



## Berichte aus dem TFZ

# Sorghumhirse als Nachwachsender Rohstoff

Sortenscreening und  
Anbauszenarien





# **Sorghumhirse als Nachwachsender Rohstoff Sortenscreening und Anbauszenarien**



# **Sorghumhirse als Nachwachsender Rohstoff**

**Sortenscreening und Anbauszenarien**

Dr. Albrecht Roller  
Dorit Bloch, PhD  
Dr. Ewald Stickse  
Dr. Maendy Fritz

**Berichte aus dem TFZ 28**

Straubing, Januar 2012

**Titel:** Sorghumhirse als Nachwachsender Rohstoff –  
Sortenscreening und Anbauszenarien  
Abschlussbericht des Technologie- und Förderzentrums  
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe

**Autoren:** Dr. Albrecht Roller  
Dorit Bloch, PhD  
Dr. Ewald Stickse  
Dr. Maendy Fritz

**weitere Mitarbeiter:** Franz Heimler; Alois Aigner; Michael Kandler; Christian Loher;  
Heide Lummer; Josef Sennebogen und Benno Sötz

Das dem Bericht zugrunde liegende Forschungsvorhaben wurde mit Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten unter dem Förderkennzeichen N/06/15 im Zeitraum 01.04.2006 bis 31.12.2009 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren.

© 2012  
Technologie- und Förderzentrum (TFZ)  
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, Straubing

Alle Rechte vorbehalten.  
Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Herausgebers in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt, verbreitet oder archiviert werden.

**ISSN:** 1614-1008

**Hrsg.:** Technologie- und Förderzentrum (TFZ)  
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe  
Schulgasse 18, 94315 Straubing

**E-Mail:** [poststelle@tfz.bayern.de](mailto:poststelle@tfz.bayern.de)  
**Internet:** [www.tfz.bayern.de](http://www.tfz.bayern.de)

**Redaktion:** TFZ  
**Verlag:** Eigenverlag TFZ  
**Erscheinungsort:** Straubing  
**Erscheinungsjahr:** 2012  
**Gestaltung:** Fritz, Bloch, Eidenschink

**Fotonachweis:** Sporrer (19, 19, 20, 56), Heimler (48, 71, 73, 87, 88), Zeise (88)

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>5</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>7</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>11</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>15</b>
<b>2 Stand des Wissens.....</b>	<b>17</b>
2.1 Morphologie und Taxonomie der Sorghumhirse .....	17
2.2 Physiologische Eigenschaften der Sorghumhirse.....	18
2.3 Möglichkeiten des Sorghumanbaus in der kühl-gemäßigten Klimazone Europas.....	21
2.4 Ertragspotenzial von Sorghumhirse in Deutschland .....	21
2.5 Hoch zuckerhaltige Sorghumsorten.....	22
<b>3 Zielsetzung.....</b>	<b>23</b>
<b>4 Material und Methoden .....</b>	<b>25</b>
4.1 Keimfähigkeit, Triebkraft und Feldaufgang .....	25
4.2 Beschreibung der Versuchsstandorte .....	25
4.3 Witterungsverhältnisse in den Anbaujahren .....	27
4.4 Sortenscreening.....	29
4.4.1 Sortenmaterial .....	29
4.4.2 Versuchsanlage und Durchführung.....	30
4.4.3 Überprüfung des Reifegrades .....	30
4.5 Mehrortiger Sortenversuch in Bayern .....	30
4.6 Produktionstechnikversuch .....	31
4.7 Herbizidversuch .....	32
4.8 Probenaufbereitung .....	33
4.9 Methodik der Bodenanalyse .....	34
4.10 Inhaltsstoffanalytik .....	34
4.11 Berechnung und Messung der Gasausbeute .....	35
4.12 Statistische Auswertung .....	35
4.13 Klimatische Anbaueignungskarten von Sorghum in Deutschland .....	35
4.13.1 Anbaueignungskarte für die jetzige klimatische Situation.....	35
4.13.1.1 Klimadaten.....	36
4.13.1.2 Digitales Geländemodell DGM1000 .....	36
4.13.1.3 Corine Landcover CLC1990.....	37
4.13.1.4 Bodenübersichtskarte BÜK500 .....	38
4.13.1.5 Pflanzenbauliche Parameter .....	39

4.13.2	Anbaueignungskarten für die klimatische Situation 2011 bis 2040 .....	40
4.13.2.1	Klimadaten .....	41
<b>5</b>	<b>Ergebnisse und Diskussion .....</b>	<b>45</b>
<b>5.1</b>	<b>Keimfähigkeit, Triebkraft und Feldaufgang .....</b>	<b>45</b>
<b>5.2</b>	<b>Ergebnisse des Sortenscreenings .....</b>	<b>49</b>
5.2.1	Überprüfung der Keimfähigkeit gebildeter Körner .....	56
<b>5.3</b>	<b>Mehrtortiger Sortenversuch in Bayern .....</b>	<b>57</b>
<b>5.4</b>	<b>Produktionstechnik .....</b>	<b>63</b>
<b>5.5</b>	<b>Herbizidversuch .....</b>	<b>70</b>
<b>5.6</b>	<b>Inhaltsstoffanalytik .....</b>	<b>77</b>
<b>5.7</b>	<b>Methanausbeute und Methanertrag .....</b>	<b>79</b>
<b>5.8</b>	<b>Optimierung des sortenspezifischen Erntetermins .....</b>	<b>82</b>
<b>5.9</b>	<b>Nährstoffbedarf von Sorghumhirse .....</b>	<b>85</b>
<b>5.10</b>	<b>Krankheiten und Schädlinge .....</b>	<b>86</b>
<b>5.11</b>	<b>Klimatische Anbaueignungskarten von Sorghumhirse für Deutschland .....</b>	<b>88</b>
5.11.1	Anbaueignungskarte für die jetzige klimatische Situation .....	88
<b>5.12</b>	<b>Anbaueignungskarten für die klimatische Situation 2011 bis 2040 .....</b>	<b>90</b>
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>97</b>
	<b>Quellenverzeichnis .....</b>	<b>99</b>
	<b>Anhang .....</b>	<b>101</b>



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Unterschiedliche Ausprägung der Stängelfarbe bei Sorghumhirsen (links: Normaltyp, rechts brown-midrip Typ).....	19
Abbildung 2:	Unterschiedliche Ausprägungen der Blattmittelrippe bei Sorghumhirsen (von links nach rechts: brown-midrib, dry-midrib, juicy-midrib).....	19
Abbildung 3:	Gegenüberstellung von Körnersorghum (vorne), photoperiodisch sensitivem (pps) Futtersorghum (Mitte) und konventionellem Futtersorghum (hinten) (Aufnahmedatum: 05. Oktober 2006).....	20
Abbildung 4:	Versuchsstandorte des bayernweiten Sorghumsortenversuchs.....	27
Abbildung 5:	Monatstemperatursummen während der Vegetationsperiode von Sorghum in den 3 Versuchsjahren im Vergleich zum langjährigen Mittel.....	29
Abbildung 6:	Lage der Klimastationen.....	36
Abbildung 7:	Digitales Höhenmodell DGM1000 des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie mit einer Auflösung von 1050 m (Darstellung wurde mittels Analytical Hillshading optimiert, daher ohne Legende).....	37
Abbildung 8:	Corine Landcover 1990 (CLC1990). Landnutzung auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland.....	38
Abbildung 9:	BÜK500 reklassifiziert.....	39
Abbildung 10:	Grundstruktur der IPCC-SRES Emissionsszenarios [16].....	41
Abbildung 11:	Qualitative Beschreibung der zeitlichen Verläufe unterschiedlicher natürlicher und sozialer Sachverhalte, die den IPCC-SRES Emissionsszenarios zugrunde liegen (Abb. TS.1 des Technical Summary im Bericht der Working Group III des dritten IPCC-Sachstandsberichts [16]).....	42
Abbildung 12:	Entwicklung der globalen Mitteltemperatur in Abhängigkeit der sechs SRES-Emissionsszenarien, nach [8], ergänzt durch geoKLIM consulting.....	43
Abbildung 13:	Korrelation zwischen Feldaufgang (Mittel aus 5 Standorten) und normalen Keimlingen im Kalttest im Jahr 2006 (n=160).....	45
Abbildung 14:	Lücken im Feldaufgang und Nachaufläufer im Jahr 2006.....	48
Abbildung 15:	Ertragsleistung der Sorghumsorten und Maisreferenzsorten im Sortenscreening 2006. Das schwarze Rechteck markiert den Ertrags- und Trockensubstanzbereich, den anbauwürdige Sorten erreichen sollen.....	50
Abbildung 16:	Ertragsleistung interessanter Sorghumsorten im Vergleich zu Mais im Jahr 2006.....	51
Abbildung 17:	Ertragsleistung der Sorghumsorten und Maisreferenzsorten im Sortenscreening 2007. Das schwarze Rechteck markiert den Ertrags- und Trockensubstanzbereich, den anbauwürdige Sorten erreichen sollen.....	52
Abbildung 18:	Ertragsleistung interessanter Sorghumsorten im Vergleich zu Mais im Jahr 2007.....	52
Abbildung 19:	Ertragsleistung der Sorghumsorten und Maisreferenzsorten im Sortenscreening 2008. Das schwarze Rechteck markiert den Ertrags- und Trockensubstanzbereich, den anbauwürdige Sorten erreichen sollen.....	53
Abbildung 20:	Ertragsleistung interessanter Sorghumsorten im Vergleich zu Mais im Jahr 2008.....	54
Abbildung 21:	Lagerneigung von 175 Sorghumsorten in Abhängigkeit ihrer Wuchshöhe (Lerchenhaid, 2007).....	55
Abbildung 22:	Lager während der Blüte in einer bmr-Sorte (S. bicolor).....	56
Abbildung 23:	Trockenmasseertrag von fünf Sorghumsorten an drei Standorten im Jahr 2006.....	58
Abbildung 24:	Trockenmasseertrag von fünf Sorghumsorten nach früher (22.05.) bzw. später Saat (12.06.) bei Zweischnittnutzung (Steinach, 2006).....	58

Abbildung 25:	Trockenmasseertrag (TM) und Trockensubstanzgehalt (TS) von 17 Sorghumsorten im Mittel über zehn (2007) bzw. sieben (2008) Standorte .....	59
Abbildung 26:	Trockenmasseertrag von vier Sorghumsorten an neun Standorten im Jahr 2007 .....	60
Abbildung 27:	Trockensubstanzgehalt von vier Sorghumsorten an neun Standorten im Jahr 2007 .....	60
Abbildung 28:	Trockenmasseertrag von vier Sorghumsorten an sieben Standorten im Jahr 2008 .....	61
Abbildung 29:	Trockensubstanzgehalt von vier Sorghumsorten an sieben Standorten im Jahr 2008 .....	61
Abbildung 30:	Trockenmasseertrag (TM) und Trockensubstanzgehalt (TS) von acht Sorghumsorten am Standort Groß-Gerau mit und ohne Beregnung (2008) .....	63
Abbildung 31:	Trockenmasseertrag verschiedener Sorghumsorten in Abhängigkeit der N-Düngung (Straubing, 2008). Unterschiedliche Buchstaben über den Säulen einer Sorte kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den N-Stufen .....	64
Abbildung 32:	Trockenmasseertrag verschiedener Sorghumsorten in Abhängigkeit der Reihenweite (Straubing, 2008). Unterschiedliche Buchstaben über den Säulen einer Sorte kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Reihenweiten .....	65
Abbildung 33:	Trockenmasseertrag von Sorghum in Abhängigkeit von N-Düngung und Reihenweite (Mittel über 6 Sorten) (Straubing, 2008). Unterschiedliche Buchstaben über den Säulen einer N-Stufe kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Reihenweiten .....	66
Abbildung 34:	Trockenmasseertrag verschiedener Sorghumsorten in Abhängigkeit der Saatstärke (Straubing, 2008). Unterschiedliche Buchstaben über den Säulen einer Sorte kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Saatstärken .....	67
Abbildung 35:	Trockenmasseertrag von Sorghumhirse (Mittel über 2 Sorten) in Abhängigkeit von Reihenweite und Saatstärke (Lerchenhaid, 2006). Unterschiedliche Buchstaben über den Säulen einer Reihenweite kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Saatstärken .....	68
Abbildung 36:	Trockenmasseertrag von Sorghumhirse (S. bicolor x S. sudanense, conv. Susu) in Abhängigkeit von Reihenweite und Saatstärke (Lerchenhaid, 2007). Unterschiedliche Buchstaben über den Säulen einer Reihenweite kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Saatstärken .....	68
Abbildung 37:	Herbizidschäden in Sorghumhirse, links Peitscherbildung, rechts Steckenbleiben der Blätter und Blattkräuselung .....	71
Abbildung 38:	Trockenmasseertrag von zwei Sorghumsorten in Abhängigkeit der Herbizidbehandlung (Lerchenhaid, 2006). Unterschiede zur Kontrolle (Var. 1) sind gekennzeichnet mit *** .....	72
Abbildung 39:	Auftreten von Lager in 2007 bei der Sorte Sucrosorgo 405 in der Variante Stomp SC .....	73
Abbildung 40:	Vergleich der Wurzelprofile der Sorte Susu im Herbizidversuch (links unbehandelt, rechts nach Applikation von Stomp SC) .....	73
Abbildung 41:	Trockenmasseertrag von zwei Sorghumsorten in Abhängigkeit der Herbizidbehandlung (Lerchenhaid, 2007). Unterschiede zur Kontrolle (Var. 1) sind gekennzeichnet mit *, **, *** .....	74
Abbildung 42:	Trockenmasse-Ertrag von zwei Sorghumsorten in Abhängigkeit der Herbizidbehandlung (Straubing, 2008). Unterschiede zur Kontrolle (Var. 1) sind gekennzeichnet mit * .....	77

Abbildung 43:	Zusammensetzung der Trockensubstanz bei vier verschiedenen Sorghumsorten (Lerchenhaid, 2007). Sonst. KH = Sonstige Nicht-Faser Kohlenhydrate, ADL = Rohlignin.....	79
Abbildung 44:	Methanertrag (Säulen) und Methanausbeute (Rauten) von 20 Sorghumsorten (Lerchenhaid, 2007) .....	80
Abbildung 45:	Vergleich gemessener und berechneter Biogas- und Methanausbeuten .....	81
Abbildung 46:	Entwicklung des Trockensubstanzgehaltes verschiedener Sorghumsorten im Verlauf der Vegetationsperiode (Lerchenhaid, 2006) .....	83
Abbildung 47:	Entwicklung des Trockensubstanzgehaltes verschiedener Sorghumsorten im Verlauf der Vegetationsperiode (Lerchenhaid, 2007) .....	84
Abbildung 48:	Entwicklung des Trockensubstanzgehaltes verschiedener Sorghumsorten im Verlauf der Vegetationsperiode (Straubing, 2008) .....	84
Abbildung 49:	Mittlerer Nährstoffentzug bei den verschiedenen Sorghumtypen und Mais (Lerchenhaid, 2007) .....	85
Abbildung 50:	Symptome des Befalls mit <i>Pseudomonas syringae</i> an verschiedenen Stängelabschnitten von Sorghumhirse .....	87
Abbildung 51:	Symptome des Befalls mit <i>H. turcicum</i> an bodennahen Sorghumhirseblättern im Anfangsstadium (links) und im fortgeschrittenen Stadium (rechts).....	88
Abbildung 52:	Klimatische Anbaueignungskarte für Sorghumhirse in Deutschland auf Basis der Daten aus der klimatischen Normalperiode von 1961 bis 1990 .....	89
Abbildung 53:	Zeitlicher Verlauf der Differenzen zwischen den Szenarien A1B, A2 und B1 und dem Kontrolllauf C20 (1961 – 1990) für das Jahresmittel der Tagesmitteltemperatur im WETTREG-Modell.....	91
Abbildung 54:	Zeitlicher Verlauf der prozentualen Änderung des Sommerniederschlags zwischen den Szenarien A1B, A2 und B1 und dem Kontrolllauf C20 (1961 – 1990) im WETTREG-Modell .....	91
Abbildung 55:	Temperatursumme in der Vegetationszeit der Sorghumhirse in Deutschland für den Kontrolllauf 1961 bis 1990.....	92
Abbildung 56:	Temperatursumme in der Vegetationszeit der Sorghumhirse in Deutschland für Szenario A1B im Zeitraum 2011 bis 2040 .....	93
Abbildung 57:	Temperatursumme in der Vegetationszeit der Sorghumhirse in Deutschland für Szenario B1 im Zeitraum 2011 bis 2040 .....	93
Abbildung 58:	Klimatische Anbaueignungskarten für Sorghumhirse in Deutschland für den Zeitraum 2011 bis 2040 und die Szenarien A1B (links) und B1 (rechts) .....	94



## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Dauer und Temperaturniveaus der verschiedenen Triebkraft- Prüfungsverfahren .....	25
Tabelle 2:	Tests auf Triebkraft und Feldaufgang in den Versuchsjahren 2006 - 2008 .....	25
Tabelle 3:	Standortkennwerte der Versuchsstandorte des bayernweiten Sorghumsortenversuchs.....	26
Tabelle 4:	Verwendete Sorten und Faktorstufen in den Produktionstechnikversuchen .....	32
Tabelle 5:	Herbizidvarianten in den Versuchsjahren 2006 bis 2008. VA: Vorauflaufbehandlung, NA 1 bzw. NA 2: Nachauflaufbehandlung im Ein- bzw. Zwei-blattstadium, im jeweiligen Jahr durchgeführte Varianten sind mit x gekennzeichnet .....	33
Tabelle 6:	Grundlegende Klimaparameter der Anbaueignungskarte, bestimmt aus 3-jährigen Anbauversuchen mit Sorghum in Bayern .....	40
Tabelle 7:	Keimfähigkeit und Triebkraft im Versuchsjahr 2007 (Gruppe I: Keimfähigkeit < 80 %).....	46
Tabelle 8:	Keimfähigkeit und Triebkraft im Versuchsjahr 2007 (Gruppe II: Keimfähigkeit ≥ 80 % ≤ 90 %).....	47
Tabelle 9:	Keimfähigkeit und Triebkraft im Versuchsjahr 2007 (Gruppe III: Keimfähigkeit > 90 %).....	47
Tabelle 10:	Triebkraft und Feldaufgang im Versuchsjahr 2008. Gruppe I: Keimfähigkeit < 80 %, Gruppe II: Keimfähigkeit ≥ 80 % ≤ 90 %, Gruppe III: Keimfähigkeit > 90 %, jeweils Mittelwerte .....	48
Tabelle 11:	Wuchshöhe und Lagerbonitur verschiedener Sorghumsorten.....	56
Tabelle 12:	Trockensubstanzgehalt verschiedener Sorghumsorten in Abhängigkeit von Reihenweite und Saatstärke (Lerchenhaid, 2006, 2007). Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Reihenweiten bzw. Saatstärken .....	68
Tabelle 13:	Trockensubstanzgehalt verschiedener Sorghumsorten in Abhängigkeit von Reihenweite und Saatstärke (Mittel über alle N-Stufen) (Straubing, 2008). Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Reihenweiten bzw. Saatstärken .....	69
Tabelle 14:	Deckungsgrade von Kultur und Unkraut an vier Boniturterminen (Straubing, 2008).....	70
Tabelle 15:	Boniturwerte der phytotoxischen Bewertung bei der Sorte Sucrosorgo 506 (Straubing, 2008).....	74
Tabelle 16:	Boniturwerte der phytotoxischen Bewertung bei der Sorte Susu (Straubing, 2008).....	76
Tabelle 17:	Gehalte an Nährstoffen und Gerüstsubstanzen in der Trockensubstanz bei verschiedenen Sorghumarten und Energiemais ( Lerchenhaid 2007).....	77
Tabelle 18:	Gehalte an Nährstoffen und Gerüstsubstanzen in der Trockensubstanz bei verschiedenen Sorghumarten und Energiemais (Straubing 2008) .....	78
Tabelle 19:	Berechnete Biogas- und Methanausbeuten und Methanhektarerträge der Sorghumsorten im bayernweiten Sortenversuch am Standort Straubing (2008).....	82
Tabelle 20:	Nährstoffgehalte und –entzüge verschiedener Sorghumsorten (Lerchenhaid, 2006) .....	86
Tabelle 21:	Nährstoffgehalte und –entzüge verschiedener Sorghumsorten (Lerchenhaid, 2007) .....	86
Tabelle 22:	Flächengrößen der sechs Kategorien der Anbaueignung von Sorghum- hirse .....	89

