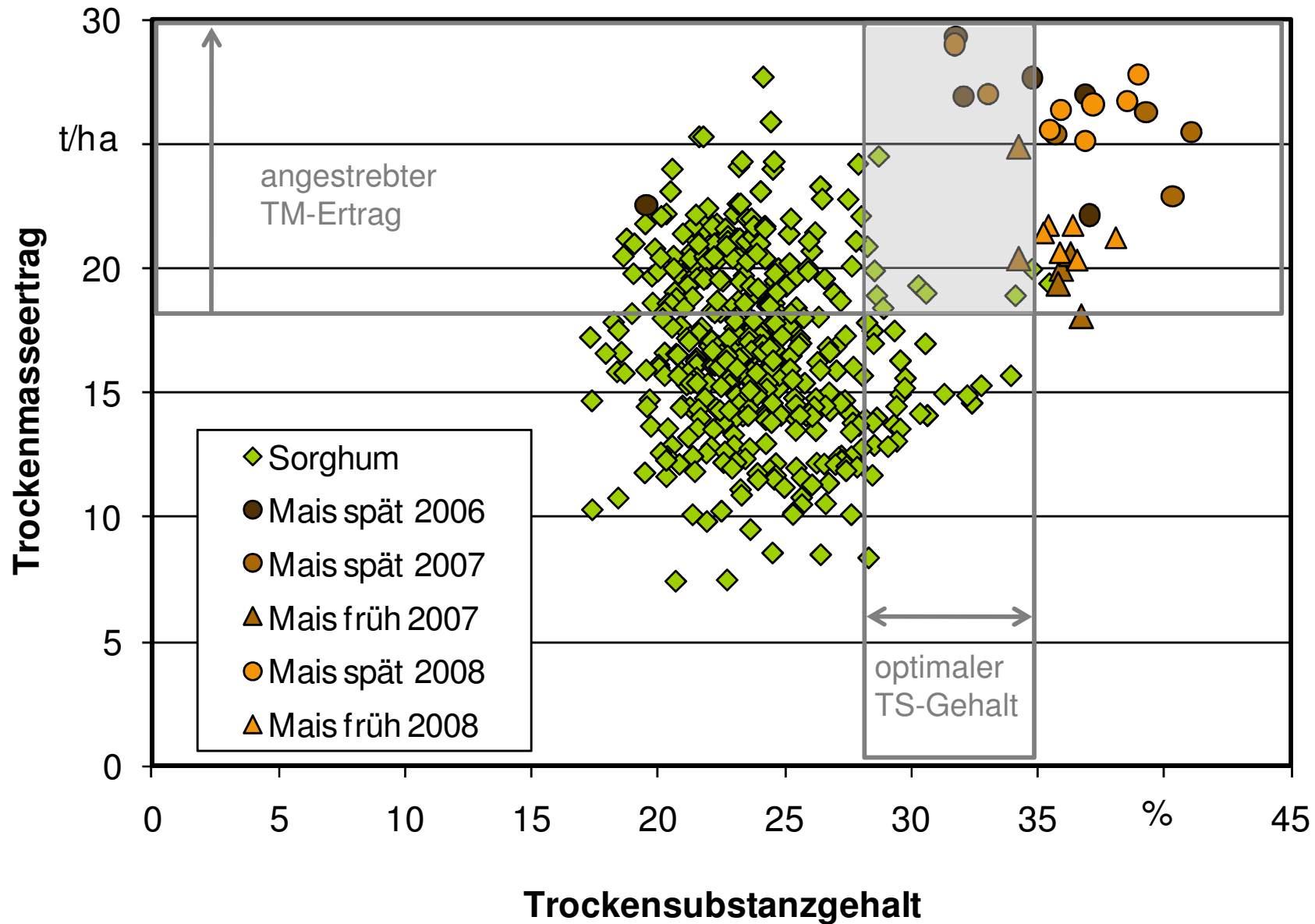


Forschungsarbeit zu *Sorghum* für Biogaspfad am TFZ

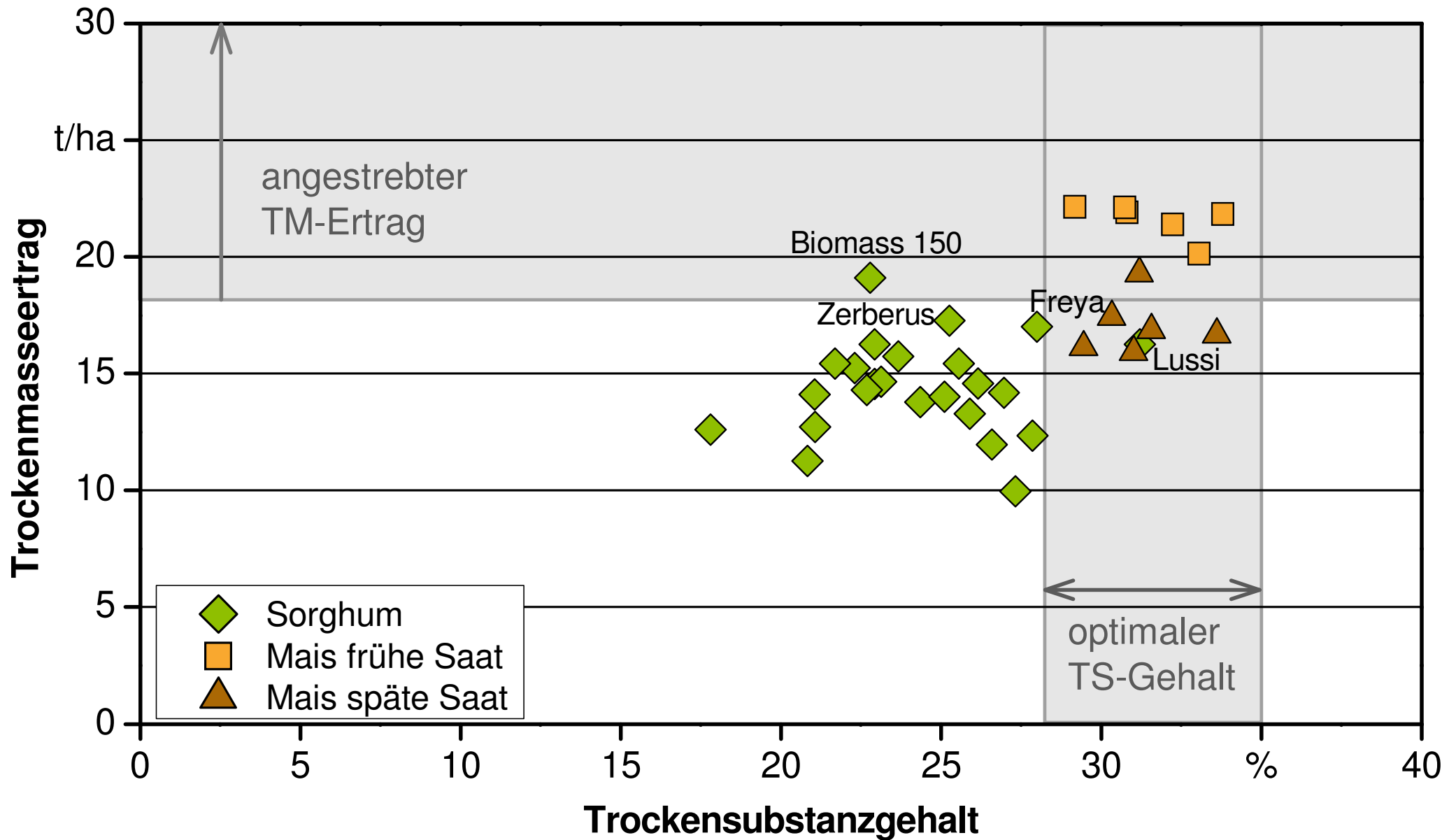
- Prüfung der Anbaueignung von Sorten der Arten *S. bicolor*, *S. sudanense* und *S. bicolor* x *S. sudanense* unter bayerischen Standortbedingungen
- **Kriterien für die Anbaueignung sind:**
 - Hohes Ertragspotenzial
 - Erreichen silierfähiger Trockensubstanzgehalte
 - Wertbestimmende Inhaltsstoffe
 - Hohe Nährstoffeffizienz
 - Gute Kältetoleranz
 - Hohe Standfestigkeit
- Entwicklung nachhaltiger, standortangepasster Produktionsverfahren
- Finanziell gefördert durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten



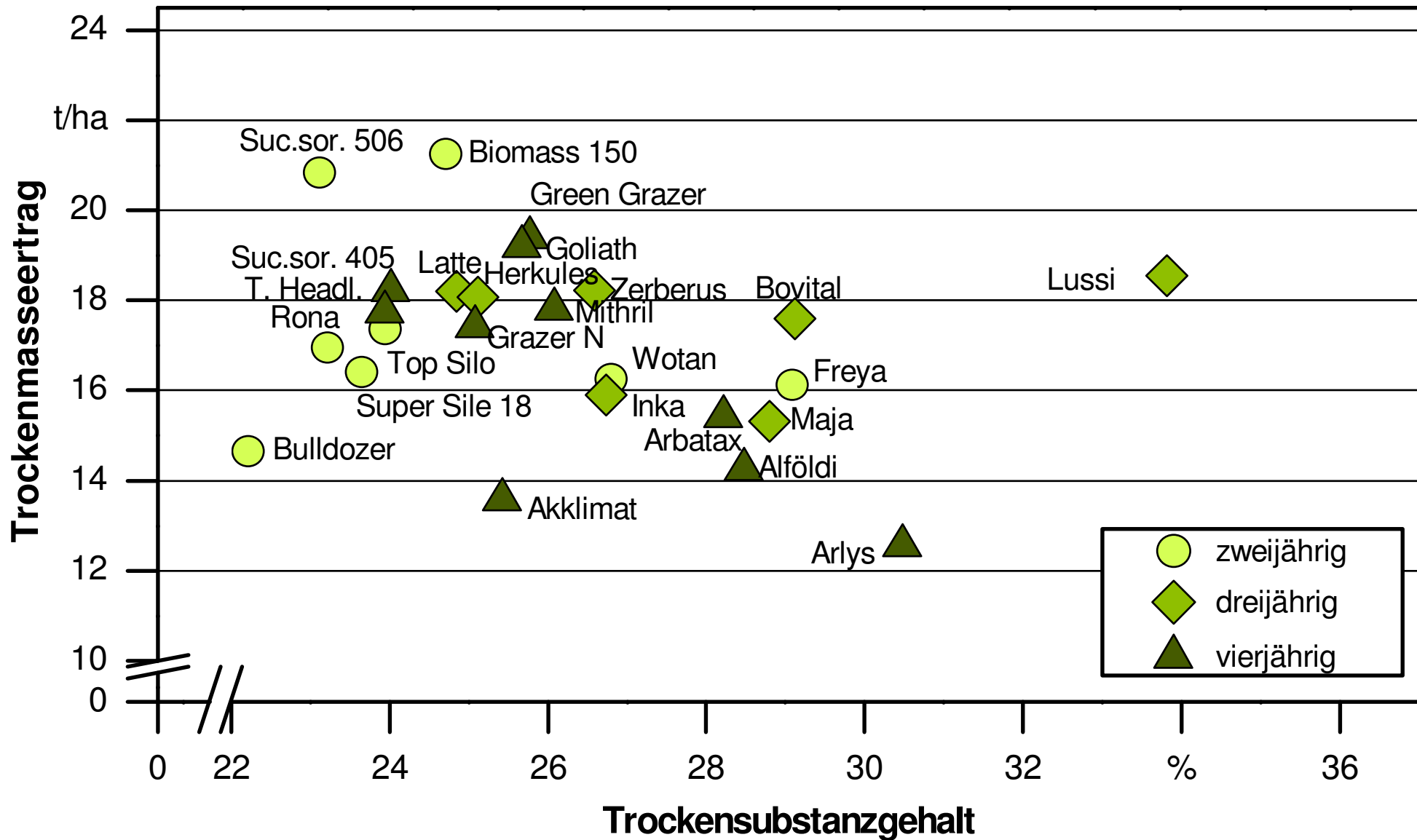
Sortenscreening 2006 bis 2008 – Standort Straubing



Sortenscreening 2010 – Standort Straubing



Sortenscreening mehrjährig – Standort Straubing



Bayernweiter Sortenvergleich – Standortkennwerte 2010

Standorte	Euerhausen	Straubing	Neuhof	Almesbach
Kennwerte				
Region	Fränkisches Gäu	Straubinger Gäu	Südlicher Jura	Ostbayrisches Mittelgebirge
Höhe über NN [m]	310	330	500	430
Bodenart	uL	uL	sL	IS
Ackerzahl	80	76	62	36
Niederschlag JS [mm]	658	720	764	672
Temperatur JM [°C]	9,1	8,5	7,6	7,7
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 zugrunde gelegt und mit einer Basistemperatur von 10 °C an Sorghum angepasst (www.lfl.bayern.de/ipz/mais/08509/).