Tabelle 23:	Flächen der klimatischen Anbaueignung für Sorghumhirse für die jetzigen (1961 bis 1990) und zukünftigen (2011 bis 2040) Klimabedingungen (Szenarien A1B und B1) .....	95
Tabelle 24:	Bonitur- und Ertragsparameter (Mittel) von Sorghum bicolor (2006).....	102
Tabelle 25:	Bonitur- und Ertragsparameter von S. bicolor (Körnerhirse) 2006 .....	104
Tabelle 26:	Bonitur- und Ertragsparameter von Sorghum bicolor (Zuckerhirse) 2006 ..	105
Tabelle 27:	Bonitur- und Ertragsparameter von Sorghum bicolor x Sorghum sudanense (2006) .....	106
Tabelle 28:	Bonitur- und Ertragsparameter von Sorghum sudanense (2006).....	107
Tabelle 29:	Bonitur- und Ertragsparameter im Demonstrationsanbau (2006).....	108
Tabelle 30:	Ertragswerte der Maisreferenzsorten 2006 .....	109
Tabelle 31:	Ertragswerte im produktionstechnischen Versuch 2006 (Sorte Susu) .....	110
Tabelle 32:	Ertragswerte im produktionstechnischen Versuch 2006 (Sorte Sucrosorgo 506) .....	111
Tabelle 33:	Bonitur- und Ertragsparameter von S. bicolor (2007) .....	112
Tabelle 34:	Bonitur- und Ertragsparameter von Sorghum bicolor (Körnerhirse) (2007) .....	115
Tabelle 35:	Bonitur- und Ertragsparameter von Sorghum bicolor (Dualtyp) (2007) .....	116
Tabelle 36:	Bonitur- und Ertragsparameter von Sorghum bicolor (Zuckerhirse) (2007) .....	117
Tabelle 37:	Bonitur- und Ertragsparameter von S. bicolor x S. sudanense (2007) .....	118
Tabelle 38:	Bonitur- und Ertragsparameter von Sorghum sudanense (2007).....	119
Tabelle 39:	Ertragswerte der Maisreferenzsorten 2007 (frühe Aussaat) .....	119
Tabelle 40:	Ertragswerte der Maisreferenzsorten 2007 (späte Aussaat).....	120
Tabelle 41:	Ertragswerte im produktionstechnischen Versuch 2007 (Sorte Susu) .....	120
Tabelle 42:	Bonitur- und Ertragsparameter von Sorghum bicolor (2008) .....	121
Tabelle 43:	Bonitur- und Ertragsparameter von Sorghum bicolor (Körnerhirse) 2008 ..	122
Tabelle 44:	Bonitur- und Ertragsparameter von Sorghum bicolor x Sorghum sudanense (2008) .....	122
Tabelle 45:	Bonitur- und Ertragsparameter von Sorghum sudanense (2008).....	123
Tabelle 46:	Ertragswerte der Maisreferenzsorten 2008 (frühe Aussaat) .....	123
Tabelle 47:	Ertragswerte der Maisreferenzsorten 2008 (späte Aussaat).....	123
Tabelle 48:	Ertragswerte im produktionstechnischen Versuch 2008 (Sorte Goliath) ....	124
Tabelle 49:	Ertragswerte im produktionstechnischen Versuch 2008 (Sorte Sucrosorgo 405) .....	125
Tabelle 50:	Ertragswerte im produktionstechnischen Versuch 2008 (Sorte 5111/02)...	126
Tabelle 51:	Ertragswerte im produktionstechnischen Versuch 2008 (Sorte Silo 901)...	127
Tabelle 52:	Ertragswerte im produktionstechnischen Versuch 2008 (Sorte Lussi) .....	128
Tabelle 53:	Ertragswerte im produktionstechnischen Versuch 2008 (Sorte Trudan Headless).....	129
Tabelle 54:	Trockenmasseertrag in t/ha im bayernweiten Sortenvergleich 2007.....	130
Tabelle 55:	Trockensubstanzgehalt in % im bayernweiten Sortenvergleich 2007 .....	130
Tabelle 56:	Trockenmasseertrag in t/ha im bayernweiten Sortenvergleich 2008.....	131
Tabelle 57:	Trockensubstanzgehalt in % im bayernweiten Sortenvergleich 2008 .....	131
Tabelle 58:	Ergebnisse der Weender- und Van Soest-Analyse (S. bicolor) 2006.....	132
Tabelle 59:	Ergebnisse der Weender- und Van Soest-Analyse (S. bicolor, Körnerhirse) 2006 .....	134
Tabelle 60:	Ergebnisse der Weender- und Van Soest-Analyse (S. bicolor, Zuckerhirse) 2006 .....	136
Tabelle 61:	Ergebnisse der Weender- und Van Soest-Analyse (Sorghum bicolor x Sorghum sudanense) 2006 .....	137
Tabelle 62:	Ergebnisse der Weender- und Van Soest-Analyse (S. sudanese) 2006....	138
Tabelle 63:	Ergebnisse der Weender- und Van Soest-Analyse (Demonstrationsanbau 2006).....	139
Tabelle 64:	Ergebnisse der Weender- und Van Soest-Analyse (S. bicolor) 2007.....	142

Tabelle 65:	Ergebnisse der Weender- und Van Soest-Analyse (S. bicolor, Körnerhirse) 2007 .....	153
Tabelle 66:	Ergebnisse der Weender- und Van Soest-Analyse (S. bicolor, Dualtyp) 2007 .....	154
Tabelle 67:	Ergebnisse der Weender- und Van Soest-Analyse (S. bicolor, Zuckerhirse) 2007 .....	154
Tabelle 68:	Ergebnisse der Weender- und Van Soest-Analyse (S. bicolor x S. sudanense, 2007) .....	156
Tabelle 69:	Ergebnisse der Weender- und Van Soest-Analyse (S. sudanense) 2007 ..	158





# 1 Einleitung

Vor dem Hintergrund der attraktiven Einspeisevergütung von Strom aus Bioenergieanlagen seit der Einführung des Gesetzes für den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG) im Jahr 2000 findet ein rasanter Ausbau von Biogasanlagen mit dem Fokus auf Nachwachsende Rohstoffe zur Methanerzeugung statt. Damit erhöht sich der Druck, auf der begrenzt verfügbaren landwirtschaftlichen Nutzfläche stetig steigende Biomasseerträge mit hohem Methanpotenzial zu produzieren. Die Vorzugspflanze Mais hat in ihren Gunstlagen bereits die maximal mögliche Anbaukonzentration erreicht, wobei selbst unter Beachtung der Cross Compliance-Vorschriften negative Auswirkungen enger Maisfolgen nicht dauerhaft verhindert werden können. Ein zusätzliches Problem stellt aktuell die Einwanderung und Verbreitung des Quarantäneschädlings Westlicher Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera virgifera*) dar [14][21][28].

Als alternative Rohstoff- und Energiepflanzen bieten sich Sorghumhirsen an. Diese zählen wie der Mais zu den wärmebedürftigen C4-Pflanzen und können vermutlich wie dieser außerordentlich effizient hohe Strahlungsintensitäten und Temperaturen in Photosyntheseleistung und damit in Biomasse umsetzen. Ihr Herkunfts- und Domestikationsgebiet liegt in den Savannen des nordöstlichen Afrikas, was darüber hinaus eine hohe Trockenheitstoleranz nahelegt. Hitze- und Trockenheitstoleranz stellen nicht nur wichtige Voraussetzung für einen erfolgreichen Zweitfruchtanbau im Anschluss an eine frühräumende Winterzwischenfrucht dar, sondern machen die Sorghumhirse auch unter dem Aspekt der sich ändernden Klimabedingungen zu einer bemerkenswerten Kulturpflanze [3][23]. Darüber hinaus ist Sorghum nach dem bisherigen Kenntnisstand keine Wirtspflanze für *D. virgifera* wodurch sie sich insbesondere für Gebiete mit Anbaurestriktionen für Mais an qualifiziert [6]. Sorghumhirse steht weltweit an fünfter Stelle der Jahresproduktion von Körnerfrüchten mit Hauptanbaugebieten in den USA, Australien, Argentinien, Mexiko und Afrikas südlich der Sahara [11]. Aufgrund ihrer Bedeutung als Körner- aber auch als Futterpflanze wird Sorghumhirse international züchterisch und pflanzenbaulich intensiv bearbeitet, so dass auf ein großes Sortiment an Genotypen aus den wirtschaftlich wichtigsten Sorghumarten unterschiedlicher geographischer Herkunft zurück gegriffen werden kann. Die zahlreichen bislang kontaktierten internationalen Züchter und Sorteninhaber unterstützen mit der Überlassung von Saatgut die Sammlung und Recherche des TFZ sehr großzügig, so dass sich über das Projekt eine einmalige Chance zur umfassenden Bewertung der Sorghumhirse als Rohstoff- und Energiepflanze unter bayerischen Anbaubedingungen darstellt.

Im Folgenden werden die Ergebnisse des umfangreichen Sortenscreenings und der begleitenden Feldversuche zur Produktionstechnik von Sorghum dargestellt und unter Einbeziehung von Angaben aus der Literatur diskutiert.



## 2 Stand des Wissens

### 2.1 Morphologie und Taxonomie der Sorghumhirse

In frühen Entwicklungsabschnitten erinnert die Sorghum-Pflanze habituell sehr stark an Mais. Erst mit einsetzender Bestockung und ihrer fehlenden Kolbenbildung ist es auch für einen Laien leicht möglich, Mais und Sorghumhirse zu differenzieren. Bis zur Ernte bildet die Sorghumhirse je nach Sortentyp einen 1 bis 5 m hohen, markgefüllten Stängel aus, der an der Basis, aber auch an höheren Knoten, Seitentriebe bilden kann. Die parallelnervigen Blätter sind zweizeilig angeordnet und variieren hinsichtlich ihrer Länge und Breite sehr stark. Terminal stehen kompakte, aufrechte oder lockere Rispen von 10 bis 80 cm Länge. Hinsichtlich ihrer Morphologie und agronomischen Merkmale zeichnet sich die Sorghumhirse durch eine bemerkenswerte Vielfalt aus. Die extrem variable Wuchshöhe, die starke bis völlig fehlende Bestockungsneigung und die Variation der Blattbreite und -länge seien hier als Faktoren genannt, die beispielsweise ihre Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern oder auch ihr Wiederaustriebsvermögen steuern. Große Variabilität besteht darüber hinaus im Kornbildungsvermögen, im Korn:Restpflanzen-Verhältnis sowie in der inhaltstofflichen Zusammensetzung, wodurch sich ein weites Spektrum von Nutzungsmöglichkeiten eröffnet. Neben reinen Körnertypen werden Futtertypen zur Silagegewinnung, Heuwerbung, Grünfütterung und Beweidung sowie Übergangstypen für die Körner- und Futternutzung angebaut. Außerdem gibt es Sorten, die explizit auf eine Faser- oder eine Zuckergewinnung ausgerichtet sind. Nicht zuletzt aufgrund dieser morphologischen und physiologischen Mannigfaltigkeit bestehen im deutschen Sprachgebrauch große Unsicherheiten hinsichtlich der Terminologie für Sorghumhirse. So wird Sorghum-Saatgut etwa unter den Bezeichnungen Sudangras, Zuckerhirse, Faserhirse, Biomassehirse und anderen vermarktet. Die Verfasser dieses Berichtes verwenden als taxonomische Differenzierung eine Einteilung, die sich auf Angaben von Züchtern, der OECD-Codierung und eigenen Beobachtungen aus den Anbaujahren 2006 bis 2008 stützt [22].

**Körnersorghum** (*Sorghum bicolor*): Diese Form wurde züchterisch dahingehend bearbeitet, dass ein maschineller Mähdrusch möglich ist. Das Ergebnis sind kurzstängelige (ca. 1,5 m) Sorten mit hoher Standfestigkeit und kompakter, gleichmäßig abblühender Rispe. Unter bayerischen Anbaubedingungen ist eine Kornnutzung selbst bei sehr frühreifen Sorten (z. B. Friggo und Arlys aus Frankreich) nur an klimatisch begünstigten Standorten für den Anbau zur Kornnutzung empfehlenswert. Körnersorten haben mit durchschnittlich 30 g (bis zu 40 g) die höchsten Tausendkorngewichte.

**Futtersorghum** (*Sorghum bicolor*): Futtersorghum ist eine dickstängelige (> 2,5 cm Stängeldurchmesser), kaum bis stark bestockende Form mit breitem Blatt (bis zu 7 cm). Hierunter fallen sehr hochwüchsige und massebildende Sorten, die unter niederbayerischen Anbaubedingungen bis 4,5 m Wuchshöhe erreichen und deren Aussehen sich bei einzelnen Sorten kaum von Mais unterscheidet. Futtersorghum eignet sich zur Silagegewinnung, das schwache Wiederaustriebsvermögen erlaubt nur eine einschnittige Nutzung. Das Tausendkorngewicht liegt im Mittel bei 25 g. Beispiele für in Deutschland verfügbare Sorten sind Goliath oder Sucrosorgo 506. Eine Sonderform von Futtersorghum ist die sogenannte Zuckerhirse, deren hoher Zuckergehalt im Stängel durch ein rezessives Gen vererbt wird (siehe Abschnitt 2.5).

**Sudangras** (*Sorghum sudanense*): Sudangras ist eine dünnstängelige (< 1 cm Stängeldurchmesser), schmalblättrige (< 2,5 cm Blattbreite) und sehr stark bestockende Sorghumart mit einer mittleren Wuchshöhe von 3 m. Das Bestockungsvermögen ist außerordentlich hoch. Die Fähigkeit Seitentriebe auszubilden, steht in Zusammenhang mit der Nährstoffversorgung, dem Wasserangebot und der Belichtung des Bestockungsknotens und bleibt bis zum Vegetationsende erhalten. Sudangras eignet sich aufgrund des starken Wiederaustriebsvermögens zur mehrschnittigen Nutzung, als Weidepflanze, aber auch zur Heu- und Silagegewinnung. Bei Sudangräsern scheint nach der Blüte die Verholzung rasch fortzuschreiten, der Nutzungstermin ist dem anzupassen. Das Tausendkorngewicht ist gering (ca. 15 g). Beispiele für in Deutschland verfügbare Sorten sind Piper oder Akklimat.

**Sorghum/Sudangras** (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*): Diese Kreuzung stellt hinsichtlich Stängeldicke, Blattbreite, Wiederaustriebsvermögen und Bestockungsneigung eine Zwischenstellung zwischen Futtersorghum und Sudangras dar. Beispiele für in Deutschland verfügbare Sorten sind Lussi oder Green Grazer.

## 2.2 Physiologische Eigenschaften der Sorghumhirse

Die Verdaulichkeit von Sorghumsilage wird durch einen höheren Schnittpunkt am Stängel und dem daraus resultierenden erhöhten Rispen- und Kornanteil nicht verbessert, gleichzeitig wird aber der Ertrag vermindert. Bei vollständiger Ausreife nimmt die Verdaulichkeit von Sorghumhirse ab [15].

In den oben genannten Arten *S. bicolor*, *S. sudanense* und *S. bicolor* x *S. sudanense* können Eigenschaften eingelagert sein, die für die Verwertung der Biomasse als Wiederkäuerfutter bedeutsam sind. Da Analogien zwischen der Biogaserzeugung und der Tierfütterung bestehen, werden wichtige, den Futterwert bestimmende Sorteneigenschaften und die zugehörigen Begriffe nachfolgend kurz eingeführt.

**Brown-midrib Genotypen (bmr):** Die braune Mittelrippe ist ein phänotypischer Marker, der mit einem reduzierten Ligningehalt korreliert [18]. Die Braunfärbung kann auf den Stängel beschränkt sein (Abbildung 1), so dass die Mittelrippenfärbung der Blattspreite keine sichere Klassifizierung erlaubt. Die Intensität der Braunfärbung ist kein Maß für die Reduktion des Ligningehaltes und korreliert nicht mit dem Futterwert. Die bmr-Eigenschaft geht auf eine chemisch induzierte Mutation zurück. Gegenüber dem Normaltyp ist der Ligningehalt des bmr-Typs um ca. 20 bis 30 % reduziert, die damit einhergehende Erhöhung der Verdaulichkeit beträgt ca. 10 % bis 20 %. Die bmr-Sorten sind bislang generell um etwa 15 % ertragschwächer als Sorten ohne diese Eigenschaft, weisen jedoch eine bessere Verdaulichkeit ihrer Silage auf [7]. Die Färbung der Mittelrippe wird weiter genutzt, um zwischen „dry“ und „juicy“ Typen zu unterscheiden (Abbildung 2). Der „dry“-Typ ist gekennzeichnet durch eine helle, fast weiße Mittelrippe, die scharf zum Gewebe der Blattspreite abgegrenzt ist, während beim „juicy“-Typ die Mittelrippe deutlich grün und opak ausgebildet ist. Erfahrungen aus den USA zeigen, dass der „dry“-Typ im gleichen phänologischen Stadium gegenüber dem „juicy“-Typ einen um bis zu 3 % höheren Trockensubstanzgehalt erreicht. Gleichzeitig ist die Schmackhaftigkeit des „dry“-Typs etwas herabgesetzt. Zwischen „juicy“ und „dry“ gibt es Übergänge, so dass die Klassifizierung etwas Übung erfordert.



Abbildung 1: *Unterschiedliche Ausprägung der Stängelfarbe bei Sorghumhirsens (links: Normaltyp, rechts brown-midrip Typ)*



Abbildung 2: *Unterschiedliche Ausprägungen der Blattmittellippe bei Sorghumhirsens (von links nach rechts: brown-midrib, dry-midrib, juicy-midrib)*

**Photoperiode-sensitive Genotypen (pps):** Mit dem Übergang vom vegetativen zum generativen Stadium setzt bei Futterpflanzen eine Verschlechterung der Futterqualität ein, häufig

flacht auch das Massenwachstum merklich ab. Die Blühinduktion ist von einer Vielzahl von Umweltfaktoren gesteuert, wobei die Tageslänge von ausschlaggebender Bedeutung ist. In Sorghum sind Zuchtsorten verfügbar, die erst bei Tageslängen unter 12 Stunden und 20 Minuten in die generative Phase übergehen [18] und somit unter den hiesigen Langtagbedingungen bis weit in den September hinein keine Rispe schieben (Abbildung 3). Die pps-Typen lassen ein stärkeres Massenwachstum bei gleichzeitig höherer Nutzungselastizität erwarten.



*Abbildung 3: Gegenüberstellung von Körnersorghum (vorne), photoperiodisch sensitivem (pps) Futtersorghum (Mitte) und konventionellem Futtersorghum (hinten) (Aufnahmedatum: 05. Oktober 2006)*

**Männlich-sterile Genotypen (ms):** Bei diesen Genotypen werden keine fertilen Pollen gebildet. Als Folge sind die Befruchtungsvorgänge gestört und das Korn wird nicht als Senke für Assimilate wirksam, was zu einem Anstieg der Nicht-Struktur-Kohlenhydrate und damit einer verbesserten Verdaulichkeit führen soll. Bei gleichzeitigem Anbau von ms- und Normaltypen ist zu erwarten, dass die ms-Typen bestäubt werden, so dass der Effekt der Sterilität gebrochen sein sollte.

**Kombination aus bmr- und pps-Genotypen bzw. bmr- und ms-Genotypen:** Mit diesen Kombinationen wird versucht, gute Qualitätseigenschaften weiter zu verbessern oder mit hohem Ertragspotenzial zu kombinieren. Da bislang nur wenige Kombinationstypen verfügbar sind, ist die Anzahl der Versuche zu gering, um fundierte Aussagen ableiten zu können. Es zeichnet sich aber ab, dass die Kombinationstypen sich intermediär zu den reinen bmr-, pps- bzw. ms-Genotypen verhalten.

Studien aus den USA zeigen, dass die züchterische Beeinflussung des Ligninstoffwechsels und der Photoperiodizität zu Lasten der Frohwüchsigkeit und Stressresistenz der Sorghumpflanzen geht. Eine Abhängigkeit vom genetischen Hintergrund ist belegt [7][24][25]. Es bleibt zu prüfen, ob die Vorteile dieser Neuzüchtungen auch unter bayerischen Anbaubedingen zur Ausprägung kommen und eine Verbesserung gegenüber konventionellen Typen darstellen. Züchter aus den USA und Australien sind gerade am Ver-

gleich von herkömmlichen zu bmr-Typen sehr interessiert und unterstützten deshalb die Sammlung und Recherche des TFZ sehr großzügig. So wurden dem TFZ Sorten bereitgestellt, die eng miteinander verwandt sind und sich lediglich durch bmr- bzw. pps-Eigenschaften unterscheiden. Keinem der Gesprächspartner des TFZ ist die Sammlung eines solch umfangreichen Sortiments von Hirsesorten bekannt. Eine entsprechend detaillierte Untersuchung des Materials stellt somit eine einmalige Chance zur umfassenden Bewertung der Sorghumhirse als Rohstoff- und Energiepflanze dar.

**Nitrat- und Blausäureakkumulation in allen Genotypen:** Sorghum stellt gerade auch als Grünfutter, Weide, Silage oder Heu in der Tierhaltung eine gute Alternative zu Mais dar [3]. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Pflanzen aus der Gattung unter ungünstigen Wachstumsbedingungen Nitrat akkumulieren können. Außerdem enthalten Blätter von Sorghum ein Glykosid, aus dem in ihrer Jugendentwicklung und insbesondere auch in Stressphasen Blausäure entstehen kann. Beide Inhaltsstoffe können in entsprechender Konzentration bei der Verfütterung schwere Schäden bis hin zum Tod von Nutztieren verursachen. Daher muss Futter auf der Basis von Sorghumhirse, die während pflanzlicher Stressphasen geerntet wurde, auf den Blausäuregehalt analysiert werden [26].

Generell ist bei der Futternutzung die geringere Verdaulichkeit im Vergleich zu Silomais zu beachten. Die Verdaulichkeit von Sorghumsilage wird durch einen höheren Schnittpunkt am Stängel und dem daraus resultierenden erhöhten Rispen- und Kornanteil nicht verbessert, gleichzeitig wird aber der Ertrag vermindert. Bei vollständiger Ausreife von Sorghum nimmt die Verdaulichkeit der Sorghumsilage ab [15].

### 2.3 Möglichkeiten des Sorghumanbaus in der kühl-gemäßigten Klimazone Europas

Ein wichtiger und für die Anbauplanung entscheidender Unterschied zum Mais ist der deutlich höhere Temperaturanspruch von Sorghumhirse. So werden als Minimumtemperatur für einen raschen und gleichmäßigen Feldaufgang 12 bis 14 °C angegeben [12], also um 4 bis 6 °C höher als bei Mais. Dagegen soll der Transpirationskoeffizient erheblich niedriger liegen als bei Mais. Derartige Angaben sind unter hiesigen Anbaubedingungen einer Prüfung zu unterziehen und gegebenenfalls neu festzulegen.

Untersuchungen aus den Phänologischen Gärten Europas im Zeitraum 1951 bis 1996 haben ergeben, dass sich die Vegetationsperiode innerhalb dieses Zeitraumes um 10,8 Tage ausdehnte, wobei 6,3 Tage auf das Frühjahr und 4,5 Tage auf den Herbst entfallen [20]. Dieser Trend lässt eine zunehmende Eignung wärmebedürftiger und trockenoleranter Kulturen für den Anbau in kühl-gemäßigten Klimaten erwarten. Insgesamt wird sich der anthropogen verursachte Klimawandel positiv auf die landwirtschaftliche Produktivität in Nordwest-Europa auswirken, während in den mediterranen Regionen eine Verschlechterung der landwirtschaftlichen Produktionsverhältnisse erwartet wird [23].

Sorghumhirse hat gegenüber Mais eine bessere Wassernutzungseffizienz. Sie wird generell später ausgesät als dieser und erreicht dennoch akzeptable Erträge. Klare Vorteile hat sie auf trocknen Standorten ohne Zusatzbewässerung [3].

### 2.4 Ertragspotenzial von Sorghumhirse in Deutschland

Obwohl die Vielseitigkeit der Verwendungsmöglichkeiten und die breite Adaption an unterschiedlichste Umweltbedingungen Sorghumhirse zu einer vielversprechenden Kultur auch in den kühl-gemäßigten Breiten macht, wird sie bisher in Deutschland nur in sehr begrenztem Umfang angebaut. Entsprechend gering ist die Anzahl relevanter wissenschaftlicher Publikationen darüber.