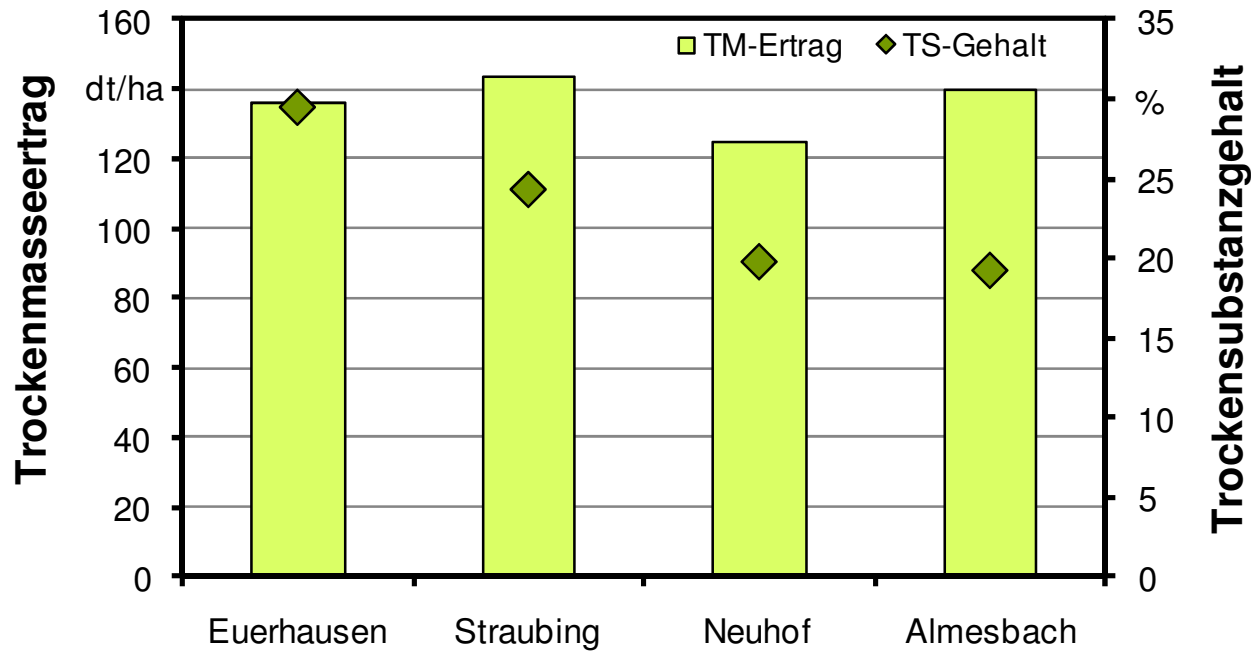


Bayernweiter Sortenvergleich – Genotypen 2010

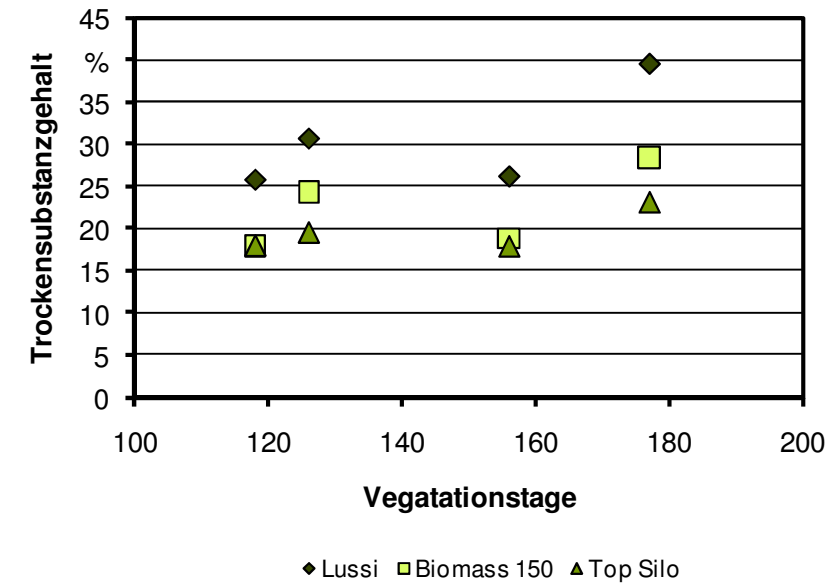
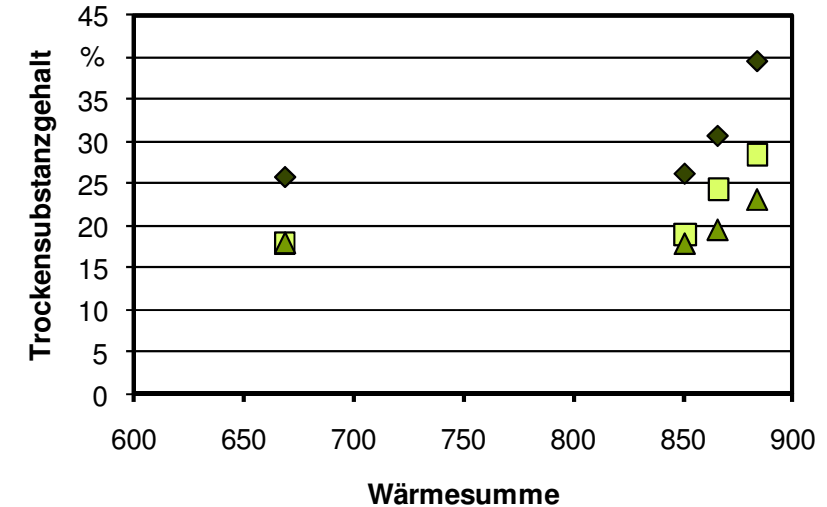
Anbau- nummer	Sorte	Sorghumart	Reifegruppe	Prüfjahre
1	Top Silo	<i>S. bicolor</i> Dual	mittelspät	2
2	Biomass 150	<i>S. bicolor</i> Futter	mittelspät	1
3	Herkules	<i>S. bicolor</i> Futter	mittelspät	2
4	Goliath	<i>S. bicolor</i> Futter	mittelspät	>3
5	Maja	<i>S. bicolor</i> Futter	mittelfrüh	2
6	Zerberus	<i>S. bicolor</i> Futter	mittelfrüh	2
7	Sucrosorgo 405	<i>S. bicolor</i> Futter	mittelspät	3
8	Lussi	<i>S. bic. x S. sud.</i>	früh	>3
9	Mithril	<i>S. bic. x S. sud.</i>	mittelfrüh	>3
10	Green Grazer	<i>S. bic. x S. sud.</i>	mittelspät	>3
Anhang	Buggy	<i>S. bicolor</i> Dual	spät	1



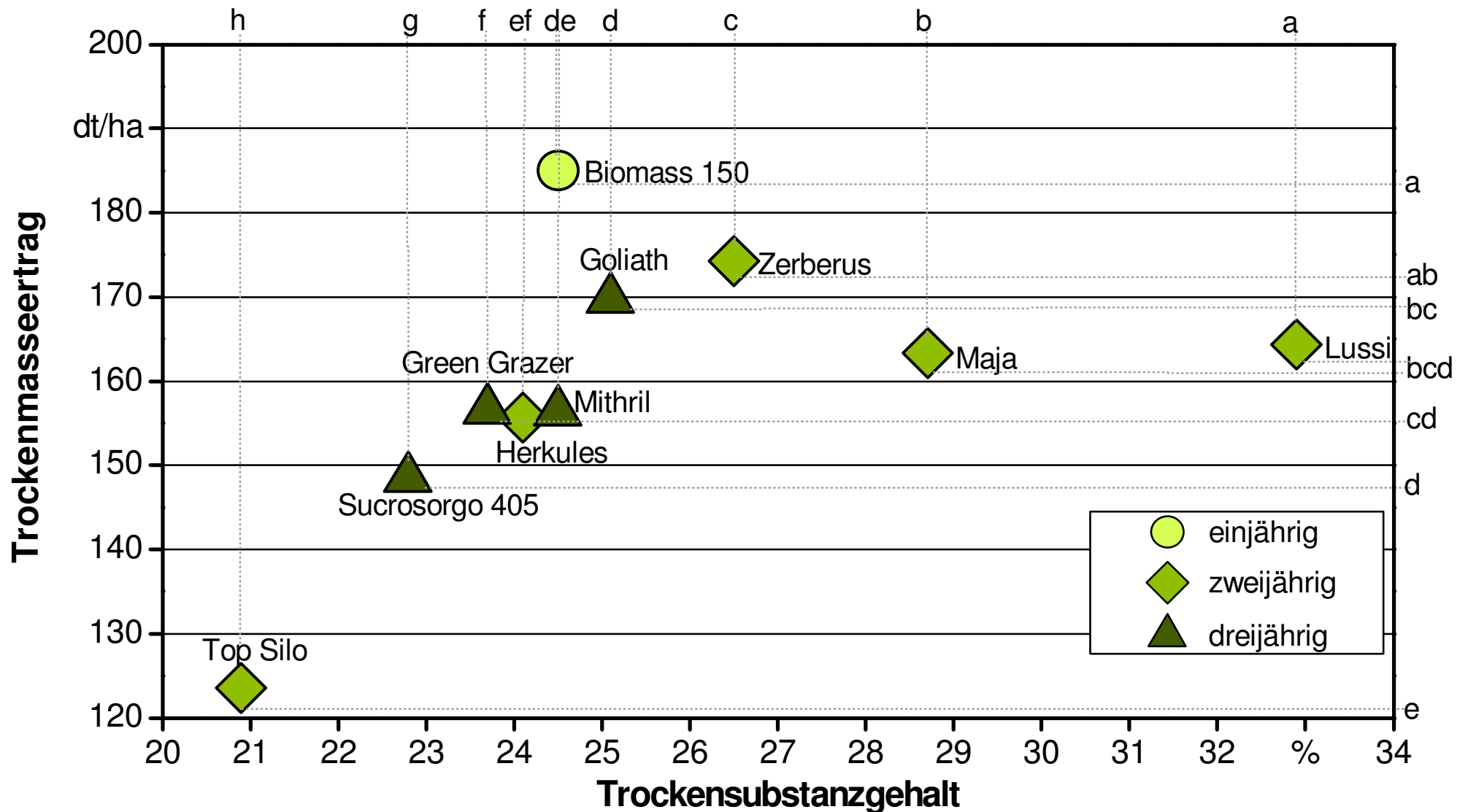
Mittlere Ertragsparameter an den Versuchsstandorten 2010