Nach Untersuchungen aus dem Jahr 2006 aus Baden-Württemberg [Stolzenburg, mündl. Mittlg.], kann Futtersorghum auf günstigen Standorten den gleichen Trockenmasseertrag wie Energiemais erreichen. Das mehrschnittige Sudangras lag in diesen Versuchen deutlich

niedriger. Laut einem früheren Bericht aus dem Jahr 1998 wurde in Baden-Württemberg sogar ein um ca. 30 % höheres Ertragspotenzial von Sorghum verglichen mit Mais festgestellt [17]. In Anbauversuchen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen erzielten *S. bicolor* und *S. bicolor* x *S. sudanense*-Sorten Erträge von 150 bis 180 dt/ha Trockenmasse [19]. Ein ähnliches Ertragsniveau von 140 bis 170 dt/ha Trockenmasse wurde in Versuchen des TFZ in den Jahren 2004 und 2005 am Standort Straubing ermittelt, am Standort Ascha (Vorgebirge des Bayerischen Waldes) waren es 130 dt/ha. Auf den Schwarzerden der mitteldeutschen Trockengebiete betrug die Spannweite der Trockenmasseerträge von Sorghum 100 bis 170 dt/ha bei Höchsterträgen von 330 dt/ha [9]. Ebenfalls sehr große Ertragsschwankungen zwischen 100 und 260 dt/ha Trockenmasse waren das Resultat eines gemeinsamen Versuches der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft und der KWS Saat AG [Jäger, unveröffentlichtes Vortragsmanuskript]. In der gleichen Versuchsserie wurde zudem eine erhebliche Spannweite in der Biogasausbeute ermittelt, die von 430 bis 710 NI/kg organischer Trockenmasse reichte. Die Angaben zum Methanbildungsvermögen von Sorghumsilagen schwanken zwischen 180 bis 380 NI/kg organischer Trockenmasse [2]. In gemeinsamen Versuchen des TFZ und des Instituts für Landtechnik (ILT) der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) wurde eine Methanausbeute von 250 bis 340 NI/kg organischer Trockenmasse ermittelt. Demgegenüber liegt die Methanausbeute von Mais mit durchschnittlich 320 NI/kg organischer Trockenmasse etwas höher.

## 2.5 Hoch zuckerhaltige Sorghumsorten

Gelegentlich wird für Futtersorten von *S. bicolor*, seltener auch von *S. bicolor* x *S. sudanense* der Begriff Zuckerhirse verwendet, im amerikanischen Sprachgebrauch auch "Sweet Sorghum" oder "High Brix Sorghum" (der über die Dichte einer zuckerhaltigen Lösung bestimmte Zuckergehalt wird in der Dimension Grad Brix angegeben). Damit werden Typen bezeichnet, die sich durch hohe Zuckergehalte im Stängel, niedrige Trockensubstanzgehalte und einen geringen Blattanteil am Gesamtertrag auszeichnen. Für die Vererbung des hohen Zuckergehaltes ist ein rezessives Gen verantwortlich [1]. In den USA werden diese Zuckerhirsensorten speziell zur Sirupherstellung angebaut, wobei das Produktionsverfahren dem des Zuckerrohrs ähnelt.

Neuerdings werden Zuckerhirsensorten in den USA auch als Ausgangsmaterial der Ethanol-Produktion geprüft. Aktuelle Untersuchungen zeigen, dass durch pflanzenbauliche Maßnahmen, wie das "De-heading" der Zuckergehalt gesteigert werden kann und damit die Verarbeitung erleichtert wird [Bitzer, mündl. Mittlg.]. In einer umfangreichen Literaturstudie [27] werden die Ethanolerträge von Zuckerhirse auf 3,2 bis 3,4 t/ha geschätzt, bei einem Energie-Input-Output-Verhältnis von 1,25 (mit Bagasseverwertung) bzw. 1,20 (ohne Bagasseverwertung). Für die Verbrennung setzen die Autoren einen Energie-Output an, der von 330 bis 510 GJ/ha (Faserhirse) bzw. 250 bis 420 GJ/ha (Zuckerhirse) reicht. Die Abschätzung der so erzielbaren Heizöl-Äquivalente ergibt 9.000 bis 14.000 l OE.

Auch für Deutschland ist das hohe Ertragspotenzial von Zuckerhirsensorten belegt. So wurde unter süddeutschen Anbaubedingungen ein mittlerer Trockenmasseertrag von 225 dt/ha und ein Zuckerertrag von 76 dt/ha gemessen [5]. Der Autor verweist ferner auf den hohen Faserertrag (13 t/ha) und die hervorragenden technologischen Eigenschaften der Fasern. Eine ähnliche Studie bestätigt die Massenwüchsigkeit der Zuckerhirse und gibt Zuckererträge von 50 bis 70 dt/ha an [4].

Unter unseren Langtagbedingungen ist zu beobachten, dass auch herkömmliche Futtersorten, die nicht oder sehr spät zur Blüte kommen bzw. keinen Kornansatz erreichen, hohe Zuckergehalte aufweisen. Das heißt, wenn die Rispe nicht zur Senke für Assimilate wird, kann es auch ohne Ausstattung mit dem rezessiven Gen zu einer Zuckerakkumulation in der Restpflanze kommen. Der gleiche Effekt wird durch männliche Sterilität und durch photoperiodische Sensibilität unter Langtagsbedingungen hervorgerufen. Daher bleibt oftmals offen, ob der Begriff Zuckerhirse tatsächlich auf die Sorten mit dem rezessiven Gen beschränkt ist.



### 3 Zielsetzung

Ausgangspunkt der Untersuchungen ist eine umfassende Sammlung weltweit verfügbarer Zuchtsorten von Sorghumhirse. Diese sind einer Prüfung auf Anbaueignung als Rohstoff- und Energiepflanze in Bayern zu unterziehen. Das Screening am Standort Straubing erstreckt sich auf alle verfügbaren Arten und Nutzungstypen (Futtersorghum, Körnersorghum, Sudangras, Sorghum/Sudangras-Hybride, Zuckerhirse, Faserhirse) und sämtliche agronomisch relevante Sortenmerkmale. Dabei sind die entscheidenden Prüfkriterien Standfestigkeit, Trockenmasseertrag und Trockensubstanzgehalt zur Ernte. Die Merkmale Keimfähigkeit, Triebkraft und Feldaufgang sind insbesondere für die kritische Phase der Jugendentwicklung von großer Bedeutung. Als problematisch könnte sich hier die mangelnde Kältetoleranz herausstellen. Im weiteren Verlauf der Vegetationsperiode sind sortenbedingte physiologische oder morphologische Eigenschaften zu erfassen, die für eine gute Anpassung an abiotischen Stress (z. B. Trockenheit) verantwortlich sind. Schließlich stellt die erforderliche Vegetationszeit bis zum Erreichen eines ausreichenden Reifegrades eine wesentliche Größe für eine standortangepasste Sortenempfehlung dar. Aus den Beobachtungen zum Befall mit Schädlingen und Krankheiten sollen erste Erkenntnisse zur Vor- und Nachfruchtwirkung von Sorghumhirse aus phytopathologischer Sicht gewonnen werden. Neben den genannten agronomischen Merkmalen sind Qualitätsaspekte wie Siliereignung, inhaltsstoffliche Zusammensetzung und Methanausbeute zu untersuchen. Oberstes Ziel ist die Identifizierung von Sorten mit einem hohen Ertragspotenzial bei früher Abreife und guter Standfestigkeit, die hohe Methanausbeuten garantieren.

In Kooperation mit der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) und den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Sachgebiet 2.1 P) soll besonders aussichtsreiches Material in einem mehrjährigen und mehrortigen bayernweiten Sortenvergleich auf seine Leistungsfähigkeit unter dem Einfluss variierender Standortfaktoren untersucht werden. Die in diesen Versuchen als standörtliche und klimatische Schwellenwerte erkannten Größen sollen in klimatische Anbaueignungskarten für Sorghum Eingang finden, anhand derer Gunst- und Ungunstgebiete kartografisch dargestellt werden können. Dabei sind Karten sowohl für die aktuelle als auch für die zukünftige klimatische Situation in Deutschland geplant. In produktionstechnischen Versuchen sollen an aussichtsreichen Sorten pflanzenbauliche Maßnahmen (Variation von Saatstärke, Stickstoffdüngung, Reihenweite) in ihrer Wirkung auf Ertrag, Qualität und Bestandesstabilität optimiert werden. In einem separaten Ansatz werden die im Mais für die Nachauflaufbehandlung zugelassenen Herbizide auf ihre Verträglichkeit in Sorghum untersucht. Mit Hilfe der erzielten Ergebnisse sollen die Ansprüche der Sorghumhirsens an die Wachstumsfaktoren herausgearbeitet und Anbauempfehlungen für die landwirtschaftliche Praxis abgeleitet werden.



## 4 Material und Methoden

### 4.1 Keimfähigkeit, Triebkraft und Feldaufgang

Die Keimprüfungen wurden nach den Internationalen Vorschriften zur Prüfung von Saatgut (ISTA Rules, International Seed Testing Association) durchgeführt, d.h. auf Filterpapier bei 25 °C und Wechsellicht. Das Saatgut wird drei Tage lang vorgekühlt, die Keimdauer beträgt zehn Tage bei 25 °C. Als Triebkraft-Prüfungsverfahren (Kalttest) wurde im Jahr 2006 das Verfahren von Mais angewendet, in den Folgejahren wurde zusätzlich das Maisverfahren für Sorghum modifiziert (Sorghum I) sowie ein weiteres Verfahren mit konstant niedriger Temperatur (Sorghum II) angewendet (Tabelle 1).

*Tabelle 1: Dauer und Temperaturniveaus der verschiedenen Triebkraft-Prüfungsverfahren*

Verfahren	Stressphase	Warmphase
Mais	7 d bei 10 °C	7 d bei 25 °C
Sorghum I	7 d bei 15 °C	7 d bei 25 °C
Sorghum II	12 d bei 15 °C	-

Aus dem Sortenscreening wurden 2006 160 Sorten, 2007 30 Sorten und 2008 40 Sorten ausgewählt und an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft im Labor auf Keimfähigkeit und Triebkraft getestet. Die in diesen Tests untersuchten Sorten wurden 2006 an drei Standorten angebaut, davon an zwei Orten zu einem frühen sowie einem späten Saattermin, so dass insgesamt Feldaufgangswerte aus fünf Umwelten zur Verfügung stehen. Im Jahr 2007 wurden die Testsorten nur an einem Standort angebaut, im Jahr 2008 an vier Standorten (Tabelle 2).

*Tabelle 2: Tests auf Triebkraft und Feldaufgang in den Versuchsjahren 2006 - 2008*

Jahre	2006	2007	2008
Triebkraft-prüfverfahren	Mais	Mais Sorghum I Sorghum II	Mais Sorghum II
Anzahl Sorten	160	30	40
Standorte/Umwelten	5	1	4

### 4.2 Beschreibung der Versuchsstandorte

Die Versuchsflächen des Sortenscreenings und der Produktionstechnikversuche befinden sich in der Landschaftseinheit des Gäubodens bei Straubing. Der Standort liegt auf 48° 54' N Breite und 12° 32' O Länge auf 335 m Höhe. Die Jahresmitteltemperatur beträgt 8,5 °C bei 675 mm Jahresniederschlag. Am Versuchsstandort steht ein Lössboden aus schluffigem Lehm (Bodenart) als Parabraunerde (Bodentyp) mit der Ackerzahl 73 bis 76 an. Eine regionstypische Fruchtfolge ist Kartoffeln - Wintergetreide - Zwischenfrucht - Zuckerrüben. Als Vorfrucht auf den Versuchsflächen stand in den Jahren 2006 und 2007 Winterwei-

zen und im Jahr 2008 Kartoffeln. Die  $N_{\min}$ -Gehalte betragen im Jahr 2006 180 bis 200 kg N/ha, im Jahr 2007 ca. 160 kg N/ha und im Jahr 2008 70 bis 104 kg N/ha. Der bayernweite Sortenversuch kam an bis zu zehn Standorten (Abbildung 4) zur Anlage, die unterschiedliche regionale Klimaräume und Anbauregionen Bayerns abbilden. Die wichtigsten Standortkennwerte der verschiedenen Versuchsstandorte sind in Tabelle 3 dargestellt.

*Tabelle 3: Standortkennwerte der Versuchsstandorte des bayernweiten Sorghumsortenversuchs*

Standort	Region	Höhe über NN m	Bodenart	Bodenzahl	Jahresniederschlag in mm	Jahresmitteltemperatur in °C
Euerhausen	Ochsenfurter Gäu	310	uL	80	658	9,1
Sausenhofen	Nordbayr. Hügelland	440	sL	55	650	7,5
Almesbach	Ostbayr. Hügelland	430	IS	36	672	7,7
Neuötting	Moränenhügelland	405	sL	55	901	7,8
Scheßlitz	Fränkische Schweiz	315	L	58	634	8,5
Karolinenfeld	Alpenvorland	468	Moor	40	920	8,6
Steinach	Bayerwaldvorgebirge	345	sL	57	840	7,5
Neuhof	Donau-Ries	500	sL	53	677	8,7
Günzburg	Donau-Ried	455	uL	65	700	7,5



Abbildung 4: Versuchsstandorte des bayernweiten Sorghumsortenversuchs

### 4.3 Witterungsverhältnisse in den Anbaujahren

Der Witterungsverlauf in den Versuchsjahren 2006 bis 2008 war von großen Unterschieden geprägt. Im Jahr 2006 erfolgte die Aussaat Anfang Juni nach Abklingen einer ungewöhnlich langanhaltenden Kälteperiode Ende Mai/Anfang Juni ("Schafskälte"), die zu einer späten Aussaat zwang. Bei sich zügig erwärmendem Boden liefen die Pflanzen in einem Zeitraum von 7 bis 10 Tagen nach der Saat auf. Nach zwei Starkniederschlagsereignissen Mitte bzw. Ende Juni kam es auf der Versuchsfläche jeweils zu erheblichen Vernässungen und teilweise mehrtägigem Wasserüberstau in Bodenmulden. Auch die Verschleppung von Saatgut mit dem Oberflächenabfluss war zu beobachten. Die Jugendentwicklung war außerordentlich ungleichmäßig und unbefriedigend, so dass bis Mitte Juli der Versuch sehr schwach und wenig wüchsig blieb. Ende Juni bis Mitte Juli setzte die Bestockung ein, ausgenommen die Genotypen, die keine Seitentriebe bilden. Die echten Sudangräser bestockten bis zur Ernte. Im Juli, der mit durchschnittlich 21,6 °C erheblich zu warm ausfiel, entwickelten sich die Pflanzen sehr gut. Frühe Korntypen schoben zum Monatsende die Rispe und bei extrem frühen Sorten setzte die Blüte ein.

Der kühl-feuchte August verlangsamte die Entwicklung zwar etwas, gleichzeitig füllten aber Regenfälle die stark beanspruchten Bodenwasservorräte wieder auf. Im September, der wiederum deutlich zu warm ausfiel, fand augenscheinlich ein erheblicher Massenzuwachs

statt. Die Ernte startete in der letzten Septemberdekade und konnte bei günstigen Witterungsbedingungen in der ersten Oktoberdekade zügig abgeschlossen werden.

Bis zur Ernte traten ungewöhnlich wenig Starkwinde oder Starkniederschlagsereignisse auf, so dass trotz der deutlich überhöhten Bestandesdichte und des überhöhten N-Angebotes kaum Lager zu verzeichnen war. Die Sorghumpflanzen konnten bei warmen bis heißen Temperaturen, von Juli bis in den Oktober hinein, den anfänglichen Rückstand etwas aufholen.

Der April 2007 wäre vom Temperaturniveau gut geeignet gewesen, um Sorghumhirse auszusäen, allerdings fiel nur 1 mm Niederschlag im Monatsverlauf. Nach der Aussaat im Mai entwickelte sich diese im Juni bei warmem Wetter schnell und gut. Im Juli bis in den September stellten sich dann immer wieder feuchte, kühle und sonnenscheinarme Perioden ein, die, da in der Hauptwachstumsphase von Sorghum gelegen, zu einer langsamen Pflanzenentwicklung und schlechten Abreife führten.

Im Witterungsverlauf des Versuchsjahrs 2008 zeigte sich der Mai relativ trocken mit nur wenigen Niederschlagsereignissen und leicht überdurchschnittlichen Temperaturen. Darauf folgte ein ebenfalls warmer Juni, wobei Mitte des Monats mehrmalig nächtliche Tiefstwerte von ca. 4 °C auftraten. Der Juli und August lagen in ihren Temperaturwerten geringfügig unter dem langjährigen Klimamittel mit einer deutlich erhöhten Niederschlagssumme im Juli. Im September 2008 herrschten dann unterdurchschnittliche Temperaturen mit den ersten beiden Frostnächten. Auch der Oktober war kühler als das langjährige Mittel, jedoch mit durchschnittlichem Niederschlagsgeschehen, so dass bis Mitte Oktober alle Parzellen bei trockener Witterung geerntet werden konnten. Betrachtet man die Temperatursummen in der Vegetationszeit von Sorghumhirse während der drei Versuchsjahre, war 2006 trotz der sehr späten Aussaatmöglichkeit das wärmste und beste Sorghumjahr, gefolgt von 2008 mit mittlerer Wärmesumme und dem kühlgsten und schwächsten Ertragsjahr 2007 (Abbildung 5).

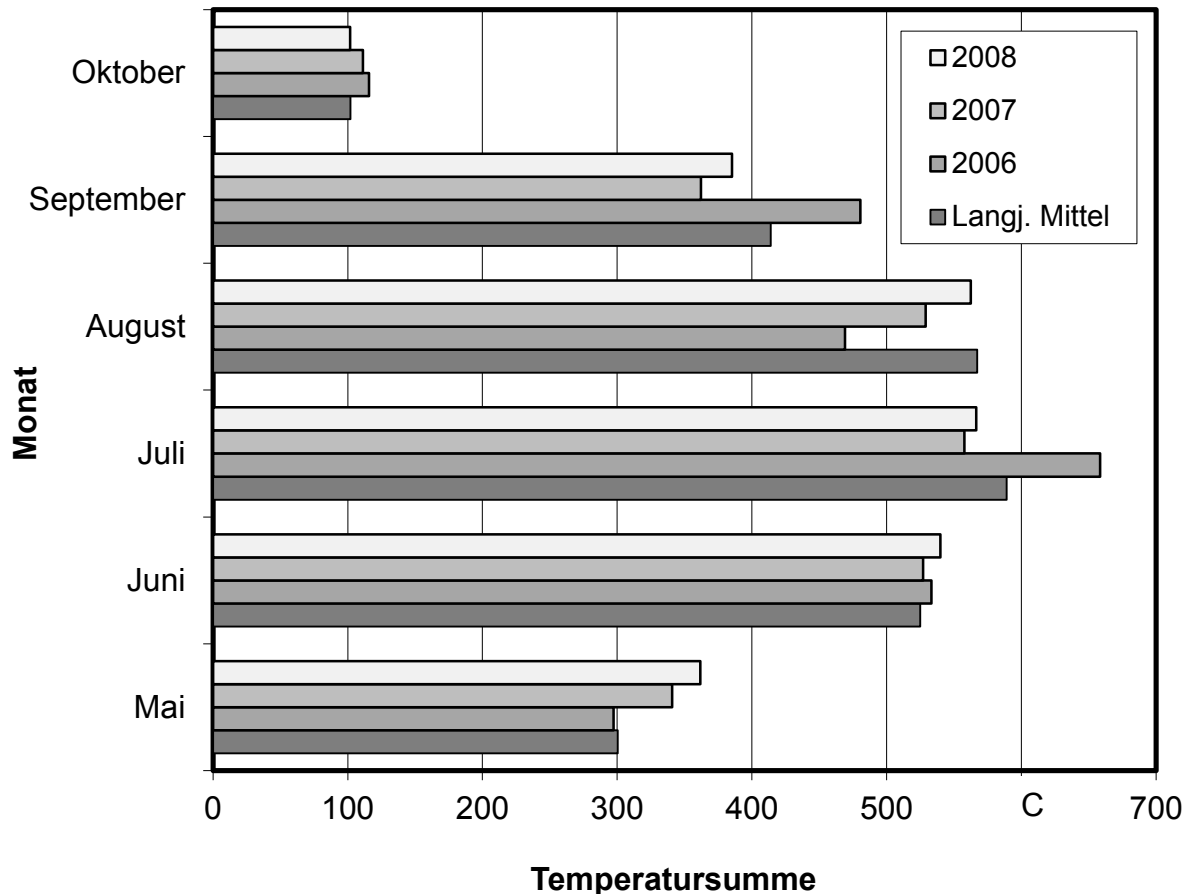


Abbildung 5: Monatstemperatursummen während der Vegetationsperiode von Sorghum in den 3 Versuchsjahren im Vergleich zum langjährigen Mittel

#### 4.4 Sortenscreening

##### 4.4.1 Sortenmaterial

Zu Beginn der Versuchsarbeit stand das Zusammentragen eines globalen Sorghumsortiments, um möglichst viele verschiedene Geno- und Umwelttypen im direkten Vergleich des Sortenscreenings darzustellen. Ausgehend von Züchterangaben und eigenen Recherchen wurden besonders vielversprechende Herkünfte ausgewählt. Beginnend im Herbst 2005 wurde eine umfangreiche Sortensammlung durchgeführt. Bis zur Aussaat im Frühsommer des Jahres 2006 konnten so 205 Sorten aus 13 Ländern beschafft werden. Da nicht jede angeschriebene Firma tatsächlich eine eigenständige Züchtung betreibt, sondern lediglich als Vertriebspartner auftritt, wurden manche Sorten mehrfach zugesandt. Es gestaltete sich zum Teil aufwändig, Duplikate zu erfassen, da nicht alle Firmen gleichermaßen auskunftsfreudig waren. Insgesamt wurden bis zum Jahr 2008 278 verschiedene Sorghumsorten angebaut, was etwa 18 % der weltweit verfügbaren Sorghumsorten entspricht.

Die Sortensammlung zielte insbesondere auf massenwüchsige Futtersorten und Sorghumhybriden ab. Um einen möglichst vollständigen Überblick über die Leistungsfähigkeit der Sorghumhirse zu erhalten, wurden aber auch echte Körnersorten und reine Sudangräser in der Sammlung berücksichtigt. Einige Züchter haben Sorten zugesandt, die unter der Bezeichnung Dualtyp (wahlweise Kornnutzung oder Futternutzung) angebaut werden.

Die Gruppierung war in den ersten beiden Jahren nicht in jedem Fall eindeutig, da nicht alle Züchter gleichermaßen Auskunft über ihre Sorten erteilten. Als Folge traten im Versuch zum Teil erhebliche Unterschiede in der Wuchshöhe zwischen benachbarten Parzellen auf.

Das Sorghumsortiment enthielt die drei landwirtschaftlich bedeutsamen Sorghumarten. Innerhalb dieser Arten waren die unterschiedlichen Sorghumtypen wie Zuckerhirse, Futterhirse, Körnerhirse und Sudangras sowie einige züchterische Neuentwicklungen vertreten. Dieser repräsentative Sortenquerschnitt wurde im Screening einer Prüfung der Anbauwürdigkeit als Rohstoff- und Energiepflanze in Bayern unterzogen.

Im Anbau befanden sich folgende Sorghumarten:

- *Sorghum bicolor* (n = 205), Körner- und Futtersorten mit teilweise hohen Zuckergehalten
- *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* (n = 58)
- *Sorghum sudanense* (n = 15)

#### 4.4.2 Versuchsanlage und Durchführung

Im Jahr 2006 wurde das Sortenmaterial in einem Blockversuch auf einer Parabraunerde aus Löss bei Lerchenhaid westlich von Straubing ausgesät. Der Versuch war als Blockanlage mit drei Wiederholungen angelegt. Die Aussaat erfolgte vom 07. bis 09. Juni mit einer herkömmlichen Getreidedrillmaschine bei einer Saatstärke von 37,5 Körner/m<sup>2</sup>. Die Saatstärke war gegenüber den Empfehlungen der Züchter um 12 Körner/m<sup>2</sup> erhöht, da zu Versuchsbeginn von einem schlechten Feldaufgang des mehrheitlich an die Tropen adaptierten Materials ausgegangen wurde. Der Reihenabstand betrug 50 cm, bei sechs Reihen und einer Reihlänge von 7,2 m errechnet sich eine Parzellengröße von 21,6 m<sup>2</sup>. Um bei der Beerntung Nachbarschaftseffekte auszuschließen, erfolgte eine Kernbeerntung der mittleren vier Reihen, so dass die beerntete Fläche 14,4 m<sup>2</sup> betrug.

Innerhalb des Versuches waren die Sorten entsprechend des Wuchshabitus der verschiedenen Sorghumarten und -typen in Blöcke gruppiert. In den ersten zwei Anbaujahren lag die Sortenzahl bei 225 bzw. 255 Sorten. Im dritten Anbaujahr konnten die in den Vorjahren getesteten Sorten auf 52 unter hiesigen Bedingungen vielversprechende Sorten reduziert werden. Im 2. und 3. Versuchsjahr wurden jeweils Sorten verworfen und parallel neue Sorten in das Screening mit aufgenommen.

In den Jahren 2007 und 2008 erfolgte die Aussaat in der letzten Maidekade mit einer herkömmlichen Getreidedrillmaschine bei einer Saatstärke von 25 keimfähigen Körnern/m<sup>2</sup> und einem Reihenabstand von 50 cm. Bei einem hohen N<sub>min</sub>-Gehalt von ca. 200 kg N<sub>min</sub>/ha zur Saat wurden Ende Juni weitere 70 kg N/ha (KAS) ausgebracht, etwa zeitgleich mit dem Herbizid Certrol B in einer Dosierung von 1,5 l/ha.

#### 4.4.3 Überprüfung des Reifegrades

Zur Überprüfung des Reifegrades der Samen zum Erntetermin wurden im Jahr 2008 von allen Sorten mit entwickelter Rispe (36 von 52) mehrere Rispen geerntet und je Sorte 200 Körner zur Keimung in Petrischalen auf Filterpapier bei Raumtemperatur ausgelegt.

### 4.5 Mehrtiger Sortenversuch in Bayern

In einem bayernweiten Sortenversuch wurde die Ertragsleistung repräsentativer Sorghumsorten an mehreren Standorten in unterschiedlichen Anbauregionen verglichen. Im Jahr 2006 wurden an fünf Standorten Versuche mit sieben bis neun Sorten angelegt sowie an drei weiteren Standorten zwei Mehrschnittsorghumsorten und drei Sudangrassorten zu einem frühen Saattermin Mitte Mai sowie zu einem späten Termin Mitte Juni ausgesät. Hierbei wurden zwei Schnitte durchgeführt.

Im Jahr 2007 wurden 15 Sorten an zehn Standorten und im Jahr 2008 12 Sorten an sieben Orten unter gleichen produktionstechnischen Bedingungen ausgesät. Die mineralische Stickstoffdüngung erfolgte unter Berücksichtigung des auf den Versuchsstandorten zu Vegetationsbeginn vorliegenden N<sub>min</sub>-Gehaltes, wobei auf einen N-Zielwert von 150 kg/ha aufgedüngt wurde. Der Versuch wurde als Alpha-Gitteranlage mit dreifacher Wiederholung ange-



legt. Der Aussaattermin lag an allen Standorten um den 20. Mai. Die Saatstärke betrug 30 Körner/m<sup>2</sup> bei 50 cm Reihenabstand. Die Saat wurde mit einem Getreidedrillgerät durchgeführt. Gemessen bzw. bonitiert wurden folgende Daten: Feldaufgang, Kälteschäden, Rispschieben, Pflanzenlänge, Pflanzenzahl bei Ernte, Lager vor Ernte, TM-Ertrag, Trockensubstanzgehalt. Die Ernte erfolgte je nach Technikverfügbarkeit zwischen dem 28.09. und dem 15.10. Im Jahr 2007 wurden die Wurzelstöcke von zwei Sorten an den Standorten Straubing und Euerhausen auf eine Infektion mit dem Erreger der Späten Rübenfäule (*Rhizoctonia solani*) untersucht.

Im Jahr 2008 kam mit Groß-Gerau ein Standort in Hessen hinzu. Hier wurden acht Sorghumsorten am 19.05. ausgesät und am 08.10. geerntet. Abweichend von den bayerischen Standorten wurden in jeder Sorte zwei Wiederholungen beregnet, zwei Wiederholungen blieben ohne Zusatzberegnung. Die Beregnung erfolgte in drei Gaben (24.06./ 10.07./ 21.07.) zu je 30 mm. Am Standort ist ein leichter, sandiger Boden mit 20 Bodenpunkten anstehend. Bei einem N<sub>min</sub>-Gehalt von 24 kg wurden am 20.05. 110 kg N/ha nachgedüngt.

#### 4.6 Produktionstechnikversuch

Parallel zum Sortenscreening wurde in allen drei Jahren ein mehrfaktorieller Produktionstechnikversuch angelegt, getrennt für die verschiedenen Sorghumarten. Zu Beginn wurde für die Arten *S. bicolor* und *S. bicolor* x *S. sudanense* jeweils eine repräsentative Sorte verwendet, im 3. Jahr wurden diese durch sechs neue Sorten ersetzt, vier aus *S. bicolor* (darunter der Körnertyp Silo 901) die Sorten Lussi (*S. bicolor* x *S. sudanense*) und Trudan Headless (*S. sudanense*). Es wurden die drei Faktoren Stickstoffdüngung, Reihenabstand und Saatstärke in den in Tabelle 4 dargestellten Faktorstufen geprüft, die mit fortschreitendem Erkenntnisgewinn modifiziert wurden. Der Stickstoffdünger wurde in Form von Kalkammonsalpeter (KAS) breitflächig kurz nach der Saat ausgebracht.

Im 3. Versuchsjahr wurde noch die Faktorstufe 200 kg N/ha aufgenommen, um Stickstoff in mindestens einer Variante als ertragslimitierenden Faktor auszuschließen. Nach zwei Anbaujahren zeichnete sich die Reihenweite 29,5 cm als vorteilhaft aus. Um eine weitere enge Reihenweite zu testen wurde der Abstand 37,5 cm (halber Maisabstand) in den Versuch aufgenommen. Bereits im ersten Versuchsjahr erwies sich die Saatstärke von 10 kf. Körnern/m<sup>2</sup> als zu niedrig und praxisfern und wurde daher auf 25 kf. Körner/m<sup>2</sup> erhöht. Im 3. Versuchsjahr wurde zu Gunsten von mehr Sorten auf die 4. Faktorstufe der Saatstärke verzichtet, dafür aber die Faktorstufe 3 auf 80 kf. Körner/m<sup>2</sup> angehoben.

Tabelle 4: Verwendete Sorten und Faktorstufen in den Produktionstechnikversuchen

Jahre	2006	2007	2008
Sorten	Sucrosorgo 506 Susu	Sucrosorgo 506 Susu	Sucrosorgo 405 Goliath KSH 6016 Silo 901 Lussi Trudan Headless
N-Düngung in kg N/ha	0 50 100 150		0 50 100 150 200 (in 2 Gaben)
Reihenabstand in cm	14,5 29,5 50 75	14,5 29,5 37,5 50	29,5 37,5
Saatstärke in kf. Körner/m <sup>2</sup>	10 40 70 100	25 40 70 100	25 40 80

#### 4.7 Herbizidversuch

Der Herbizidverträglichkeitsversuch wurde in drei Versuchsjahren für zwei Sorghumarten durchgeführt. Im Jahr 2006 wurden die Sorten Rona (*S. bicolor*) und Susu (*S. bicolor* x *S. sudanense*) verwendet, in den Jahren 2007 und 2008 Sucrosorgo 405 (*S. bicolor*) und ebenfalls Susu. Die Aussaat erfolgte Mitte Mai bis Mitte Juni mit einer Saatstärke von 22 Pfl./m<sup>2</sup> bei 50 cm Reihenabstand. Die beiden Sorghumsorten wurden separat in randomisierten Blockanlagen ausgesät. Es wurden insgesamt 19 unterschiedliche Herbizide und Herbizidmischungen getestet, um die Wirksamkeit gegen das Unkrautspektrum in Sorghum und die Kulturverträglichkeit abzuprüfen (Tabelle 5). Wöchentlich wurden Wirkungs- und Schadbonturen durchgeführt, zur Ernte wurden Trockenmasseertrag und Trockensubstanzgehalt bestimmt.

*Tabelle 5: Herbizidvarianten in den Versuchsjahren 2006 bis 2008. VA: Voraufbehandlung, NA 1 bzw. NA 2: Nachaufbehandlung im Ein- bzw. Zweiblattstadium, im jeweiligen Jahr durchgeführte Varianten sind mit x gekennzeichnet*

Nr.	Präparat	Aufwandmenge		Termin	2006	2007	2008
1	unbehandelt	-		-	x	x	x
2	Bandur	2	l/ha	VA		x	x
3	Dual Gold	1,2	l/ha	NA 1	x	x	x
4	Spectrum	1,2	l/ha	NA 1	x	x	x
5	Basagran	2	l/ha	NA 2	x	x	x
6	Artett	2,5	l/ha	NA 2	x		
7	Mais-Banvel WG	0,5	kg/ha	NA 2	x	x	
8	Certrol B	1,5	l/ha	NA 2	x	x	
9	Stomp SC	2,5	l/ha	NA 2	x	x	x
10	U 46-D	1,5	l/ha	NA 2	x	x	x
11	Peak	0,02	kg/ha	NA 2	x	x	x
12	Click	1,5	l/ha	NA 2	x	x	
13	Oratio	0,04	kg/ha	NA 2	x	x	x
14	Harmony SX	0,02	kg/ha	NA 2		x	x
15	Gardo Gold	2	l/ha	NA 2	x		x
16	Gardo Gold	4	l/ha	NA 2		x	x
17	Arrat + Dash	0,2 + 1	l/ha	NA 2			x
18	Gardo Gold + Mais-Banvel	2 + 0,25	kg/ha	NA 2			x
19	Gardo Gold + Certrol B	2 + 0,75	l/ha	NA 2			x
20	Gardo Gold + U 46-D	2 + 1	l/ha	NA 2			x

#### 4.8 Probenaufbereitung

Der gesamte Aufwuchs einer Ernteparzelle wurde mit einem reihenunabhängigen Häcksler auf eine Schnittlänge von ca. 1 cm zerkleinert und auf dem Feld im Probenehmer verwogen. Das Gewicht der Frischmasse wurde von der Parzellenfläche auf einen Hektar hochgerechnet. Aus dem Gewicht der Frischmasse multipliziert mit dem Prozentwert des Trockensubstanzgehaltes errechnet sich der Trockenmasseertrag. Über Referenzproben, die bei 105 °C getrocknet wurden, wurden sämtliche Trockenmasseerträge auf absolute Trockensubstanzgehalte standardisiert. Das Verfahren entspricht im Wesentlichen der Wertprüfung bei Mais. Zur Analyse der Inhaltsstoffe wurde eine Mischprobe von ca. 1 kg Frischmaterial aus dem Häckselgut jeder Parzelle entnommen und auf dem Feld verwogen, anschließend bei 60 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und zurückgewogen. Am so getrockneten Material erfolgte die Probeentnahme zur Inhaltsstoffanalyse. Zur Messung der Biogasausbeute wurde frisches Häckselgut in Plastikbeuteln verpackt und bis zur Verarbeitung bei -25 °C tiefgefroren gelagert.

## 4.9 Methodik der Bodenanalyse

Die Untersuchungen der Bodenproben wurden zur Bestimmung von Bodenart, Kalkbedarf, pH-Wert, Phosphat und Kalium gemäß VDLUFA MB Bd. 1, Kapitel 5.1.1 und 6.2.1.1 durchgeführt. Die Analyse des Mg- und  $N_{\min}$ -Gehaltes (Nitrat + Ammonium) wurde nach VDLUFA MB Bd. 1, Kapitel 6.1.4.1 und 6.2.4.1 ausgeführt. Der wasserlösliche  $S_{\min}$ -Gehalt wurde durch Messung am ICP ermittelt und der Bodenwassergehalt nach VDLUFA Methodenbuch Band 1, Kapitel 2.1.1.

## 4.10 Inhaltsstoffanalytik

Die Biogasanalytik entspricht in vielen Punkten der Futtermittelanalytik. Sie umfasst alle Untersuchungen, die erforderlich sind, um den Nährwert eines Futtermittels anzugeben. Im Fall von Rohstoffen als Substrat für die Biogasproduktion kann dadurch eine Abschätzung der erreichbaren Biogaserträge vorgenommen werden.

### Trockenmasse

Die Bestimmung der Trockenmasse einer zerkleinerten Probe erfolgt bei vierstündiger Trocknung mit einer Temperatur von 103 °C. Durch diesen Prozess wird der Probe das Rohwasser entzogen, dieses enthält auch flüchtige organische Verbindungen wie Ammoniak, Alkohole und Essigsäuren. Die Bestimmung erfolgte nach VDLUFA, MB Bd. 3, Kap. 3.1.

### Rohasche

Zur Ermittlung des Rohaschegehaltes werden die organischen Stoffe durch Veraschung in einem Muffelofen (550 °C) verbrannt. Die anorganische Komponente verbleibt bei dieser Verbrennung als Rückstand, sie besteht abhängig von der Probe v.a. aus Mineralstoffen und Sand. Die Analytik erfolgte nach VDLUFA, MB Bd. 3, Kap. 8.1.

### Organische Masse

Mit Hilfe des Rohaschegehaltes lässt sich der Anteil der organischen Masse an der Trockenmasse berechnen (organische Masse = Trockenmasse – Rohasche). Die Analytik erfolgte nach VDLUFA, MB Bd. 3, Kap. 8.1. Die organische Masse setzt sich aus Rohprotein, Rohfaser, Rohfett und den N-freien Extraktstoffen (NfE) zusammen.

### Rohprotein

Rohprotein wird standardmäßig nach der Methode von Kjeldahl bestimmt. Man erhält hierbei den Stickstoffgehalt der untersuchten Substanz. Da Eiweiß 16 % Stickstoff enthält, wird dieser Wert mit 6,25 multipliziert, um den Rohproteingehalt der Ausgangssubstanz zu erhalten. Die Bestimmung erfolgte gemäß Standardmethode nach ICC 105/2.

### Rohfett

Rohfett wird analytisch als Etherextrakt definiert. Die Bestimmung erfolgte nach VDLUFA, MB Bd. 3, Kap. 5.1.1 (nur Hexanextraktion).

### Rohfaser

Rohfaser ist der in Säuren und Laugen unlösliche fett-, stickstoff- und aschefreie Rückstand der Trockenmasse. Die Rohfaser umfasst Cellulose, Lignin, Pentosane usw. Die Bestimmung erfolgte nach VDLUFA, MB Bd. 3, Kap. 6.1.2.

### NDF (Van Soest)

Die Summe der Gerüstsubstanzen wird als Rückstand nach dem Kochen in neutraler Detergentienlösung (neutral detergent fiber, NDF) erhalten. In dieser Fraktion sind die in der Ausgangssubstanz enthaltenen Hemicellulosen, Pektine, Cellulose und das Lignin zusammengefasst. Die Analytik erfolgte nach VDLUFA, MB Bd. 3, Kap. 6.5.1.

### ADF (Van Soest)

Der Rückstand nach dem Kochen mit schwefelsaurer Detergentienlösung (ADF, acid detergent fiber) enthält im wesentlichen Cellulose und Lignin. Die Differenz zwischen den analytisch erfassten Gehalten an NDF und ADF stellt den Gehalt an Hemicellulosen dar. Die Analytik erfolgte nach VDLUFA, MB Bd. 3, Kap. 6.5.2.

### ADL (Van Soest)

In dem Rückstand aus der ADF-Analyse wird die Cellulose durch 72%ige Schwefelsäure hydrolysiert und der dann noch verbleibende Rückstand als Lignin ausgewiesen (acid detergent lignin, ADL). Über die Differenz der Gehalte an ADF und ADL wird der Gehalt an Cellulose in der Ausgangssubstanz bestimmt. Die Analytik erfolgte nach VDLUFA, MB Bd. 3, Kap. 6.5.3.

#### **NfE**

Der NfE-Gehalt (N-freie Extraktstoffe) wird durch Berechnung aus der Differenz zwischen organischer Masse und Rohfett, Rohprotein und Rohfaser bestimmt. Innerhalb dieser Fraktion wurden der Stärkegehalt nach VDLUFA, MB Bd. 3, Kap. 7.2.1. sowie der Gesamtzuckergehalt nach VDLUFA MB Bd. 3, Kap. 7.1.1. bestimmt.

#### **Nährstoffanalytik**

Die Gehalte an den Elementen P, K, Mg und Ca wurden atomspektroskopisch nach VDLUFA MB Bd. 3, Kap. 2.2.2.6. ermittelt.

### **4.11 Berechnung und Messung der Gasausbeute**

Grundlage der Berechnung der Gasausbeute sind die Gehalte an Rohasche, Rohfaser, Rohfett, Rohprotein und N-freien Extraktstoffen bezogen auf die Trockensubstanz aus der Weender Futtermittel-Analyse sowie deren Verdaulichkeiten, die der DLG-Futterwerttabelle entnommen werden. Dabei existieren bislang allerdings keine unterschiedlichen Werte zur Berücksichtigung von verschiedenen Sorghumsorten oder Reifegraden. Aus diesen Vorgaben wurde die organische Trockensubstanz und die jeweilige Masse der verdaulichen Stoffgruppen je kg Trockensubstanz errechnet. Diese Ergebnisse wurden mit den Werten des spezifischen Biogasertrages und Methangehaltes multipliziert, die sich den einzelnen Stoffgruppen zuordnen lassen. Daraus gehen die Biogas- und Methanausbeuten hervor [10].

Die Messung der Gasausbeuten erfolgte am Institut für Landtechnik und Tierhaltung (ILT) der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) mittels Batchtest-Verfahren. Dabei wurden Laborfermenter (Volumen = 2 l) mit 600 g Standardinokulum und 600 g Wasser befüllt. Die TS-Gehalte von Substraten und Nullprobe wurden bestimmt. Die Fermenter mit Substrat wurden mit ca. 60 bis 120 g Frischmasse befüllt. Die Gärtemperatur wurde auf 38 °C eingestellt. Die Gasanalyse erfolgte von jeweils einem Liter produziertem Gas über einen Gaszähler (Milligascounter®); jeweils drei Wiederholungen waren an einen Gassack angeschlossen. Zu untersuchen waren die Parameter CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> und O<sub>2</sub> in Vol.-%. Die Dauer des Versuches betrug 35 Tage.

### **4.12 Statistische Auswertung**

Zur statistischen Auswertung des Datenmaterials wurde das Programm SAS Version 9.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) verwendet. Varianzanalysen wurden unter Verwendung der GLM Prozedur ausgeführt. In allen Abbildungen und Tabellen sind signifikante Effekte mit \*, \*\* bzw. \*\*\* gekennzeichnet mit Irrtumswahrscheinlichkeiten von jeweils  $\alpha < 0,05$ , 0,01 bzw. 0,001, während n.s. nicht-signifikante Effekte kennzeichnet. Behandlungen, die sich statistisch signifikant ( $\alpha < 0,05$ ) voneinander unterscheiden, wurden mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichnet. Die Beziehung zwischen zwei Variablen wurde mit linearen Regressionsfunktionen beschrieben, zur Darstellung des Zusammenhangs wurde der Korrelationskoeffizient nach Pearson benutzt.

### **4.13 Klimatische Anbaueignungskarten von Sorghum in Deutschland**

#### **4.13.1 Anbaueignungskarte für die jetzige klimatische Situation**

Eine detaillierte Darstellung der verwendeten Methoden, vor allem zu den der Kartenerstellung zugrunde liegenden Regressionsmodellen und der Kartenstandardisierung, findet sich

im beiliegenden Abschlussbericht „Erstellung einer klimatischen Anbaueignungskarte für Hirse in Deutschland“.

#### 4.13.1.1 Klimadaten

Die für die Erstellung der klimatischen Anbaueignungskarte benötigten Klimadaten sind tägliche Werte der Temperatur (Mittelwert, Maximum und Minimum), der Strahlung, der relativen Feuchte, der Windgeschwindigkeit und des Niederschlags für einen Zeitraum von 30 Jahren. Vom Deutschen Wetterdienst (DWD) wurden Datensätze von 407 Stationen geliefert, deren Lage in Abbildung 6 dargestellt ist. Die meteorologischen Werte umfassen den Zeitraum 1961 bis 1990, wobei jedoch einige Stationen Messlücken im betrachteten Zeitraum aufwiesen.