- Keine Korrelation zwischen TM-Erträgen und einem der Standortfaktoren
- TS-Gehalte korrelieren eher mit der Wärmesumme, als der Anzahl an Vegetationstagen
- Sortenunterschiede im Wärmebedarf für die Abreife



Bayernweiter Sortenvergleich – mehrjährige Ergebnisse

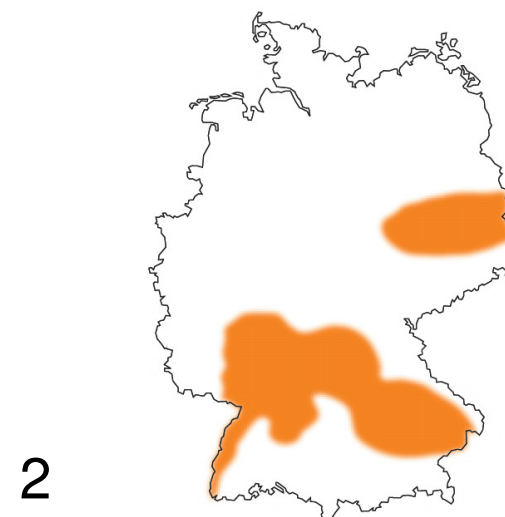
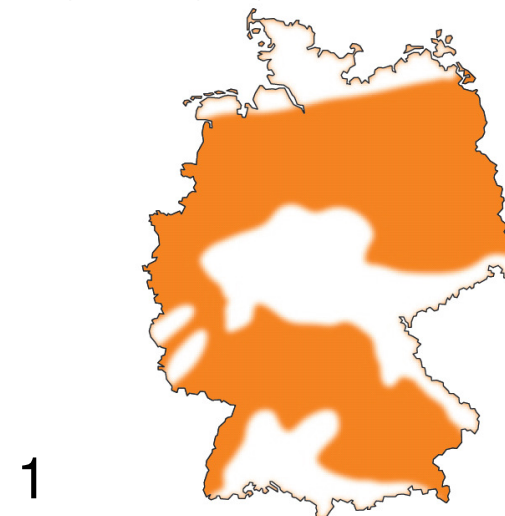


Einordnung von Sorghum nach Reifegruppen

Sorte	Reifegruppe	Eignung	
		FF-Stellung	Gebiet
<i>S. bicolor</i>			
Maja	mittelfrüh	Z	1
Arbatax	mittelfrüh	Z	1
Goliath	mittelspät	H	2
Herkules	mittelspät	H	2
Sucrosorgo 405	mittelspät	H	2
Bulldozer	spät	H	2
Supersile 20	spät	H	2
<i>S. bicolor</i> x <i>S. sudanense</i>			
Lussi	früh	Z	1
Inka	mittelspät	H	2
Green Grazer	mittelspät	H	2
Jumbo	spät	H	2

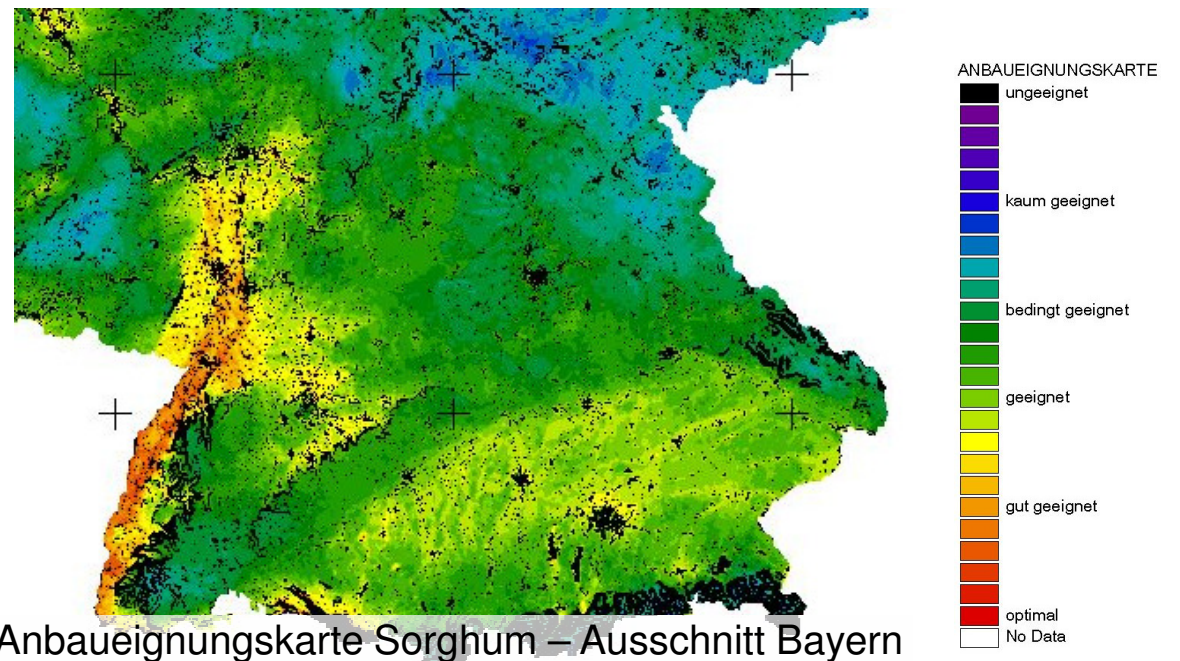
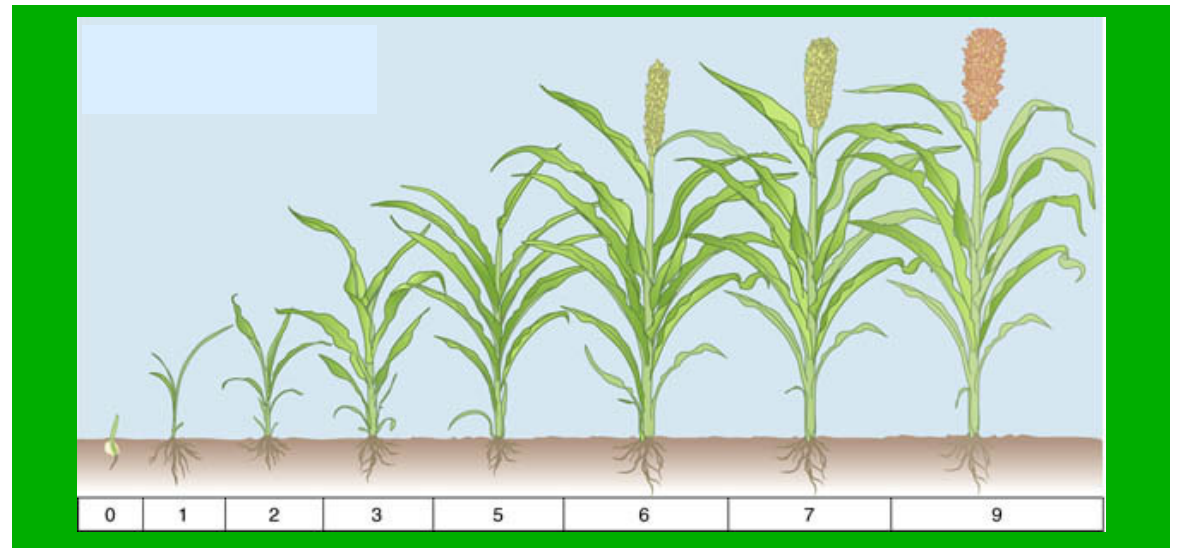
Z= Zweitfruchtstellung möglich, H= nur Hauptfruchtstellung