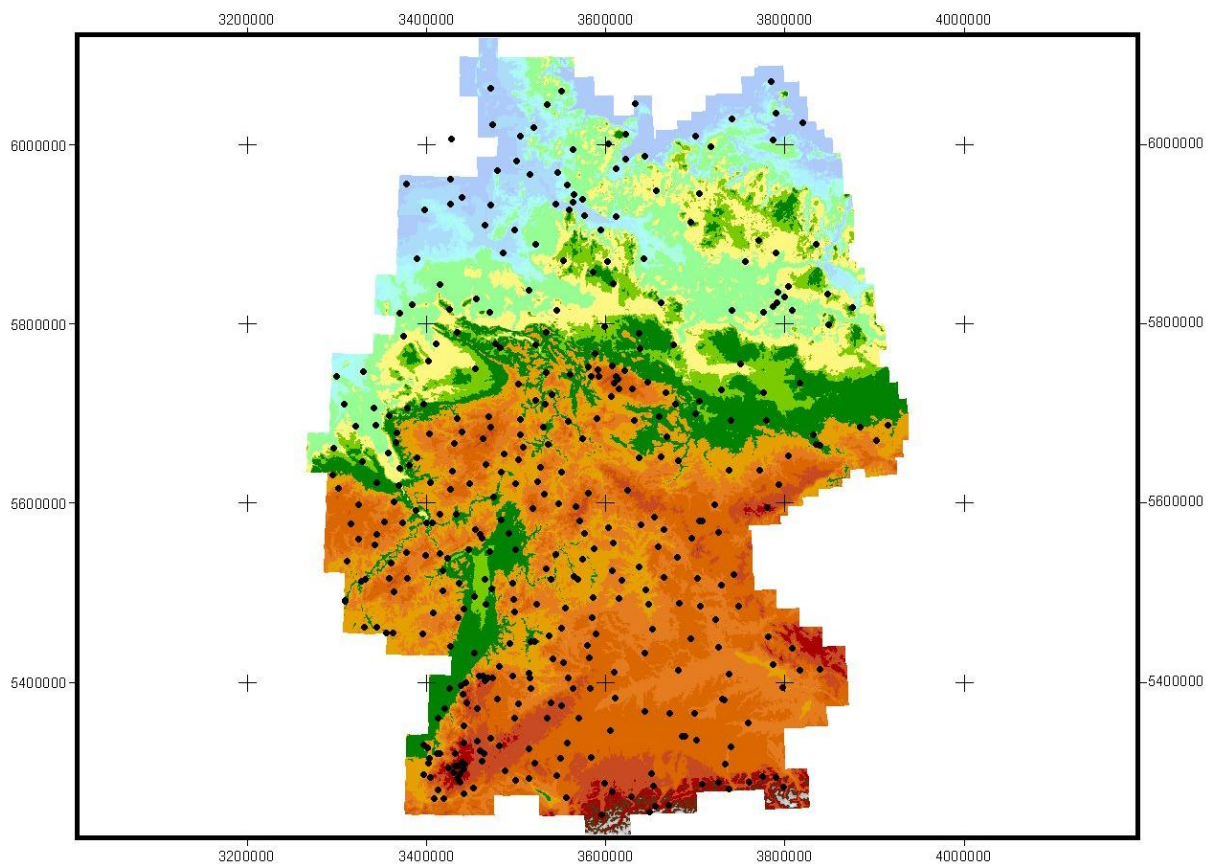
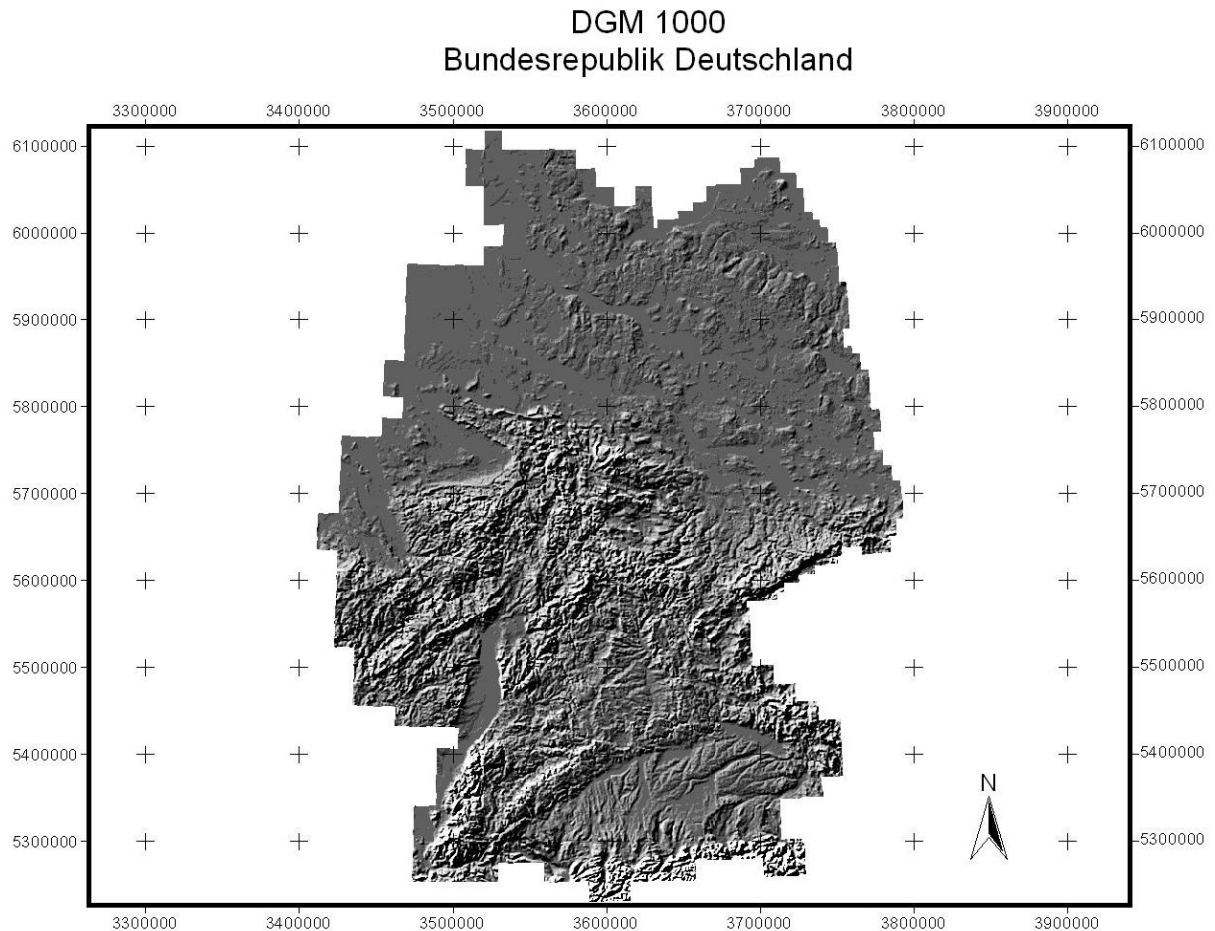


Abbildung 6: Lage der Klimastationen

#### 4.13.1.2 Digitales Geländemodell DGM1000

Das im Rahmen dieses Projekts verwendete Digitale Geländemodell 1 : 100 000 (kurz: DGM1000) wurde vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie zur Verfügung gestellt (Abbildung 7). Es wurde durch eine Digitalisierung im Maßstab 1 : 50 000 mit einer anschließenden visuellen Abschätzung mittlerer Höhen entwickelt und bildet das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland als regelmäßiges, in Lage und Höhe georeferenziertes Raster mit einer Gitterweite von 30"x 50" ab, dies entspricht einer horizontalen Auflösung von 1050 m. Gewässer werden im Modell durch die Tiefe des Grundes beschrieben, daraus ergeben sich im Datenbestand Höhen von bis zu -50 m NN.



*Abbildung 7: Digitales Höhenmodell DGM1000 des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie mit einer Auflösung von 1050 m (Darstellung wurde mittels Analytical Hillshading optimiert, daher ohne Legende)*

Obwohl Deutschland insgesamt eine stark differenzierende orographische Gliederung aufweist ( $DGM_{\text{Höhe}(\min)} = 50 \text{ m u. NN}$ ,  $DGM_{\text{Höhe}(\max)} = 2850 \text{ m ü. NN}$ ), konzentrieren sich die wesentlichen Flächenanteile innerhalb der Höhenstufe zwischen 0 und 600 m ü. NN. Das DGM1000 stellt im Rahmen dieses Projekts die Grundlage für die Geofaktoren

- Höhe
- Luv-/Lee-Indizes sowie
- Kaltluftbecken dar.

#### 4.13.1.3 Corine Landcover CLC1990

Mit Nutzung des europaweiten Projekts Corine Land Cover (CLC) CORINE (**C**oordination of **I**nformation on the **E**nvironment) als Grundlage wurden einheitliche und damit vergleichbare Daten der Bodenbedeckung für Europa verwendet. Die Ersterfassung im Jahre 1990 erfolgte europaweit einheitlich auf Basis von Satellitendaten im Maßstab 1 : 100 000 nach 44 Landnutzungsklassen, von denen 37 Klassen in drei Hierarchieebenen für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland relevant sind (Abbildung 8). Im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) und in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) des

Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) erfolgte im Jahre 2000 eine Aktualisierung des Datenbestandes (Corine Landcover 2000).

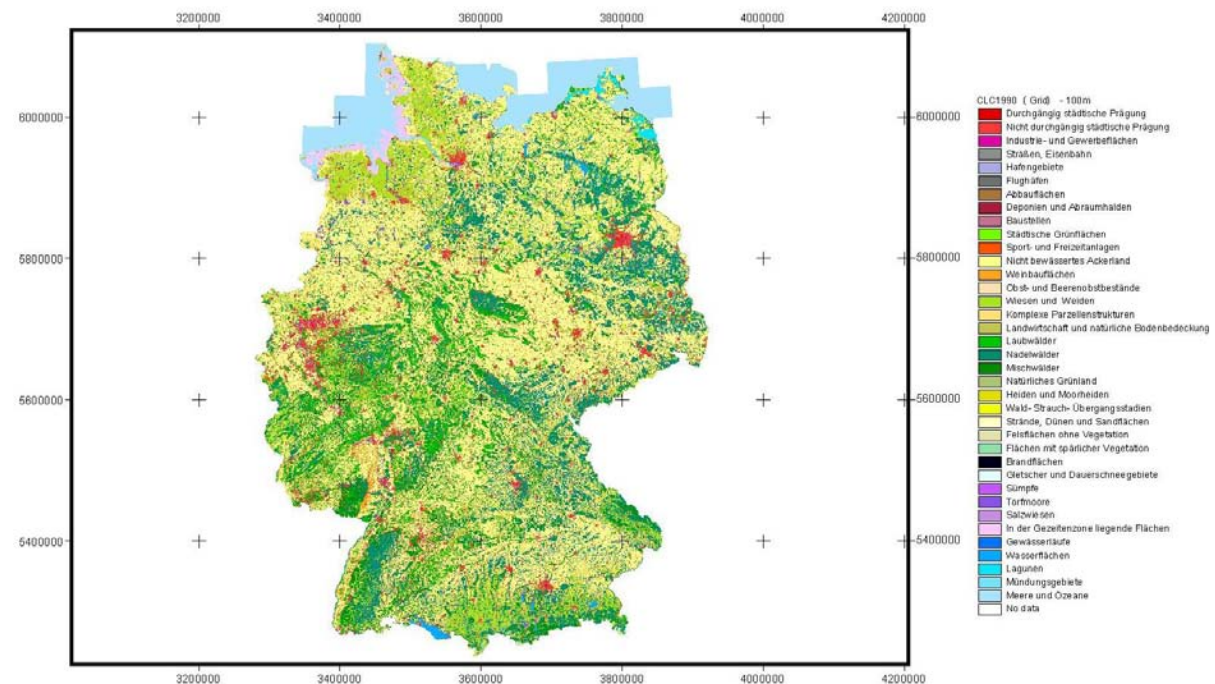


Abbildung 8: Corine Landcover 1990 (CLC1990). Landnutzung auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland

Die Hauptkategorien bilden bebaute Flächen, landwirtschaftlich genutzte Flächen, Wälder und naturnahe Flächen sowie Feucht- und Wasserflächen. Da für dieses Projekt Klimadaten der Normalperiode 1961 bis 1990 Verwendung fanden, wurde mit dem Datensatz von CLC1990 gearbeitet, um einen einheitlichen zeitlichen Bezugsrahmen zu gewährleisten.

#### 4.13.1.4 Bodenübersichtskarte BÜK500

Die aus der Bodenkarte 1 : 500 000 hervorgegangene digitale Bodenübersichtskarte BÜK500 mit einer horizontalen Auflösung von 1000 m zeigt die wichtigsten 20 Bodentypen und ihre Vergesellschaftung auf Basis der Bodenlandschaften, Bodengroßlandschaften und Bodenregionen auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland. Zusätzlich enthält diese Karte versiegelte Flächen, anthropogene Ablagerungen und Gewässer. Durch eine Zusammenfassung der Bodentypen und Beschränkung auf die vier wichtigsten Unterscheidungskriterien für den Anbau von Sorghum (leichte Böden, wassergeprägte Böden, gute Böden sowie karge und saure Böden, zusätzlich noch nicht nutzbare Böden in Siedlungsbereichen) wurde die BÜK500 in einer reklassifizierten Form gebildet (Abbildung 9), welche die Basis für die Modellierung der Einzelkarten Trockenheitsindex und tatsächliche Verdunstung darstellt.



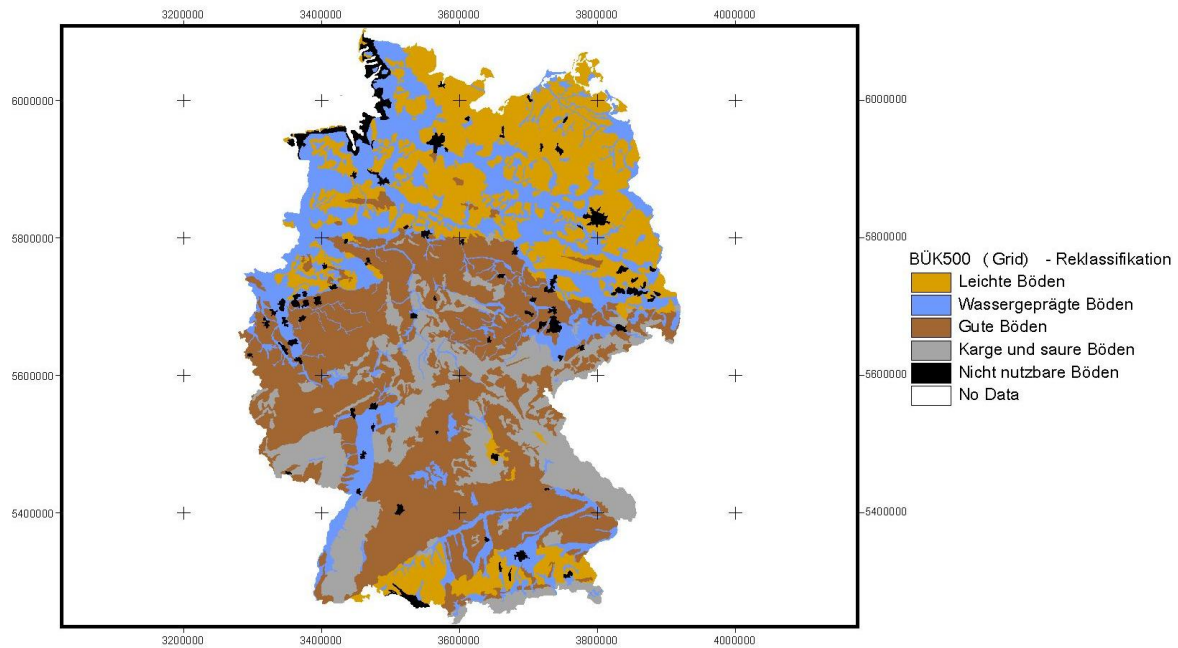


Abbildung 9: BÜK500 reklassifiziert

#### 4.13.1.5 Pflanzenbauliche Parameter

Die für den Anbau von Sorghum als relevant erkannten Parameter wurden aus den Sortenversuchen am Standort Straubing und an den bis zu zehn Standorten in Bayern bestimmt. Aus den Versuchen konnten für diese Parameter Unter- und Obergrenzen sowie potenzielle Optima abgeleitet werden (Tabelle 6). Dabei bewirken die Obergrenzen der Parameter zur Spät- bzw. Frühfrostgefährdung deutliche Einschränkungen in der Anbaueignung eines Standortes, um das pflanzenbauliche Risiko möglichst zu minimieren.

Tabelle 6: Grundlegende Klimaparameter der Anbaueignungskarte, bestimmt aus 3-jährigen Anbauversuchen mit Sorghum in Bayern

Parameter	Bezeichnung	Einheit	Untergrenze	Optimum	Obergrenze
P01	Auflauf	d	118	118	175
P02	Spätfrostgefährdung	*100 %	0,2	0	0,2
P03	Temperatursumme Vegetationsperiode	*100 %	1970	2800	2800
P04	Temperatursumme Hauptwachstumszeit	°C*d	700	1100	1427
P05	Niederschlag Vegetationszeit	mm	260	450	800
P06	Trockenheitsindex	-	0,6	1	1
P07	Tatsächliche Verdunstung	mm	250	500	500
P08	Frühfrostgefährdung	*100 %	0	0	0,5
P09	Sonnenscheindauer Hauptwachstumszeit	h	450	700	700
P10	Sonnenscheindauer Vegetationsperiode	h	800	1200	1200
P11	Dauer der Vegetationsperiode	d	120	250	250

#### 4.13.2 Anbaueignungskarten für die klimatische Situation 2011 bis 2040

Sorghumhirsen erscheinen aufgrund ihrer Trockenheitstoleranz und ihrer hohen Wassernutzungseffizienz und dem bevorstehenden Klimawandel als vielversprechende Kulturen. Um Landwirten in Bayern und Deutschland die Möglichkeit zu geben, sich frühzeitig auf die wahrscheinlich eintretenden Klimaänderungen einzustellen und die Anbaueignung der Hirse für die zukünftige Situation für ihre Region zu beurteilen, wurden zwei weitere Anbaueignungskarten in Auftrag gegeben. Diese Karten bilden die veränderten Klimabedingungen im Zeitraum 2011 bis 2040 unter Berücksichtigung zweier Standardszenarien ab. Der gewählte Zeitraum umfasst wie die derzeit noch geltende Klimanormalperiode 1961 bis 1990 genau 30 Jahre und liegt nicht zu weit in der Zukunft, so dass die Ergebnisse schon jetzt für eine langfristige Betriebsausrichtung verwendet werden können. Wichtig war außerdem, dass der abgebildete Zeitraum zum Zeitpunkt der Kartenerstellung noch nicht begonnen hat, da sonst eine Überlappung tatsächlich gemessener Wetterdaten mit modellierten Daten eingetreten wäre.

Eine detaillierte Darstellung der verwendeten Methoden findet sich im beiliegenden Abschlussbericht „Erstellung von klimatischen Anbaueignungskarten für Hirse in Deutschland unter veränderten Klimabedingungen“. Methodische Unterschiede zur Erstellung der ersten Anbaueignungskarte liegen in der Verwendung der modellierten WETTREG-Daten, die nur für 245 bis 250 Klimastationen in Deutschland vorlagen, und in der Differenzierung nach zwei Standardszenarios. Die Basisdaten wie das Digitale Geländemodell, die Daten von Corine Landcover und der Bodenübersichtskarte und vor allem die pflanzenbaulichen Parameter wurden bewusst nicht verändert.

#### 4.13.2.1 Klimadaten

Als Klimadatengrundlage wurde WETTREG (**Wetterlagenbasierte Regionalisierungsmethode**) verwendet, das im Vergleich zu globalen Klimamodellen eine deutlich genauere horizontale Auflösung bietet. Diese Daten sind am World Data Center for Climate (WDC Hamburg) abgelegt und können auf Antrag beim Bundesumweltamt für wissenschaftliche Zwecke kostenfrei genutzt werden.

Typisch für die heute genutzten Klimamodelle ist eine Modellierung auf Basis verschiedener Szenarienfamilien, die sich in ihren Schlüsselentwicklungen und damit in ihren Auswirkungen auf die Treibhausgaskonzentrationen und das Klima unterscheiden. Die vom Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) im Special Report in Emission Scenarios entwickelten Szenarien werden in die vier Szenarienfamilien A1, A2, B1 und B2 unterteilt (Abbildung 10) und durch die sechs SRES-Standardszenarien A1B, A1T, A1FI, A2, B1 und B2 repräsentiert [16].

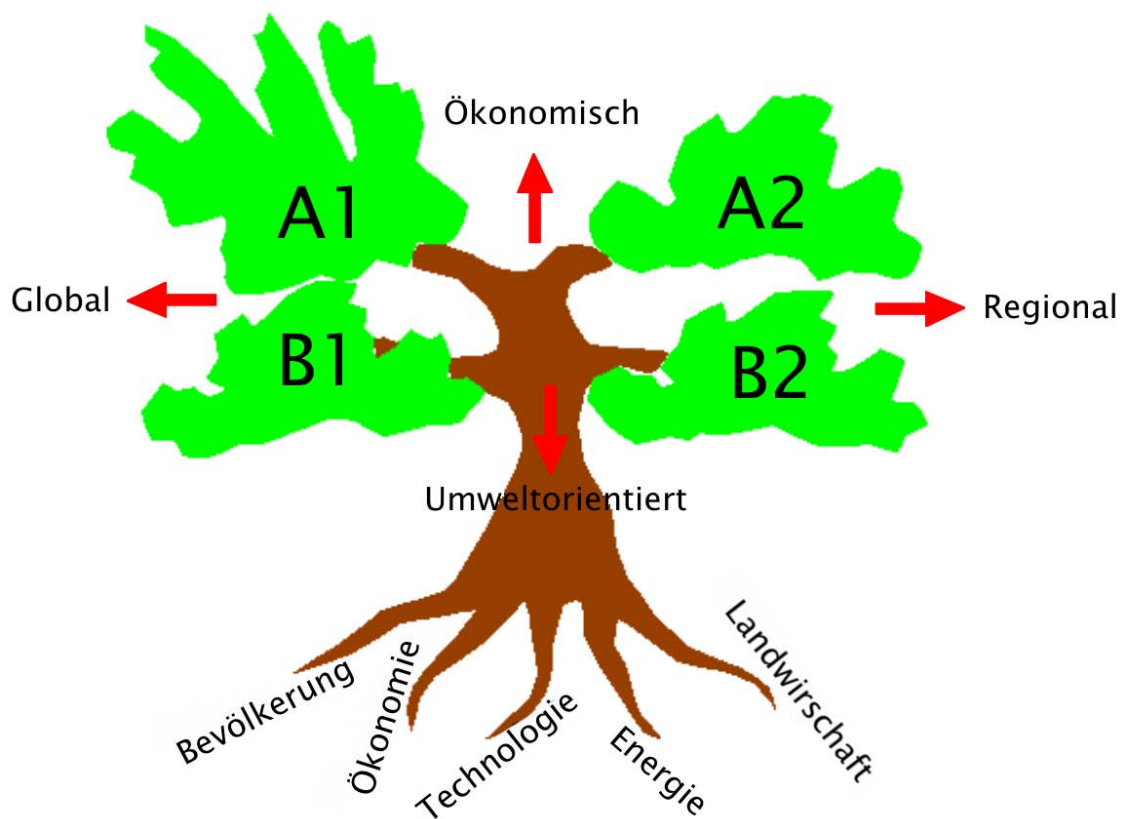


Abbildung 10: Grundstruktur der IPCC-SRES Emissionsszenarios [16]

Die Entwicklungsunterschiede zwischen den Standardszenarios werden in Abbildung 11 qualitativ dargestellt, wobei die Ausrichtung, Steigung und der Verlauf des Pfeils jeweils die zeitliche Entwicklung und Wichtigkeit des Merkmals beschreibt.

