Eignungsgebiete nach KWS



Präzisierung der Reifegruppen und Eignungsgebiete

- Zugrundlegung des Reifeprognosemodells von Mais nach AGPM und mit einer Basistemperatur von 10 °C an Sorghum angepasst
- Ermittlung der notwendigen Temperatursumme zum Erreichen von markanten BBCH-Stadien für die Prüfsorten
- Gruppierung der Sorten mit statistischen Methoden
- Zuweisung der Reifegruppen zu Anbaueignungsgebieten



Problem: TS-Gehalte zur Ernte



Zuchtziel: Frühreife



Problem: Jugendentwicklung



S. bicolor



Mais

Zuchtziel: Kühletoleranz



Problem: Lager

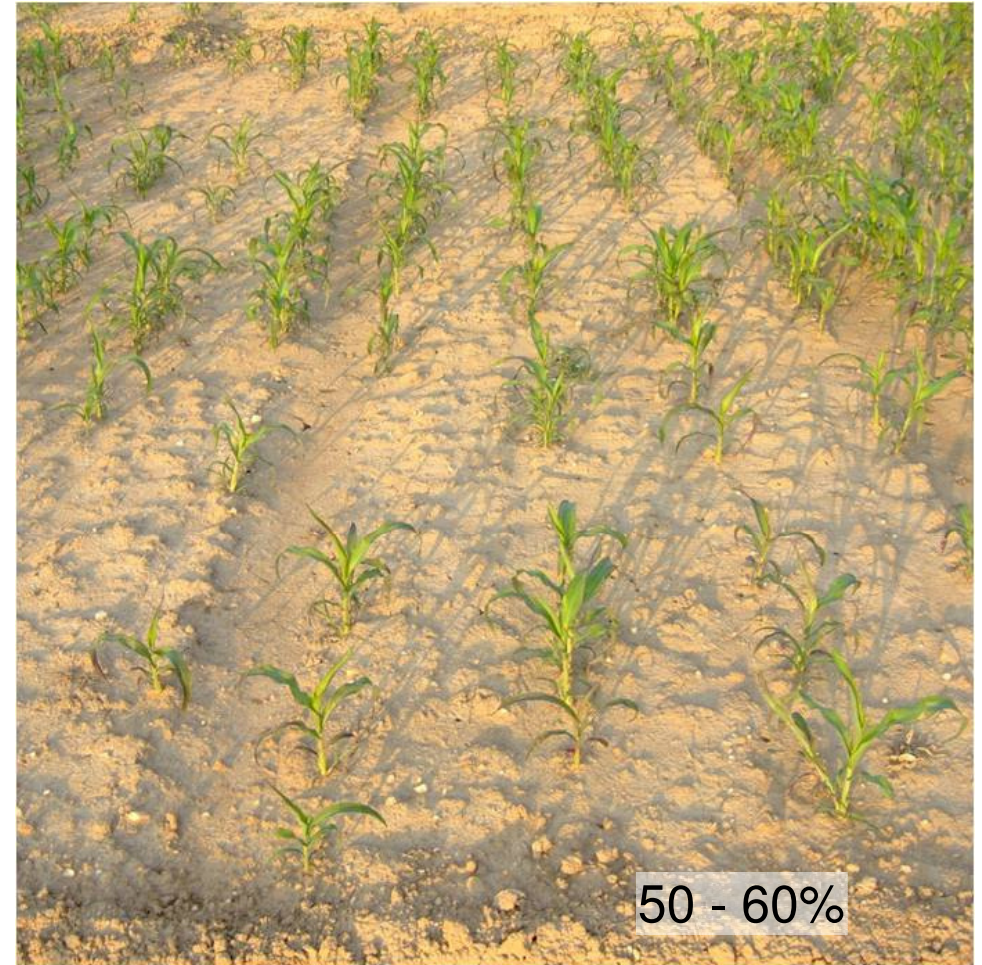


Zuchtziel: Standfestigkeit

Agrotechnik: Düngung, Bestandesdichte



Problem: Feldaufgang



Zuchtziel: Kühletoleranz

Agrotechnik: Saatbettbereitung, Saattiefe

Anbauverfahren Sorghum

- Aussaat Anfang bis Ende Mai als Hauptfrucht (spätfrostgefährdet) und bis Mitte Juni als Zweitfrucht (üblicher Weise nach Wintergetreide-GPS)
- Saattiefe 2 – 4 cm (kapillarer Wasseranschluss)
- Saatstärke: je spätreifer die Sorte und/ oder je trockener der Standort, desto geringer die Bestandesdichte
 - *S. bicolor* 18 – 25 Körner/ m²
 - *S. sudanense* und *S. bic.* x *S. sud.* 35 – 40 Körner/ m²
- Reihenabstand: von 25 – 50 cm (Drillsaat oder Einzelkornablage je nach verfügbarer Technik)
- Düngung:
 - hoher K-Entzug
 - N in Anlehnung an ortsübliche Gabe zu Mais minus 20 %; i.d.R. reichen 150 kg N/ ha unter Anrechnung von N_{min.}
 - Verwertet organische Dünger (Gärrest) gut
- Ernte bei TS-Gehalt von 28 – 35 % mit der für Mais üblichen Häckseltechnik



Messung Biogasausbeute – Batchversuche

- Mit VDI-Richtlinie 4630 wesentliche und wichtige Festlegungen zur Standardisierung von Biogas- bzw. Methanertragstests
- Inkubation von Substrat und Inokulum in Fermentern von 1 – 5 Litern Fassungsvermögen im mesophilen Temperaturbereich; kontinuierliche Erfassung von Biogasvolumen und -zusammensetzung
- Schwachpunkte:
 - Ergebnisse auf Grund von zahlreichen Steuer- und Störgrößen nur schwer vergleichbar
 - Sehr hoher Investitionsaufwand
 - Teures Verfahren, nicht für Routineuntersuchungen geeignet



Klein- und Großfermenteranlage an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik
Quelle: F. Kaiser, A. Gronauer, LfL



Messung Biogasausbeute – Hohenheimer Biogasertragstest

- Inkubation von
 - 400 mg TM Substrat mit
 - 30 ml Inokulum („ausgehungerte“ Rindergülle)
 - bei 37 °C
 - über 35 Tage
 - im klimatisierten Brutschrank
- Erfassung von
 - Biogasvolumen
 - Methankonzentration
 - Korrektur der Ergebnisse um die bei der Trocknung flüchtigen Substanzen (TMk)
- Vorteil: Ressourcensparender Test
- Schwachpunkt: Standardisierbarkeit Inokulum

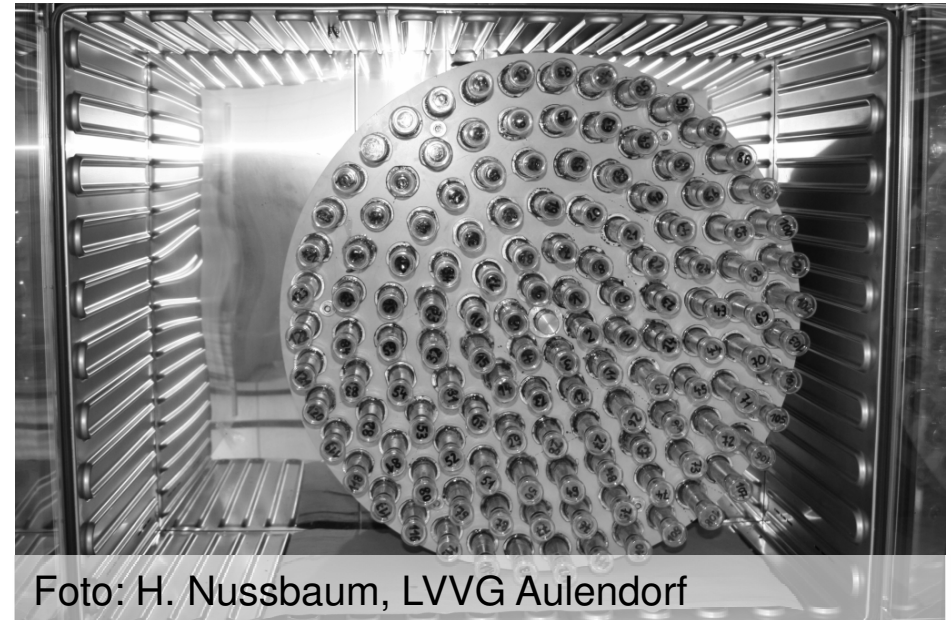
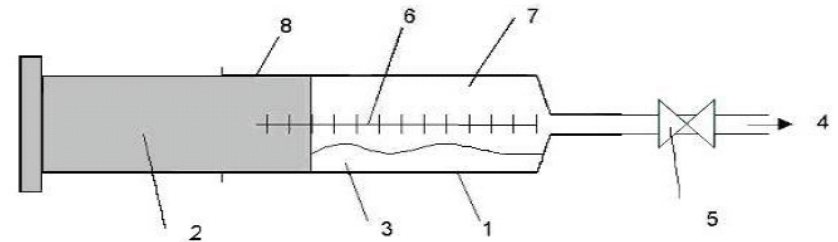