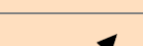
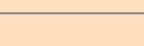

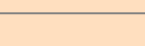
Szenario	Bevölkerung	Wirtschaft	Umwelt	Gerechtigkeit	Technologie	Globalsierung
A1FI						
A1B						
A1T						
B1						
A2						
B2						

Abbildung 11: Qualitative Beschreibung der zeitlichen Verläufe unterschiedlicher natürlicher und sozialer Sachverhalte, die den IPCC-SRES Emissionsszenarios zugrunde liegen (Abb. TS.1 des Technical Summary im Bericht der Working Group III des dritten IPCC-Sachstandsberichts [16])

Basierend auf diesen Szenarien lässt sich die Klimaentwicklung von globalen Klimamodellen bis zum Jahr 2100 prognostizieren (Abbildung 12). Die Unterschiede der Temperaturänderung zwischen den Szenarien A1B und B1 betragen bis zum Ende des in den Anbaueignungskarten betrachteten Zeitraums nur etwa 0,3 °C.

Da eine Darstellung aller sechs Standardszenarien zu umfangreich geworden wäre, wurden für die Erstellung der Anbaueignungskarten die beiden Standardszenarien A1B und B1 ausgewählt. Szenarium A1B zählt zur Szenarienfamilie „A1 – Economic Globalisation“, die rasches Wirtschaftswachstum und schnelle Einführung neuer Technologien mit hoher Energieeffizienz voraussetzt. Ab 2050 (in dem betrachteten Zeitraum nicht mehr enthalten) ist ein leichter Bevölkerungsrückgang vorgesehen. Diese Szenarienfamilie wird weiterhin in drei Gruppen unterteilt, die fossilintensive Energiequellen (A1FI), nicht-fossile Energiequellen (A1T) oder ein ausgewogenes Verhältnis aller Quellen (A1B) berücksichtigen. Da die Standardszenarien A1FI und A1T bezüglich der Energiequellennutzung vergleichsweise extrem erscheinen, wurde nur Standardszenario A1B gewählt.

Das zweite verwendete Standardszenario entspricht der Szenarienfamilie „B1 – Sustainable Globalisation“, in deren Vordergrund die Einführung sauberer Technologien steht und einen schnellen Wandel der wirtschaftlichen Strukturen hin zu einer Dienstleistungs- und Informationsökonomie beschreibt. Dazu zählen auch saubere und Ressourcen schonende Technologien mit abnehmender Materialintensität. Globale Lösungen für wirtschaftliche, soziale und ökologische Nachhaltigkeit stehen im Zentrum. Die Bevölkerung erreicht in der Mitte des Jahrhunderts den höchsten Stand und fällt dann wieder ab.

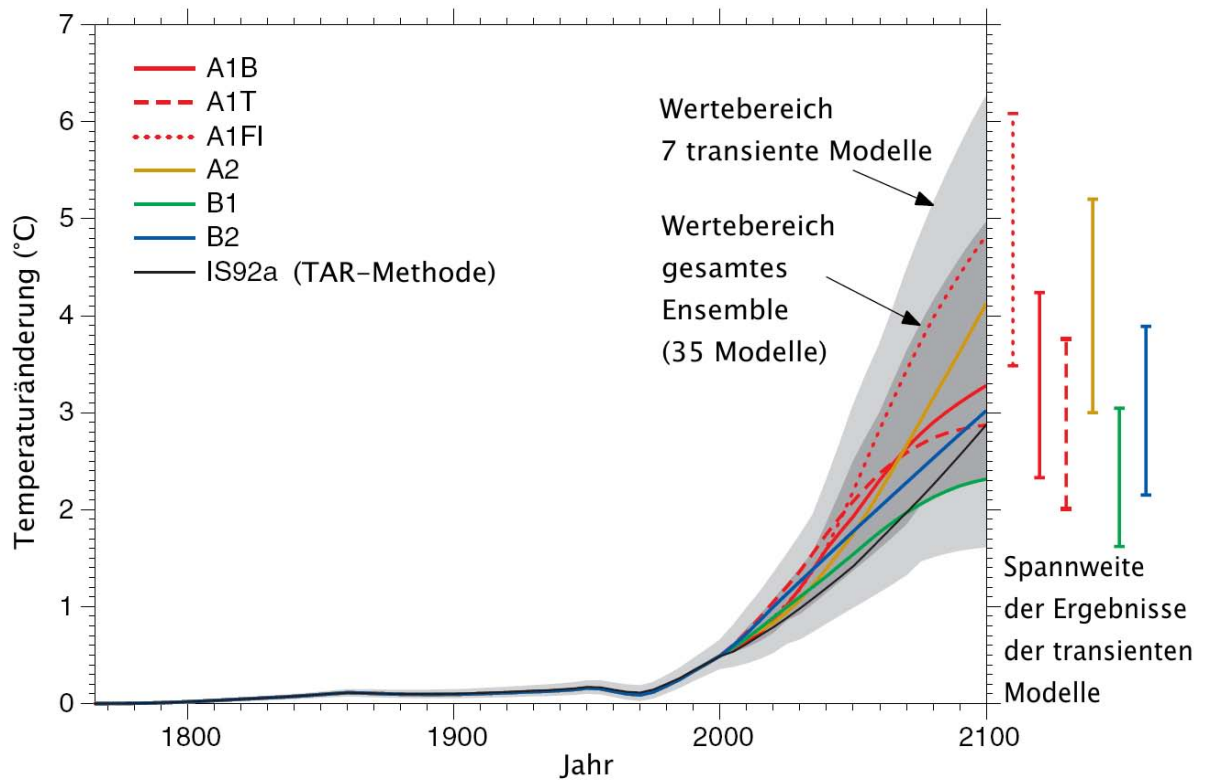


Abbildung 12: Entwicklung der globalen Mitteltemperatur in Abhängigkeit der sechs SRES-Emissionsszenarien, nach [8], ergänzt durch geoKLIM consulting

Nicht verwendet wurden die Szenarienfamilien A2 und B2. Szenarienfamilie „A2 – Regional Self-Reliance“ bildet eine sehr heterogene Welt ab, in der die Bewahrung lokaler Identitäten, Familienwerte und Traditionen im Vordergrund stehen. Die Bevölkerung wächst kontinuierlich, die wirtschaftliche Entwicklung erfolgt hauptsächlich regional, der technologische Wandel verläuft langsamer. Szenarienfamilie „B2 – Sustainable Governance“ ist durch lokale Lösungen für einen nachhaltigen Umgang mit Wirtschaft und Umwelt geprägt, wobei ein mittleres wirtschaftliches Entwicklungsniveau vorherrscht.



## 5 Ergebnisse und Diskussion

### 5.1 Keimfähigkeit, Triebkraft und Feldaufgang

Der Feldaufgang hängt von einer Vielzahl von Einflussfaktoren wie Saatgutqualität, Saatechnik, Saatbettbereitung und Witterung ab. Das komplexe Zusammenspiel dieser Faktoren lässt sich experimentell nicht abbilden, es muss deshalb ein modellhafter Ansatz gewählt werden, um den Feldaufgang abzuschätzen [13]. Gerade bei Fruchtarten mit sehr hohem Temperaturanspruch ist eine weitere Prüfung im Labor unter Stressbedingungen notwendig. Am besten eignen sich dafür Triebkraftprüfungen. Triebkraftprüfungen sind Keimprüfungen unter erschweren Bedingungen, d. h. als Keimmedium wird Ackererde verwendet und die Keimtemperatur wird deutlich abgesenkt.

Zwischen dem im Jahr 2006 an fünf Umwelten ausgezählten Feldaufgang und dem Prozentsatz der im Kalttest bestimmten normalen Keimlinge bestand kein Zusammenhang (Abbildung 13). Während im Kalttest die Werte von nahe 0 % bis nahe 100 % reichten, lagen die Mehrzahl der im Feld ermittelten Werte zwischen 40 % und 70 %. Auch der Vergleich der Mittelwerte zeigt, dass im Kalttest mit lediglich 44 % normalen Keimlingen der tatsächlich ausgezählte Feldaufgang (56 %) deutlich unterschätzt wird.

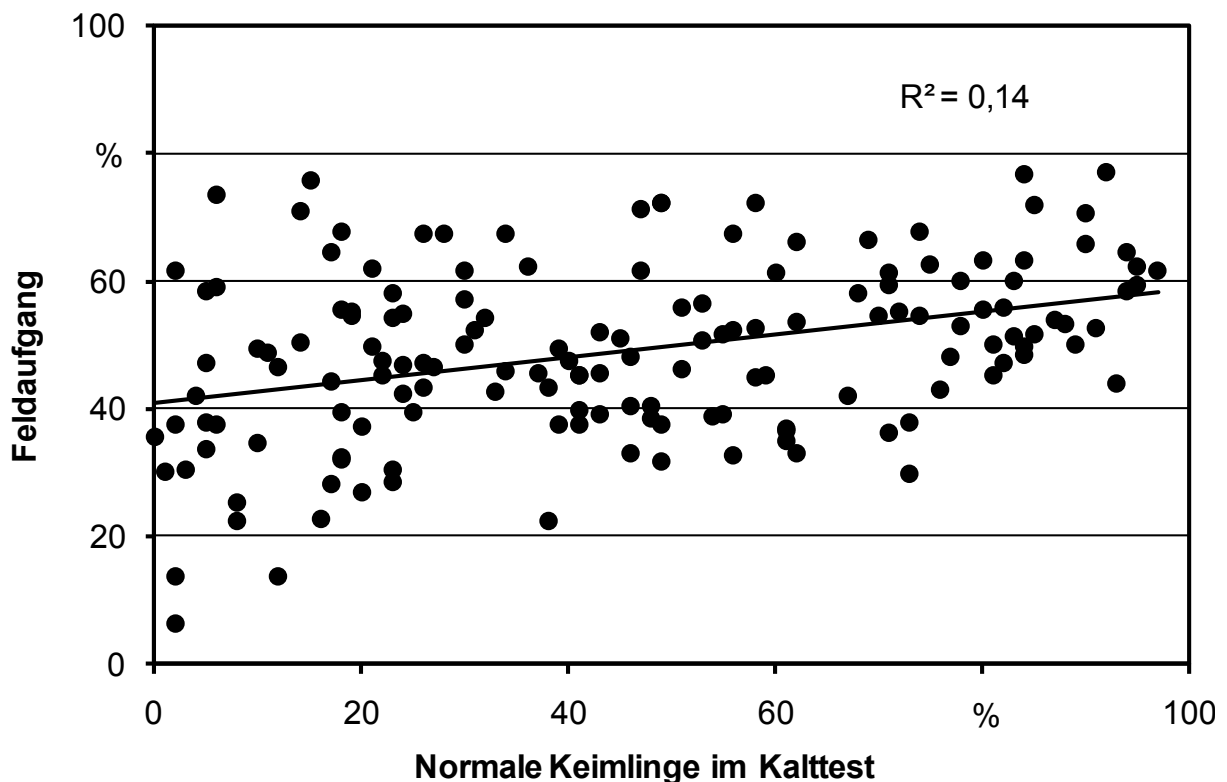


Abbildung 13: Korrelation zwischen Feldaufgang (Mittel aus 5 Standorten) und normalen Keimlingen im Kalttest im Jahr 2006 (n=160)

Der in 2006 eingesetzte Kalttest wurde für die Beurteilung der Triebkraft von Mais entwickelt und optimiert. Bei Mais erweist sich diese Methode als sehr gut geeignet, um den Feldaufgang unter schwierigen Bedingungen zu schätzen und wird auch erfolgreich genutzt, um schwache Saatgutpartien zu identifizieren. Für Sorghumhirse stellt allerdings die Stressphase mit 10 °C über einen Zeitraum von sieben Tagen offensichtlich eine zu starke Beeinträchtigung der Keimrate dar. Somit ist der unveränderte Maiskalttest keine geeignete Methode, um eine schlechte Saatgutqualität bei Sorghumhirse zu identifizieren. Um dem aufkommen-

den Beratungsbedarf zu entsprechen, kann die Entwicklung eines an Sorghumhirse angepassten Triebkrafttests notwendig sein.

Im Jahr 2007 wurden die Saatgutproben nach der Keimfähigkeitsuntersuchung in drei Gruppen eingeteilt (Gruppe I: Keimfähigkeit < 80 %, Gruppe II: Keimfähigkeit  $\geq 80 \leq 90$  %, Gruppe III: Keimfähigkeit > 90 %). Bei der niedrigsten Saatgutqualität (Keimfähigkeit im Mittel 58 %) wurden mittlere Triebkraftwerte von 46 bis 52 % erzielt. Der Feldaufgang betrug im Mittel 44 %, damit bestand eine gute Übereinstimmung mit den Triebkraftwerten insbesondere der Variante 15 °C (Tabelle 7).

*Tabelle 7: Keimfähigkeit und Triebkraft im Versuchsjahr 2007 (Gruppe I: Keimfähigkeit < 80 %)*

Nr.	Keimfähigkeit in %		Triebkraft in %		Feldaufgang in %	
	25 °C		10/25 °C	15/25 °C		15 °C
1	10		8	9	4	6
2	36		35	30	29	31
3	44		42	40	36	40
4	44		14	19	11	35
5	66		65	69	61	57
6	66		48	48	37	49
7	73		72	68	62	50
8	73		84	75	74	37
9	76		71	60	54	57
10	76		71	67	71	54
11	78		66	64	69	68
Mittel	58		52	50	46	44

Mit besserer Saatgutqualität verbesserte sich auch die Triebkraft des Saatgutes, dies wirkte sich allerdings nicht in gleichem Maße auf den Feldaufgang aus. Damit wird die Differenz zwischen Triebkraft und Feldaufgang mit steigender Saatgutqualität größer. In der Gruppe II betrug die Triebkraft in der Variante 15 °C im Mittel 83 % bei einem Feldaufgang von 60 % (Tabelle 8). Demgegenüber wurde in der Gruppe III ein Feldaufgang von ebenfalls rund 60 % erzielt, obwohl die Triebkraftwerte rund 90 % erreicht hatten (Tabelle 9).

Insbesondere bei guter Saatgutqualität überschätzt der Triebkrafttest den tatsächlichen Feldaufgang deutlich. Von den drei unterschiedlichen Triebkraftverfahren liefert die Variante 15 °C die besten Ergebnisse im Vergleich mit dem Feldaufgang. Selbst bei der höchsten Saatgutqualität wurde im Einzelfall nur ein Feldaufgang von über 40 % erreicht. Keine einzige Probe erreichte einen Feldaufgang von 90 % und darüber.



*Tabelle 8: Keimfähigkeit und Triebkraft im Versuchsjahr 2007 (Gruppe II: Keimfähigkeit  $\geq 80\% \leq 90\%$ )*

Nr.	Keimfähigkeit %	Triebkraft in %			Feldaufgang in %
	25 °C	10/25 °C	15/25 °C	15 °C	
1	81	80	77	78	63
2	83	59	80	75	40
3	86	84	88	87	65
4	89	89	85	90	k.A.
5	89	92	90	88	64
6	90	75	73	78	70
7	90	91	88	93	52
8	90	81	85	77	65
Mittel	87	81	83	83	60

Im Versuchsjahr 2008 dagegen war der Feldaufgang bei schlechter Saatgutqualität (Tabelle 10, Gruppe I) höher als anhand der Triebkraftwerte zu erwarten wäre, während bei den besseren Saatgutqualitäten (Gruppen II und III) eine relativ gute Übereinstimmung zwischen Triebkraft und Feldaufgang herrschte. Die Korrelation zwischen Feldaufgang und Triebkraft lag im mittleren Bereich ( $R^2 = 0,55$  bis  $0,72$ ), wobei zwischen den beiden Triebkraftvarianten keine signifikanten Unterschiede bestanden.

*Tabelle 9: Keimfähigkeit und Triebkraft im Versuchsjahr 2007 (Gruppe III: Keimfähigkeit  $> 90\%$ )*

Nr.	Keimfähigkeit in %	Triebkraft in %			Feldaufgang in %
	25 °C	10/25 °C	15/25 °C	15 °C	
1	91	89	85	88	42
2	91	91	91	94	41
3	92	93	96	95	48
4	92	79	81	77	65
5	92	87	87	78	75
6	94	93	95	96	76
7	96	96	96	96	60
8	96	96	96	85	77
9	97	96	94	95	62
10	98	91	82	89	82
Mittel	94	91	90	89	63

Tabelle 10: Triebkraft und Feldaufgang im Versuchsjahr 2008. Gruppe I: Keimfähigkeit < 80 %, Gruppe II: Keimfähigkeit  $\geq 80\% \leq 90\%$ , Gruppe III: Keimfähigkeit > 90 %, jeweils Mittelwerte

Gruppe	Triebkraft in %		Feldaufgang in %
	10/25 °C	15 °C	
I	56	50	69
II	82	78	81
III	90	86	85

Die großen Unterschiede im Feldaufgang zwischen den Versuchsjahren waren wahrscheinlich vorrangig durch unterschiedliche Bodentemperaturen zur Saatzeit bedingt. Obwohl im 1. Versuchsjahr die Aussaat erst am 7. Juni erfolgte, lag die Bodentemperatur nur bei 14 °C und damit nur knapp über der Mindestkeimtemperatur von 12 °C. Erst am 5. Tag nach der Saat erreichte die Bodentemperatur 20 °C, was in einem lückigen und verzögerten Auflauf resultierte (Abbildung 14).



Abbildung 14: Lücken im Feldaufgang und Nachaufläufer im Jahr 2006

Im 2. Versuchsjahr lag die Bodentemperatur zur Aussaat zwar bei 20 °C, nahm aber am 6. Tag nach Aussaat auf 14,7 °C ab. In diesem Zeitraum fielen 68 mm Niederschlag, der zu einer starken Vernässung und damit zu einer Verminderung des Feldaufgangs geführt hat. Im Jahr 2008 war der Feldaufgang aufgrund anhaltend günstiger Bodentemperaturen von über 19 °C und moderater Bodenfeuchte in der Zeit nach der Aussaat deutlich höher. Aus pflanzenbaulicher Sicht sind bei Sorghum eine sehr sorgfältige Saatbettbereitung und eine gleichmäßige Saatgutablage mit optimalem Kapillarwasseranschluss für einen guten Feldaufgang entscheidend. Zusätzlich muss es Ziel der züchterischen Arbeit sein, einen Zuchtfortschritt in der Kältetoleranz zu erzielen und damit den Feldaufgang zu verbessern. Die Aufnahme von Sorghumhirse in das Artenverzeichnis des Saatgutverkehrsgesetzes ist anzustreben, damit zukünftig am Saatgutmarkt eine Mindestqualität für Hirsesaatgut angeboten werden muss.

## 5.2 Ergebnisse des Sortenscreenings

Die Ertragsspanne der Sorghumsorten reichte in den drei Versuchsjahren von 7,5 bis 27,5 t/ha Trockenmasseertrag (TM) und von 17 bis 36 % Trockensubstanzgehalt (TS). Unterteilt nach den Sorghumarten und -typen erzielte Futtersorghum (*S. bicolor*) im Mittel 18,3 t/ha TM-Ertrag bei 22,7 % TS-Gehalt. Der Sorghumhybrid (*S. bicolor* x *S. sudanense*) erreichte durchschnittlich 17,9 t/ha TM-Ertrag bei 23,8 % TS-Gehalt. Das Sudangras (*S. sudanense*) hatte gemittelt 14,8 t/ha TM-Ertrag und 25,0 % TS-Gehalt. Den günstigsten TS-Gehalt hatte der Körnertyp (*S. bicolor*) mit mittleren Gehalten von 26,6 % TS bei 14,1 t/ha TM-Ertrag. Während die Ertragshöhe von Futtersorghum und den Sorghumhybriden durchaus als befriedigend einzustufen ist, verfehlten die Trockensubstanzgehalte (außer beim Körnertyp) die aus der Tierfütterung bekannten Grenzwerte für eine verlustfreie Silierung (25 % bis 28 %) deutlich. Der Zielbereich für Sorghum entsprechend dem mittleren Praxisertrag im bayerischen Maisanbau liegt bei mindestens 18 t/ha Trockenmasse und zwischen 25 und 35 % Trockensubstanzgehalt.

Das auf dem Versuchsstandort als Referenz angebaute frühreife Maissortiment erreichte wiederholt etwa 21 t/ha TM-Ertrag bei 36 % TS-Gehalt, während das spätreife Sortiment im Mittel 26 t/ha TM-Ertrag und 35,4 % TS-Gehalt erzielte. Die Sorghumhirse erwies sich demzufolge im Mittel als deutlich ertragsschwächer und qualitativ ungünstiger als der Silomais. Auch wenn einzelne ertragsstarke Sorghumsorten das Ertragsniveau des frühreifen Maissortiments erreichten, hatten nur wenige einen vergleichbar hohen TS-Gehalt. Beim Vergleich mit dem mittel- bis spätreifen Silomais muss aber die unterschiedliche Dauer der Vegetationszeit berücksichtigt werden. Die spätreifenden Maissorten wurden fünf Wochen früher gesät, konnten also eine längere Vegetationszeit nutzen, und dies im Zeitraum Mai/Juni mit der maximalen photosynthetisch aktiven Strahlung (PAR). In diesem Zeitraum beginnt die später gesäte Sorghumhirse erst ihren Blattapparat aufzubauen und kann so die hohe Einstrahlung noch nicht effektiv ausnutzen.