Foto: H. Nussbaum, LVVG Aulendorf



Kolbenprober mit 1) Glasspritze; 2) Stopfen; 3) Gärsubstrat; 4) Öffnung zur Gasanalyse; 5) Schlauchklemme; 6) Graduierung 1/1; 7) Gasraum; 8) Gleit- und Dichtmittel

Quelle: J. Eder, LfL



Theoretische Biogasausbeute (Baserga)

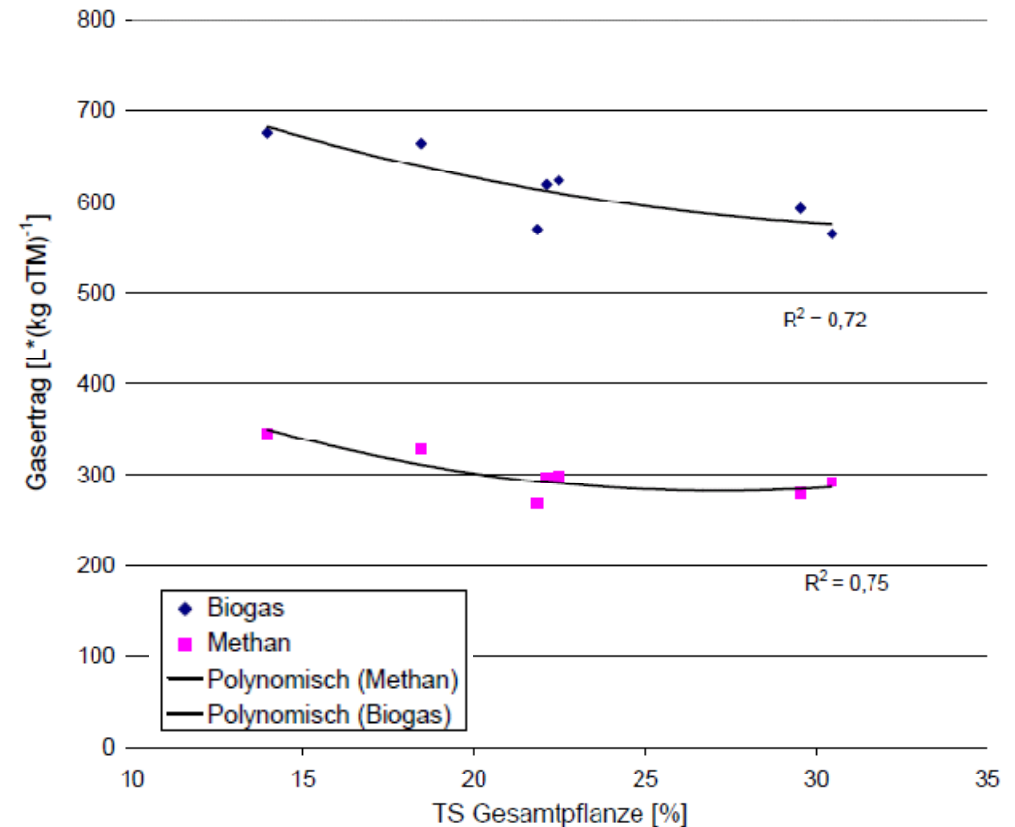
Nach Keymer & Schilcher (1999):

Berechnung der Biogasausbeute pflanzlicher Inputstoffe

- auf Basis ihrer Gehalte an den Stoffgruppen Rohprotein, Rohfett, Kohlenhydrate (Rohfaser + NfE)
- sowie deren Verdaulichkeiten nach DLG Futterwerttabelle Wiederkäuer
- und Zuordnung der spezifischen Gasbildungsraten und Methangehalte der Stoffgruppen nach Baserga (1998)

Nachteile:

- Bestimmung aller Inhaltsstoffe [nach Weender] notwendig
- Verdaulichkeiten variieren (Genotyp, Erntetermin) und sind etwa für Sorghum nur eingeschränkt verfügbar



Biogasausbeute von „Sudangras“ in Abhängigkeit vom TS-Gehalt:
Verdaulichkeit infolge der fortschreitenden Lignifizierung des Faseranteils abnehmend

Quelle: F. Kaiser, A. Gronauer, LfL



Wertgebende Inhaltsstoffe von Sorghum (2006 – 2009)

	<i>S. bicolor</i> Futter	<i>S. bicolor</i> Dual	<i>S. bicolor</i> Körner	<i>S. bicolor</i> x <i>S. sudanense</i>	<i>S. sudanense</i>
Weender					
Rohasche XA (%TS)	6,23 c	6,72 abc	7,23 a	6,64 b	6,79 a
Rohprotein XP (%TS)	7,80 a	9,07 c	10,07 d	8,26 b	9,16 c
Rohfett XL (%TS)	1,16 a	1,45 b	1,65 c	1,41 b	1,47 bc
Rohfaser XF (%TS)	28,11 b	26,57 ab	24,8 a	28,99 b	30,15 b
NfE (%TS)	56,7 b	55,7 ab	56,5 b	54,72 a	53,09 a
Baserga					
Stoffgruppe	Biogasausbeute (l/kg oTM)		Methangehalt (%)		
Kohlenhydrate (XF+NfE)	790		50		
Rohprotein (XP)	700		71		
Rohfett (XL)	1.250		68		



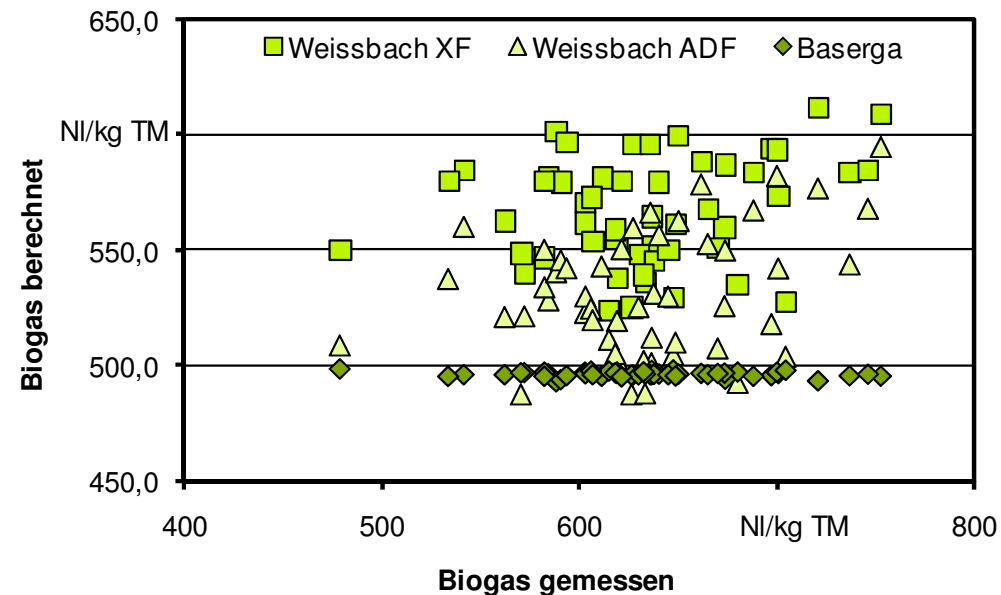
Theoretische Biogasausbeute (Weissbach)