Bei einer Normierung der Ertragsleistung auf die zur Verfügung stehenden Wachstumsstage ergibt sich, dass der tägliche Trockenmassezuwachs ertragreicher Sorghumsorten ca. 1,8 dt/ha und Tag beträgt, gegenüber ca. 1,7 dt/ha und Tag bei Mais. Weiter ist zu berücksichtigen, dass bei der Silomaisproduktion das gesamte Anbauverfahren durch langjährige Versuche und Erfahrungen aus der Praxis optimiert ist, während bei Sorghum noch keine vergleichbaren Produktionsstandards zur Verfügung stehen.

In den ersten beiden Versuchsjahren 2006 und 2007 war die Zuordnung der Sorten zu den verschiedenen Sorghumarten und -typen nicht immer zweifelsfrei möglich. Die Eingruppierung erfolgte hier zunächst nach Ein- bzw. Mehrschnittnutzung sowie nach den speziellen Nutzungsrichtungen Zuckerhirse, Körnerhirse oder Dualtyp. Überwiegend sind die Einschnitthirsens der Art *S. bicolor*, die Mehrschnitthirsens *S. bicolor* x *S. sudanense* oder *S. sudanense* zuzuordnen. Im Jahr 2008 erfolgte die Einteilung der Sorten nach ihrer Zugehörigkeit zu den drei Sorghumarten. *S. bicolor* wurde noch einmal in Körner- und Futterhirsens unterteilt. Energiemais wurde im Jahr 2006 lediglich zum üblichen Mais-Saattermin Mitte Mai gesät, während in den Jahren 2007 und 2008 sowohl spätreifende Maissorten zum Maistermin sowie frühreifende Sorten als direkte Referenz zu Sorghum zum gleichen Termin wie dieser ausgesät wurden.

Im ersten **Versuchsjahr 2006** reichte die Ertragsspanne aller Sorghumsorten von 10 bis 27,7 t (Abbildung 15). Die TS-Gehalte waren durchweg relativ gering, lediglich die Körnerhirsens erreichten TS-Gehalte von durchschnittlich 25,5 % bei niedrigen TM-Erträgen. Möglicherweise hat nach dem kühl-feuchten August eine Schönwetterperiode im September zu einer hohen N-Mineralisation geführt, was die Abreife verlangsamt. Die üppige und bis zur Ernte anhaltende Seitentriebbildung der Sudangräser und der Sorghumhybriden unterstützt diese These.

Unter den besten Sorten im Screening 2006 mit mehr als 18 t TM/ha bei Trockensubstanzgehalten von mehr als 24 % waren sowohl Einschnitt- als auch Mehrschnitthirsens und zwei Zuckerhirsensorten vertreten (Abbildung 16). Bereits im ersten Versuchsjahr zeigten sich die bmr-, pps- und ms-Typen als sehr spätreifend bzw. generell mit einem geringen TS-Gehalt unter den standörtlichen Bedingungen. Daher wurden diese Sorten im dritten Versuchsjahr

nicht mehr angebaut. Die ertragsstärkste Energiemaissorte DKC 5542 sowie die Maissorte mit dem höchsten Trockensubstanzgehalt Magitop waren den besten Hirsesorten in beiden Merkmalen deutlich überlegen.

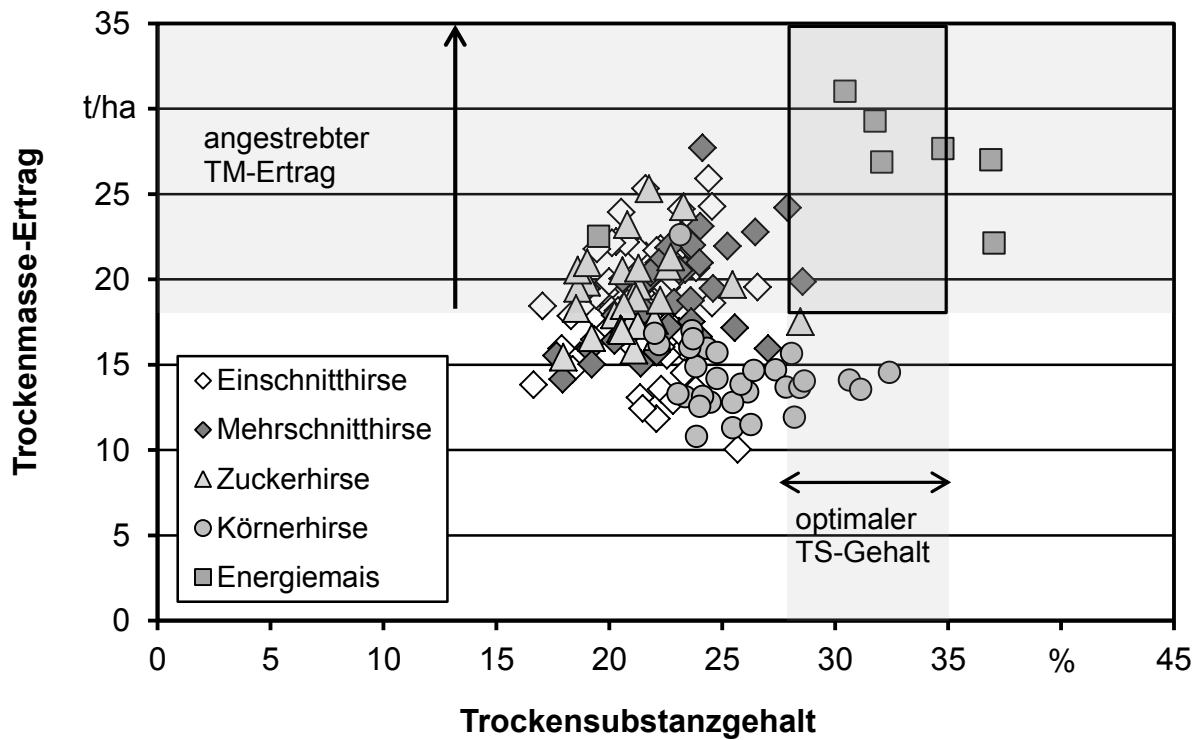


Abbildung 15: Ertragsleistung der Sorghumsorten und Maisreferenzsorten im Sortenscreening 2006. Das schwarze Rechteck markiert den Ertrags- und Trockensubstanzbereich, den anbauwürdige Sorten erreichen sollen.

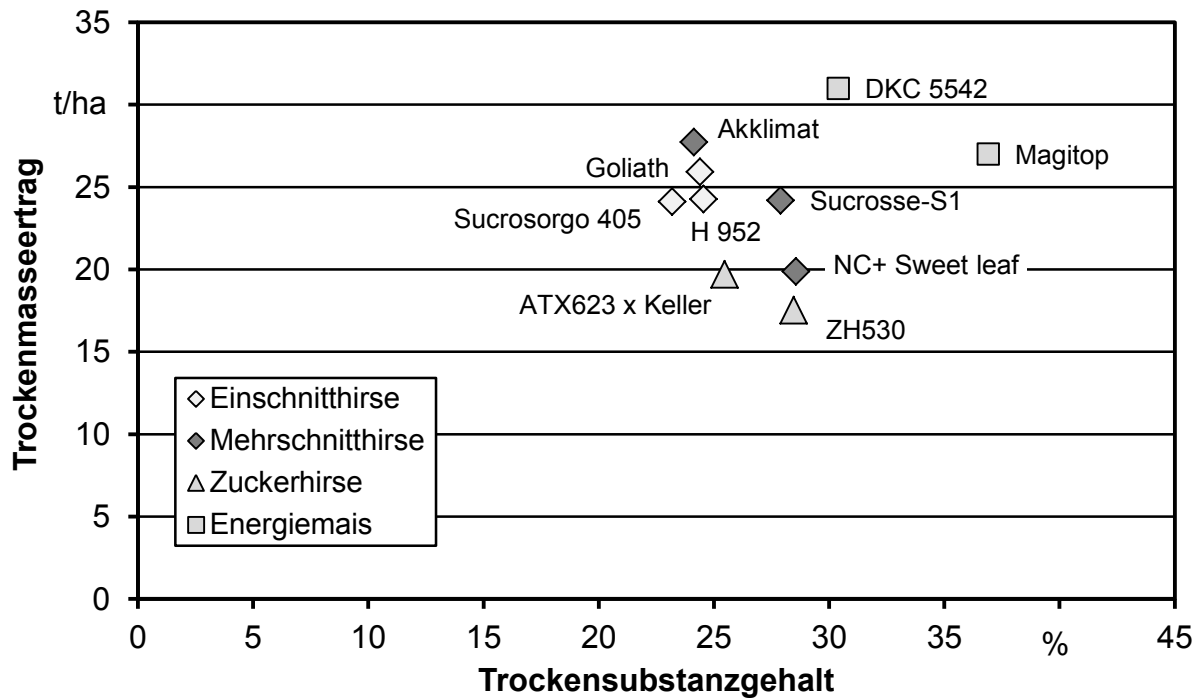


Abbildung 16: Ertragsleistung interessanter Sorghumsorten im Vergleich zu Mais im Jahr 2006

Im **Versuchsjahr 2007** lag die Ertragsspanne aller Sorghumsorten im Screening zwischen 7,4 und 25,1 t/ha (Abbildung 17). Im Mittel aller Sorten war das Ertragsniveau um zwei Tonnen niedriger als im Jahr 2006, obwohl die Hirseausaat 12 Tage früher als im Jahr 2006 erfolgt war, bei vergleichbarem Erntetermin. Allerdings betrug die Temperatursumme in 2007 während der Vegetationszeit nur 2245 °C im Vergleich zu 2538 °C im Jahr 2006. Dieses Ergebnis zeigt deutlich, dass Hirse auf niedrigere Temperaturen mit verringerten Wachstumsleistungen und Trockenmasseerträgen reagiert. Der TS-Gehalt in Sorghum war im Jahr 2007 gegenüber 2006 nur geringfügig erhöht.

Einige Sorten konnten auch im nass-kühlen Jahr 2007 in Ertrag und Trockensubstanzgehalt überzeugen (Abbildung 18). Für Mais stellte das Versuchsjahr 2007 wegen ausbleibender Dürrephasen ein Idealjahr mit hohen Erträgen und guten Qualitäten dar, wobei die Sorte Lussi der Mehrzahl der frühreifen Maissorten im Trockensubstanzgehalt nahezu ebenbürtig war, ebenso wie die Sorte Biomass 952 im Ertrag.

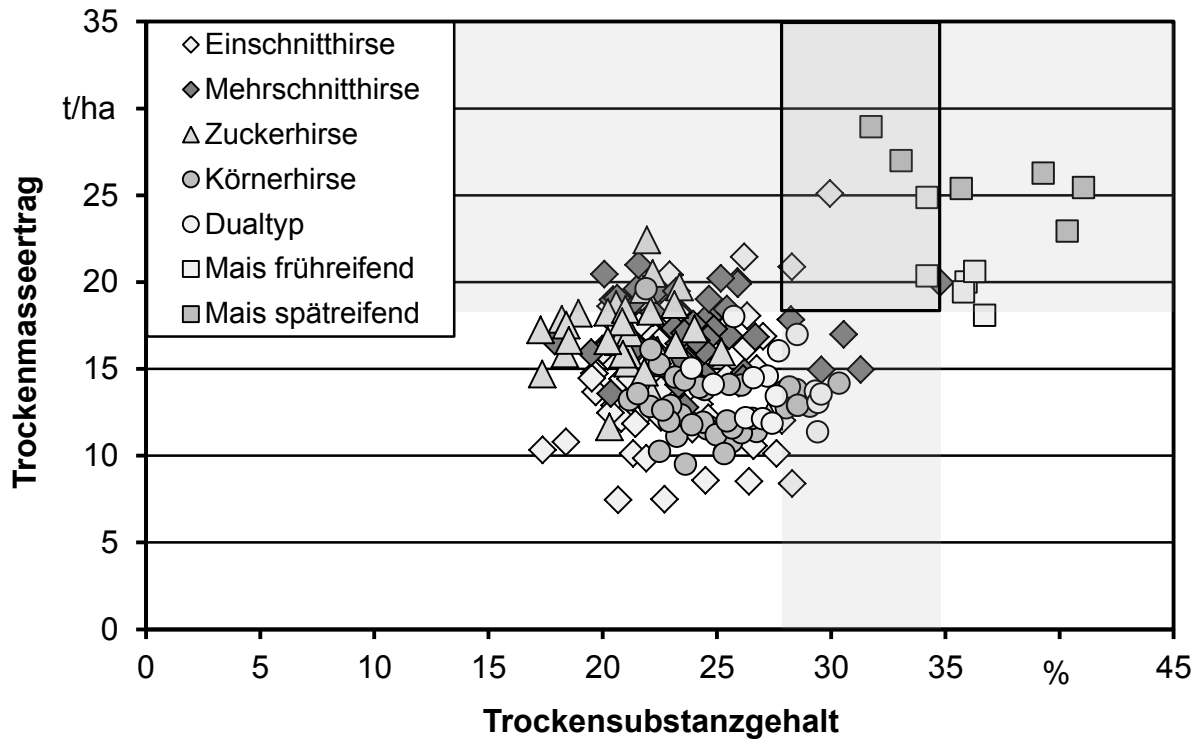


Abbildung 17: Ertragsleistung der Sorghumsorten und Maisreferenzsorten im Sortenscreening 2007. Das schwarze Rechteck markiert den Ertrags- und Trockensubstanzbereich, den anbauwürdige Sorten erreichen sollen

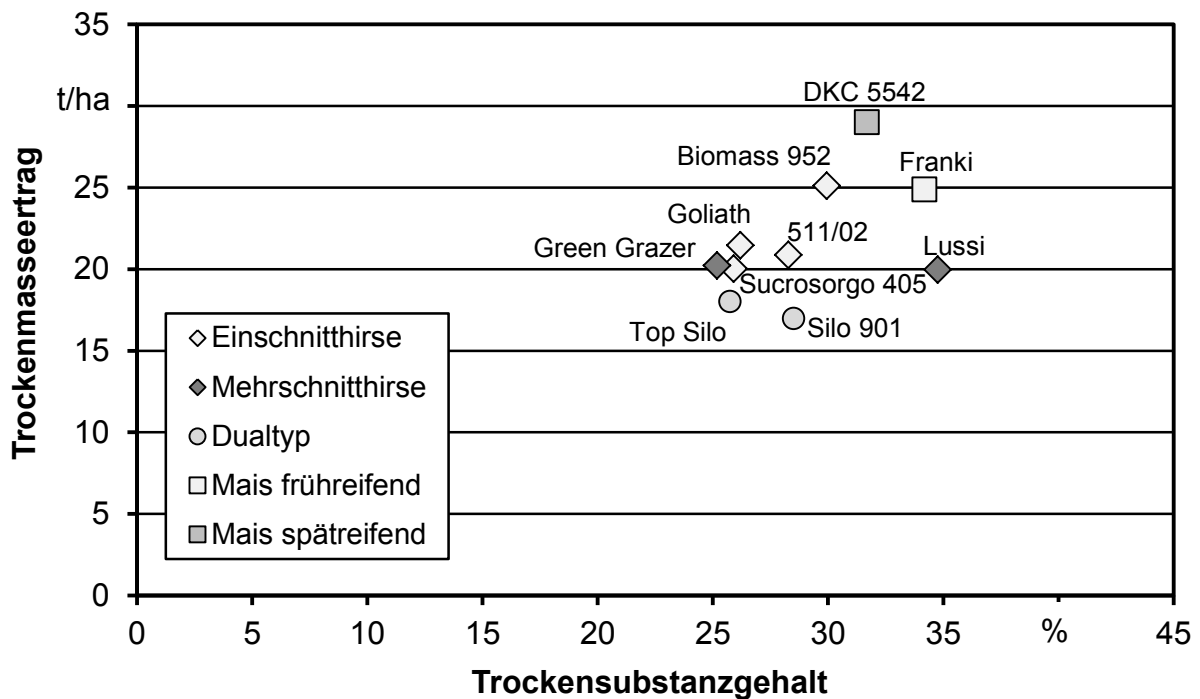


Abbildung 18: Ertragsleistung interessanter Sorghumsorten im Vergleich zu Mais im Jahr 2007

Die Witterungsbedingungen während der Vegetationsperiode des Versuchsjahres 2008 können bis Ende August als durchschnittlich gelten; bis zur Ernte wurde eine Temperatursumme

von 2487 °C erreicht. Unter den im Versuchsjahr 2008 verbliebenen Sorten zeichneten sich noch immer große Ertragsunterschiede ab. Die Ertragsspanne aller Sorghumsorten lag in diesem Jahr zwischen 10,9 und 24,5 t/ha mit durchschnittlich 17,2 t/ha bei einem TS-Gehalt von 25,2 % (Abbildung 19). Durch die Eingrenzung auf die besseren Sorten stiegen TM-Ertrag und TS-Gehalt in den Sorghumarten und -typen im Vergleich zum Vorjahr an. So erreichte *S. bicolor* (Körnertyp) 15,5 t/ha TM-Ertrag bei 29,1 % TS-Gehalt. Etwas mehr Sorten des Futtertyps als 2007 erreichen TS-Gehalte von über 25 %. *S. bicolor* x *S. sudanense* lag in seiner Ertragsleistung bei durchschnittlich 17,4 t/ha TM und 24,6 % TS. Sudangras lag in den bisher getesteten Bestandesdichten im Ertrag etwa gleichauf mit dem Körnertyp. Speziell einige in 2007 und 2008 neu aufgenommene Sorten konnten bei gleichzeitig hohem TM-Ertrag durch hohe bis sehr hohe TS-Gehalte überzeugen. Für das Versuchsjahr 2008 sind in Abbildung 20 die besten Sorten nach Ertrag und Reifegrad sowie die beiden besten Maissorten als Referenzgröße dargestellt.

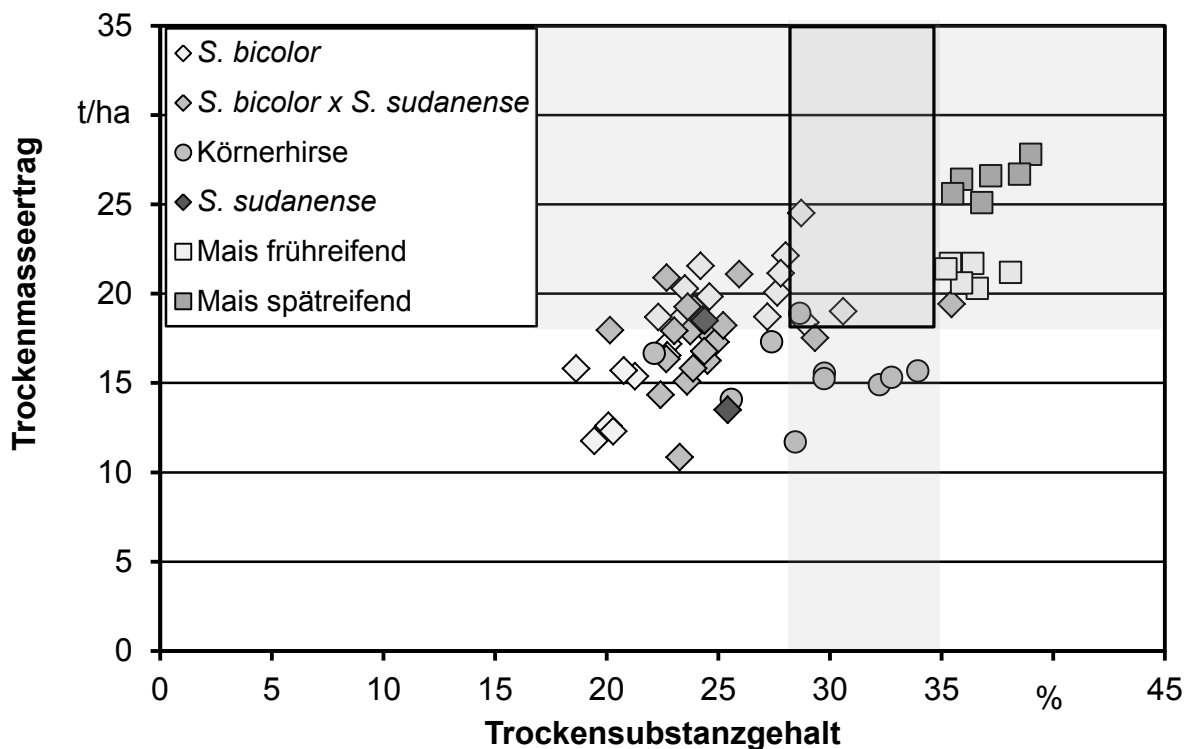


Abbildung 19: Ertragsleistung der Sorghumsorten und Maisreferenzsorten im Sortenscreening 2008. Das schwarze Rechteck markiert den Ertrags- und Trockensubstanzbereich, den anbauwürdige Sorten erreichen sollen

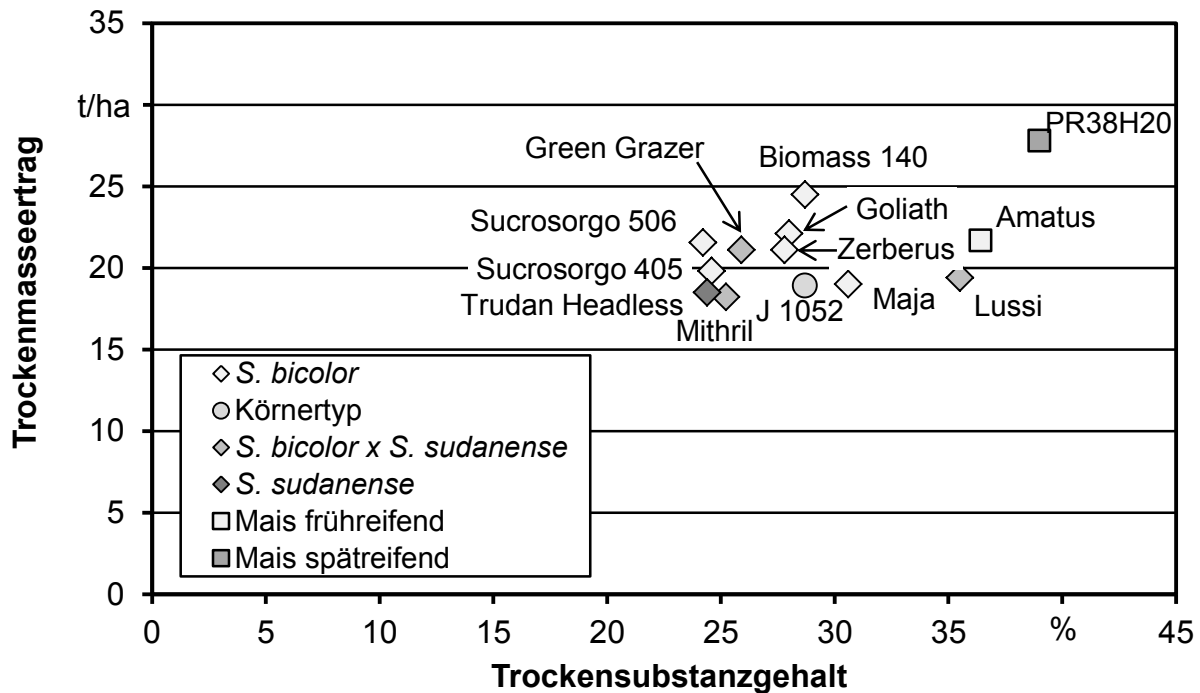


Abbildung 20: Ertragsleistung interessanter Sorghumsorten im Vergleich zu Mais im Jahr 2008

Die **Standfestigkeit** stellte im Jahr 2006 aufgrund der günstigen Witterungsbedingungen nahezu kein Problem dar. In den Jahren 2007 und 2008 wurde dagegen die starke Lagerneigung vieler Sorten bei Unwettern offensichtlich. Dabei bestand kein Zusammenhang zwischen der Wuchshöhe einer Sorte und ihrer Lagerneigung (Abbildung 21). Lediglich bei sehr niedrig wachsenden Sorten mit einer Pflanzenlänge von unter zwei Metern trat durchweg kein Lager auf (Lagerbonitur = 1). Sorten mit Wuchshöhen von über 2,50 m waren dagegen zum Teil standfest, teilweise aber auch sehr lageranfällig mit Boniturnoten von 8 bis 9 (= komplettes Lager). Die Zuckerhirsen und auch die Sudangräser scheinen unabhängig von ihrer Wuchshöhe eine recht gute Standfestigkeit zu besitzen.