Nach Weissbach 2009:

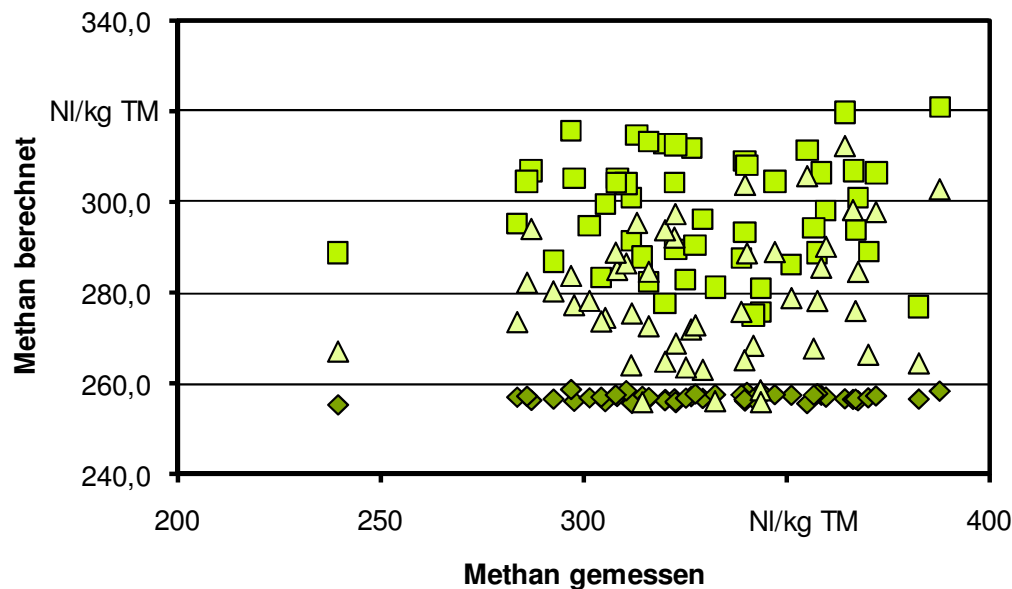
- Etablierung von Schätzgleichungen zur Bestimmung der fermentierbaren organischen Trockenmasse (FoTM) für verschiedene Substrate, i.d.R. auf der Basis des Gehaltes an Rohfaser
 - **FoTS = 984-(XA)-0,47(XF)-0,00104(XF)² [g/ kg TM Mais]**
 - FoTS = 984-(XA)-0,43(ADF)-0,00086(ADF)² [g/ kg TM Mais]
 - FoTS = 1000-(XA)-0,62(EuIOS)-0,000221(EuIOS)² [g/kg TM Gras]
 - Derzeit keine für Sorghum
- Etablierung von Schätzgleichungen zur Bestimmung der Gasausbeute der FoTS
 - Normvolumen Biogas [l/kg TM] = 0,80 FoTS
 - Normvolumen Methan [l/kg TM] = 0,42 FoTS



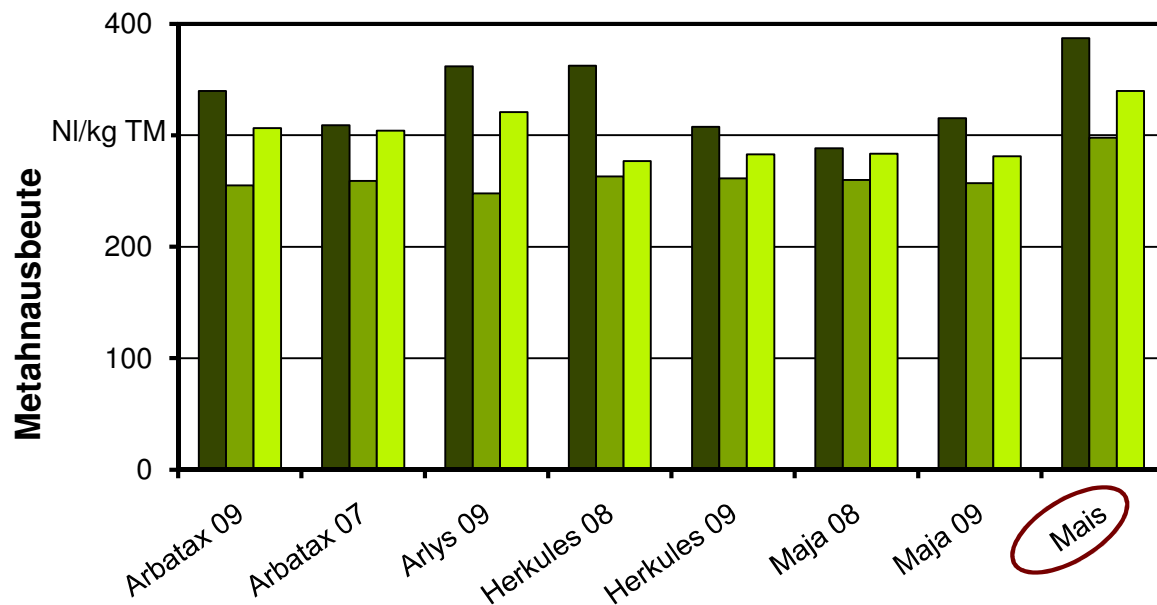
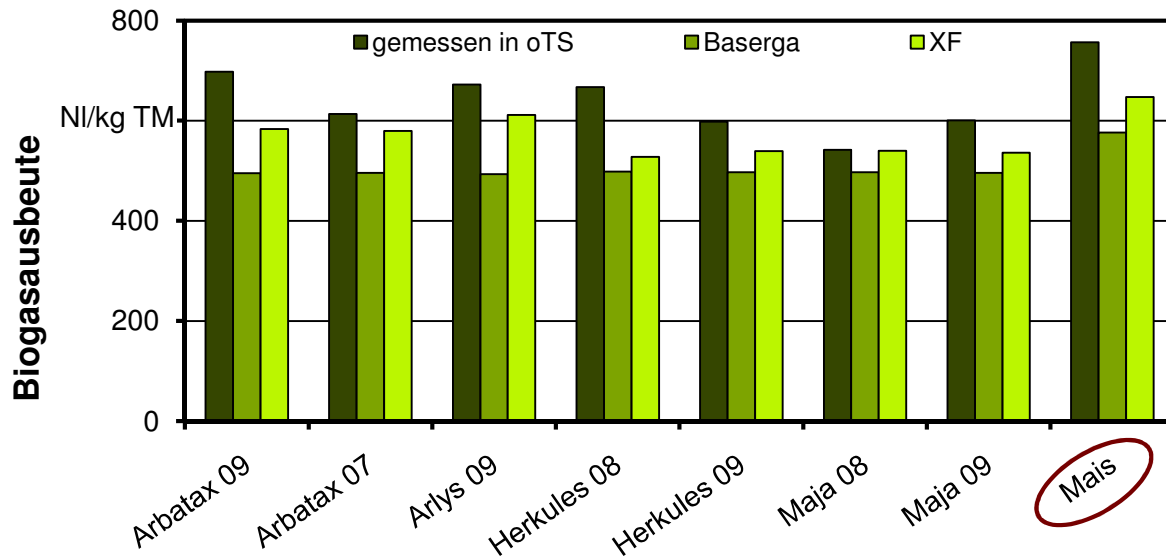
Korrelation gemessene und berechnete Gaserträge (I)



- Keine Unterschiede zwischen den Sorten in berechneten Biogas- und Methanausbeuten nach Baserga
- Berechnete Ausbeuten nach Weissbach streuen deutlich mehr
- Berechnete Ausbeuten nach Weissbach liegen deutlich oberhalb der „Baserga-Linien“
- Das Kalkulationsmodell mit XF-Gehalt als Bezugsgröße liefert höhere Werte als mit ADF-Gehalt (ADF = Zellulose+Lignin)



Korrelation gemessene und berechnete Gaserträge (II)



- Berechnete Werte liegen immer unter gemessenen (Batch-Test)
- In der Biogas- und Methanausbeute nach Baserga schneiden die Körner- und Dualsorten (Arlys, Arbatax) besonders schlecht ab
- Die Biogas- und Methanausbeuten der Prüfsorten werden mit dem Kalkulationsmodell nach Weissbach (XF) am besten abgebildet
- Mit der Gleichung XF-Mais ist die Methanausbeute von Körnersorte Arlys vergleichbar mit Mais
- Berechnung nach Weissbach mit EuIOS (= enzymunlösliche organische Substanz) steht aktuell an



Krankheiten und Schädlinge

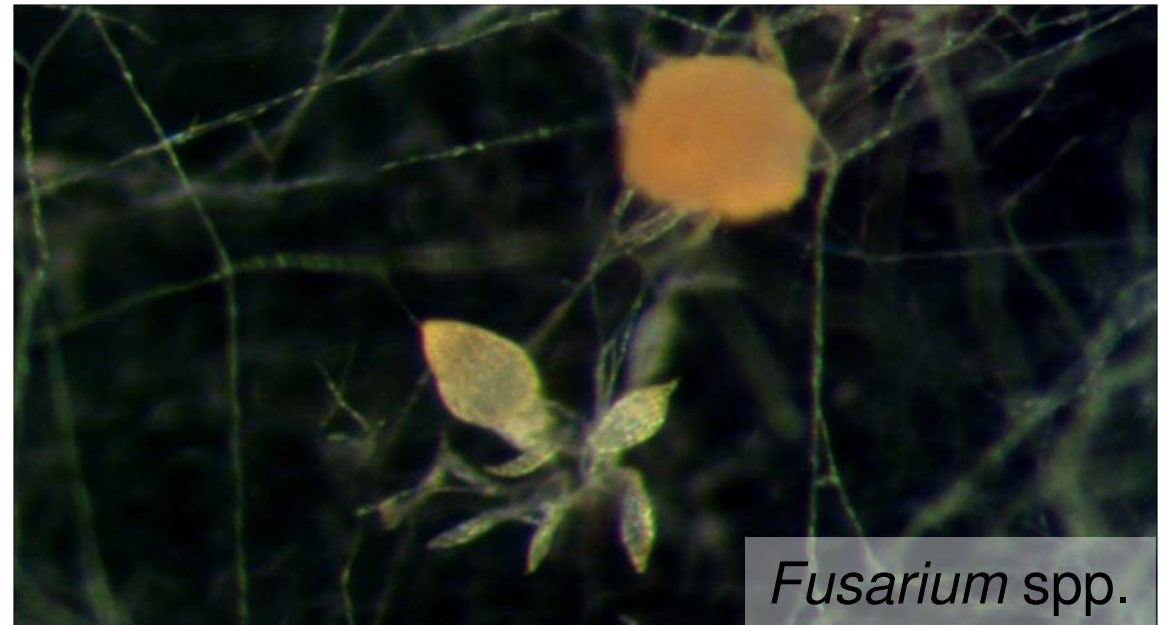
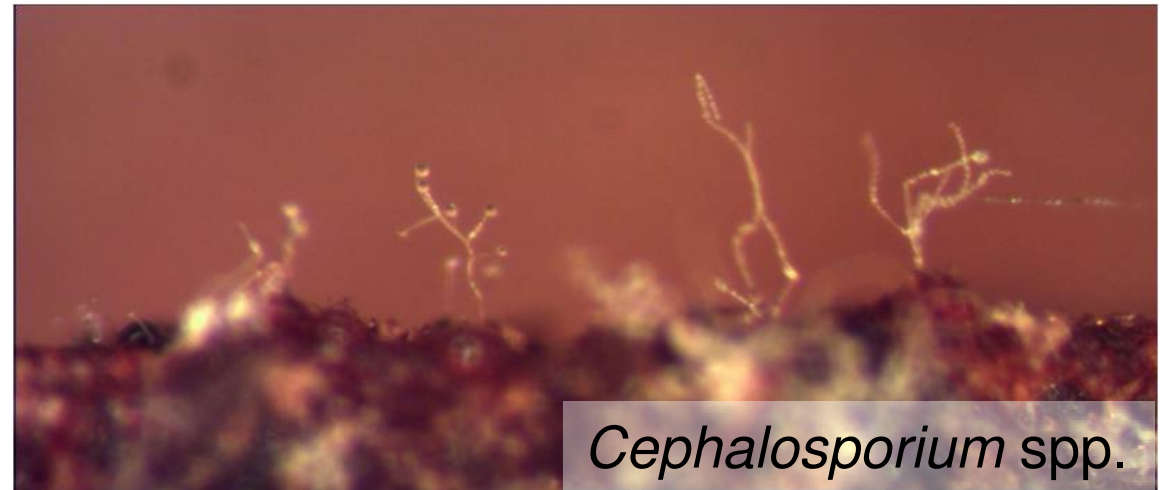


Helminthosporium-Blattfleckenkrankheit



H. turcicum

Krankheiten und Schädlinge



Krankheiten und Schädlinge



Pseudomonas spp.
Samenübertragbar,
Symptome durch
feucht-kühle
Witterung verstärkt



Erwinia spp.
Bakterielle Stängel- u. Spitzenrotte,
Befallene Segmente lassen sich leicht
herausziehen; Weichfäule



Krankheiten und Schädlinge



Blattläuse



Fritfliege (*Oscinella frit*)

Krankheiten und Schädlinge



Krankheiten und Schädlinge



Stark eingeschränkte Einkörnung
infolge feucht-kühler Witterung



Fehlende Pollenbildung
infolge feucht-kühler Witterung

Krankheiten und Schädlinge



Zusammenfassung

- Sorghum ist eine interessante Alternative zu Mais für die Verwendung als Biogassubstrat insbesondere für
 - Trockenheitsgefährdete Lagen
 - Wärmere Lagen
 - Gebiete mit Anbaurestriktionen für Mais (Maiswurzelbohrer)
- Ähneln dem Mais in
 - Biomasseerträgen und Methanausbeuten
 - Ansprüchen
 - Habitus
 - Akzeptanzproblem nicht gelöst
- Produktionstechnisch leicht handhabbar; voll mechanisierbar; Einsatz vorhandener Technik möglich
 - Höhere Ansprüche an Feinkrümeligkeit des Saatbetts aber Drillsaat ausreichend
 - Nur einige wenige frühe und mittelfrühe Sorten für Zweitfruchtanbau (z.B. nach Getreide-GPS) verfügbar
 - Krankheiten und Schädlinge bislang ohne wirtschaftliche Relevanz
- Züchterische Arbeitsfelder sind
 - Standfestigkeit
 - Kühletoleranz
 - Frühreife



Vielen Dank

Sachgebietsleitung
Dr. Maendy Fritz

Sorghum-Team:
Dr. Anja Hartmann
Dr. Karen Zeise
Alois Aigner
Michael Kandler
Joseph Sennebogen
Benno Sötz

Finanziell gefördert durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung,
Landwirtschaft und Forsten