Das Auftreten von Lager ließ sich in den meisten Fällen mit einem konkreten Witterungsereignis verknüpfen. Insbesondere bei feucht-kühler Witterung im Entwicklungsstadium Rispenstadien bis Rispenblüte führten Starkwindereignisse zu deutlichem Lager (Abbildung 22). Zwischen den drei Wiederholungen einer Sorte traten dabei häufig große Unterschiede in der Intensität des Lagers auf. Während beispielsweise in zwei Parzellen einer Sorte Lagerboniturnoten von 7 bis 9 vergeben wurden, konnte die dritte Wiederholung frei von Lager sein. Häufig spielt hier die Lage der Parzellen auf dem Versuchsfeld eine Rolle, je nachdem ob die betreffende Wiederholung dem Wind direkt ausgesetzt ist oder sich im Windschatten anderer Parzellen befindet.



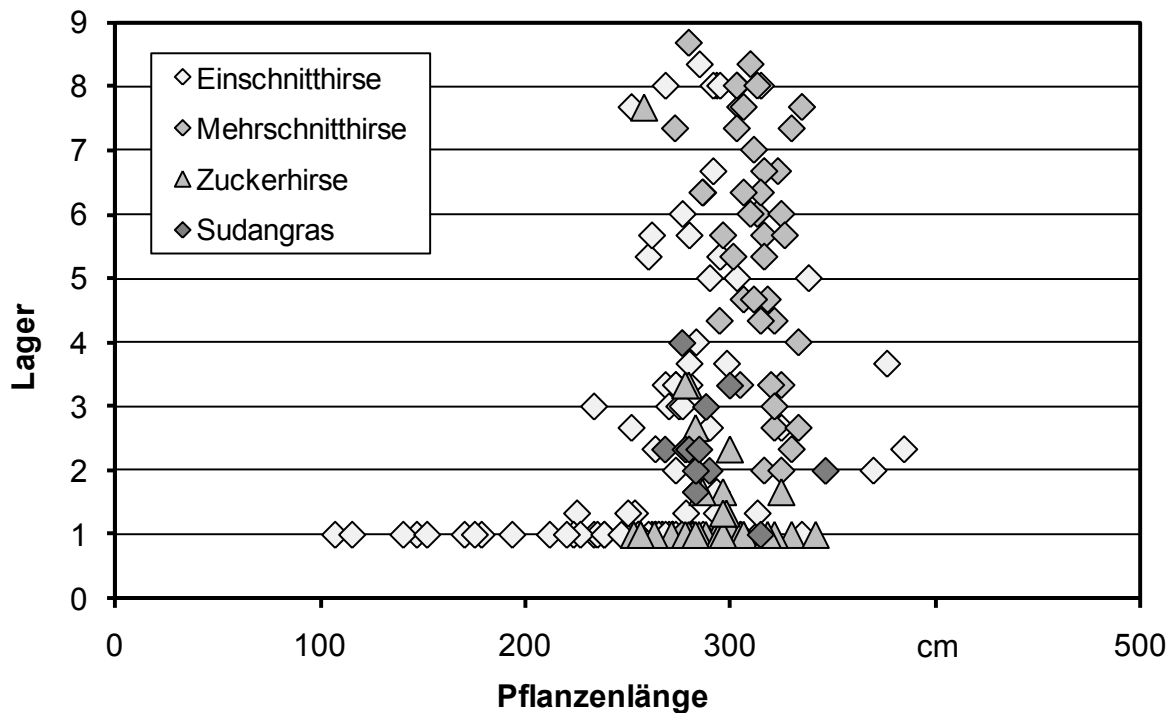


Abbildung 21: Lagerneigung von 175 Sorghumsorten in Abhängigkeit ihrer Wuchshöhe (Lerchenhaid, 2007)

Mit Ausnahme der Sorten Goliath und Lussi hatten die im Screening 2008 ertragsstärksten Sorten eine gute Standfestigkeit (Tabelle 11).

Die geprüften Futtersorten von *S. bicolor* und die *S. bicolor* x *S. sudanense*-Sorten erwiesen sich über die Versuchsjahre in der Ertragsleistung als annähernd vergleichbar. Die reinen Sudangräser erreichten nur unterdurchschnittliche Erträge, konnten jedoch aufgrund ihrer Frühreife höhere Trockensubstanzgehalte bilden. In Körnerhirsen mit etwa 135 cm Wuchshöhe und ca. 4 cm dicken Stängeln tritt selbst bei extremen Unwettern kein Lager auf. Unter den Sorten des Körnertyps sind auch frühreife Sorten mit hohem Trockensubstanzgehalt, absoluter Standfestigkeit und gutem Ertragspotenzial, die in weiterführenden Versuchen besonders intensiv zu bearbeiten sind. In allen genannten Arten und Typen übertrafen einzelne Sorten, z. B. Goliath mit 25 t/ha TM und 26 % TS, die Mittelwerte der Ertragsparameter erheblich. Einige Sorten konnten in allen drei Versuchsjahren überzeugen. Darüber hinaus sind eine ganze Reihe weiterer Sorten vielversprechend, doch sind diese unter den bisher getesteten Anbaubedingungen in einem der drei entscheidenden Merkmale (TM-Ertrag, TS-Gehalt, Standfestigkeit) noch verbesserungsbedürftig. Die aktuell begrenzenden Faktoren im Sorghumanbau sind die eingeschränkte Standfestigkeit, der teils geringe Trockensubstanzgehalt und die Kälteunverträglichkeit. Derzeit lassen sich aus dem 3-jährigen Sortenscreening etwa zehn Sorten für den Anbau in der Praxis empfehlen.

Tabelle 11: Wuchshöhe und Lagerbonitur verschiedener Sorghumsorten

Sorghumart	Sorte	2007		2008	
		Höhe in cm	Lager	Höhe in cm	Lager
<i>S. bicolor</i>	Biomass 140			407	2
<i>S. bicolor</i>	Goliath	370	2	400	4
<i>S. bicolor</i>	Zerberus			372	1
<i>S. bicolor</i>	Maja			413	2
<i>S. bicolor</i>	Sucrosorgo 405	313	1	335	1
<i>S. bicolor</i>	Sucrosorgo 506	325	3	359	1
<i>S. bicolor</i> Körnerhirse	J 1052			312	n.e.
<i>S. bicolor</i> x <i>S. sudanense</i>	Mithril	305	3	314	2
<i>S. bicolor</i> x <i>S. sudanense</i>	Lussi	327	6	317	1
<i>S. bicolor</i> x <i>S. sudanense</i>	Green Grazer	330	2	334	2
<i>S. sudanense</i>	Trudan Headless	315	1	285	n.e.

Abbildung 22: Lager während der Blüte in einer bmr-Sorte (*S. bicolor*)

### 5.2.1 Überprüfung der Keimfähigkeit gebildeter Körner

Die im Jahr 2008 durchgeführte Beprobung der Rispen ergab, dass nur 36 der 52 angebauten Sorten fertil waren. Wiederum nur 22 davon erreichten zumindest eine Teilreife der Rispe. Je nach Sorte waren 16 bis 97 % der Samen keimfähig. Dabei zeigten frühreife Körner-

typen durchweg über 90 % Keimfähigkeit. Außerdem wiesen *S. bicolor* x *S. sudanense*-Typen mit bis zu 93 % Keimfähigkeit teilweise hohe Reifegrade auf. Dieses Ergebnis macht deutlich, dass in einem witterungsmäßig durchschnittlichen Jahr Sorghum als Zweitfrucht, insbesondere Körnertypen, zur Druschreife gelangen kann. Auch eine Saatgutvermehrung einzelner Sorten wäre möglich. Ein Durchwuchs von Ausfallsorghum ist nicht ganz auszuschließen, dies wäre wegen der absoluten Frostintoleranz von Sorghum aber nur in Wintern mit einer Temperatur, die konstant über 5 °C liegt, möglich.

### 5.3 Mehrortiger Sortenversuch in Bayern

Im ersten Anbaujahr 2006 bereiteten Versuchstechnik und Versuchsanlage an manchen Orten noch größere Probleme. Verschiedene Mängel in den Versuchen (wie sehr lückiger Auflauf, nur teilweise beerntbare Versuche, sowie unterschiedliche Aussaat- und Erntetermine) führten dazu, dass die Mehrzahl der Versuche als nicht wertbar beurteilt wurde. Dargestellt sind daher aus dem Jahr 2006 nur ausgewählte Ergebnisse ohne statistische Auswertung und weitergehende Interpretation.

An den Standorten Almesbach, Euerhausen und Neuötting wurde die Hirse im Jahr 2006 einheitlich im Zeitraum 05. bis 12. Mai ausgesät. Dargestellt sind die Erträge von fünf Sorten, die auch in den Folgejahren im mehrortigen Sortenversuch vertreten waren (Abbildung 23). In Almesbach und Neuötting wurde Anfang Oktober bzw. Ende September geerntet, während am wärmsten Standort Euerhausen durch die frühe Ernte bereits Anfang September das dortige Ertragspotential wahrscheinlich nicht ausgeschöpft wurde.

An den Standorten Steinach und Neuhof wurden die Mehrschnitthirsen Susu und Grazer N (*S. bicolor* x *S. sudanense*) sowie drei Sudangrassorten zu einem frühen und einem späten Termin gesät und jeweils zwei Schnitte durchgeführt. In Steinach waren die Erträge bei allen Sorten durchschnittlich, mit Gesamterträgen von über zehn Tonnen bei den besten Sorten (Abbildung 24), während in Neuhof bei insgesamt sehr schlechtem Auflauf insbesondere nach der frühen Saat sehr geringe Erträge geerntet wurden. Das Nachwuchsvermögen war bei der kühlen Witterung im August sehr gering.

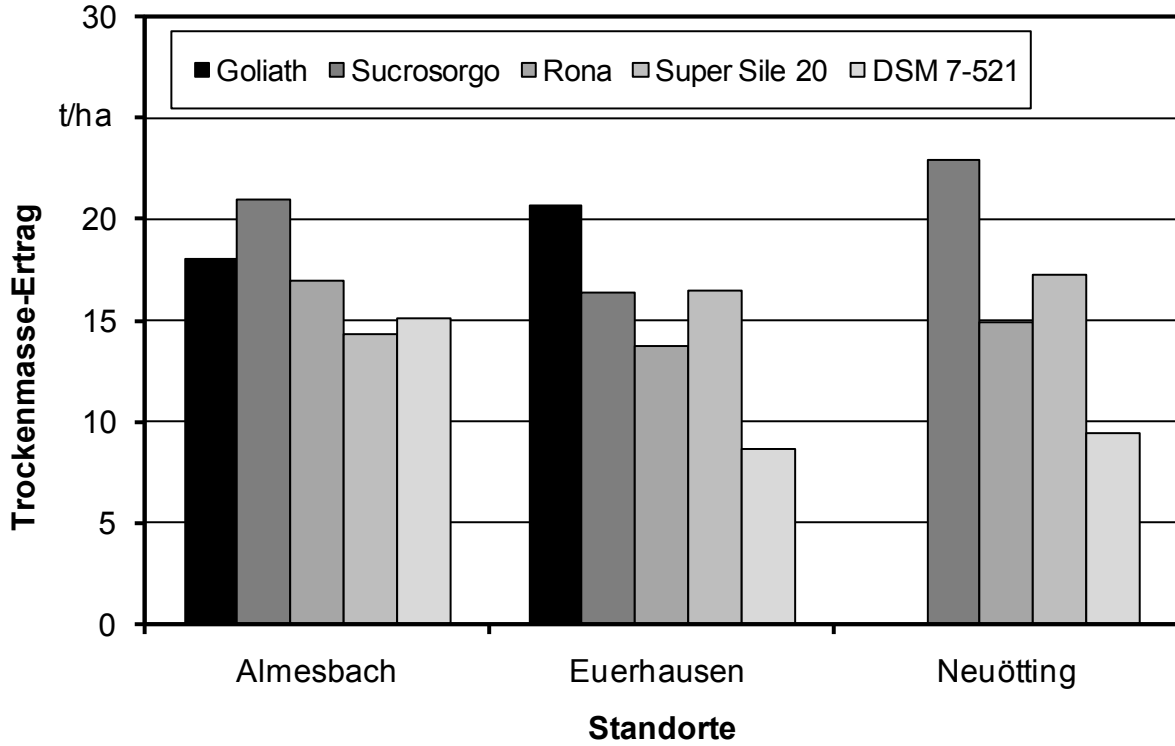


Abbildung 23: Trockenmasseertrag von fünf Sorghumsorten an drei Standorten im Jahr 2006

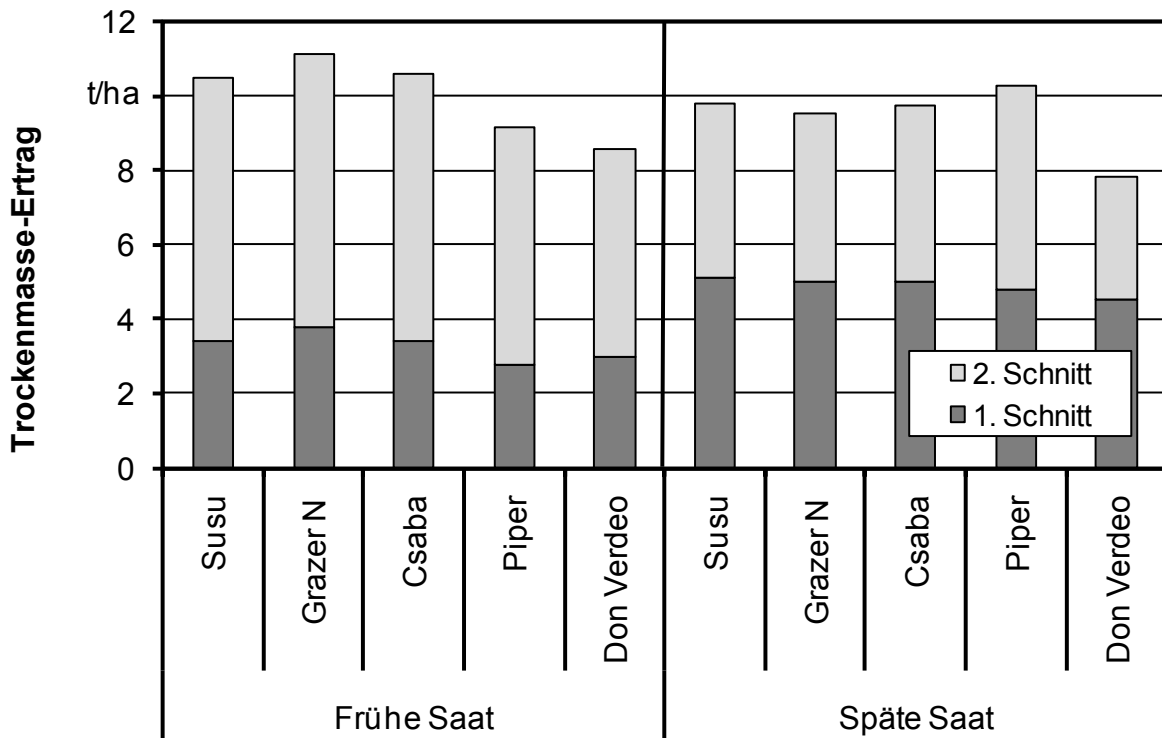


Abbildung 24: Trockenmasseertrag von fünf Sorghumsorten nach früher (22.05.) bzw. später Saats (12.06.) bei Zweischnittnutzung (Steinach, 2006)

Im feucht-kühlen Jahr 2007 erreichten alle geprüften Sorghumsorten im Mittel über die Standorte niedrigere TM-Erträge und mit Ausnahme der Sorte Lussi auch geringere Trockensubstanzgehalte als im Jahr 2008 (Abbildung 25).

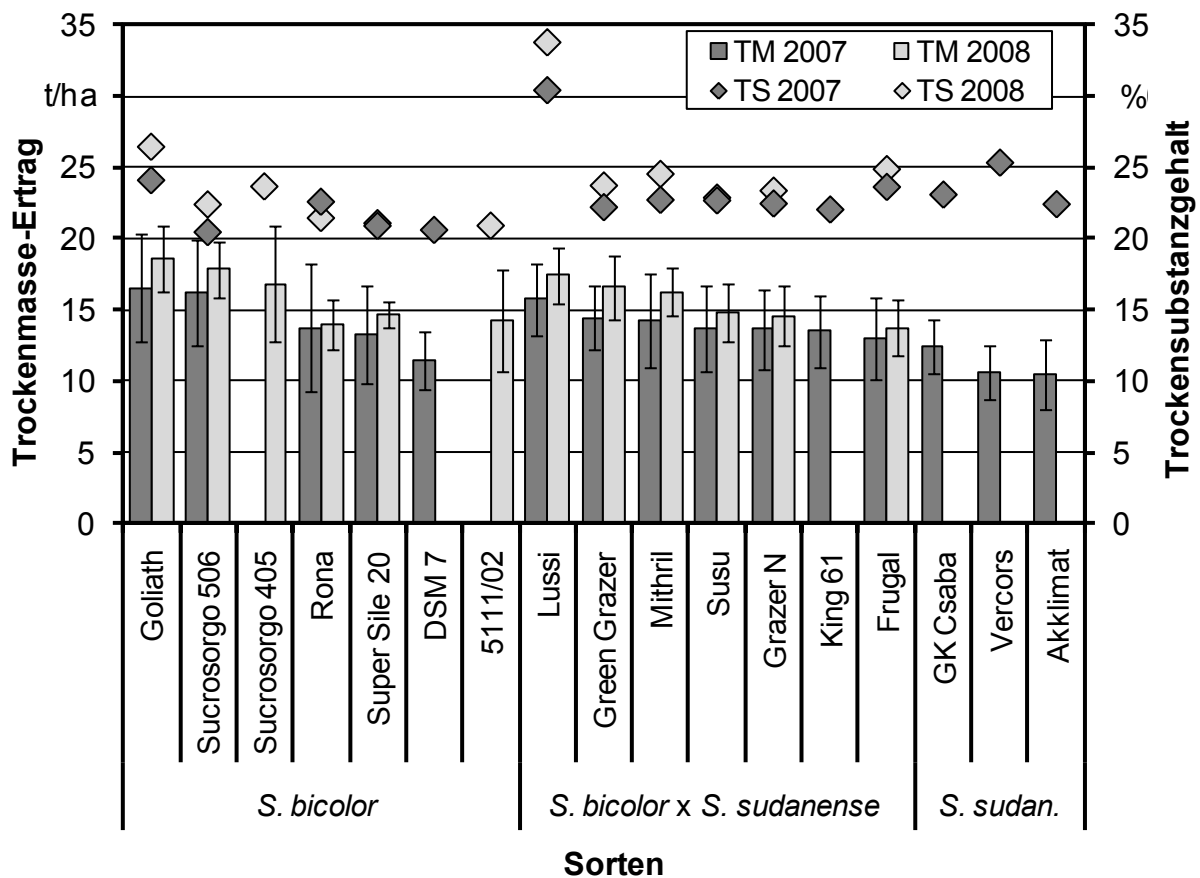


Abbildung 25: Trockenmasseertrag (TM) und Trockensubstanzgehalt (TS) von 17 Sorghumsorten im Mittel über zehn (2007) bzw. sieben (2008) Standorte

Die ertragsstärksten Sorten finden sich sowohl unter den *S. bicolor*-Typen als auch unter den *S. bicolor* x *S. sudanense*-Typen, während die im Jahr 2007 geprüften Sudangras-sorten ertragsschwächer waren und im Folgejahr nicht mehr angebaut wurden. Die Rangfolge der Sorten hinsichtlich des erzielten TM-Ertrages stimmte in beiden Jahren weitgehend überein. Für die jeweils zwei ertragsstärksten Sorten aus dem *S. bicolor*- sowie dem *S. bicolor* x *S. sudanense*-Sortiment sind die an den einzelnen Standorten in den beiden Jahren erzielten TM-Erträge (Abbildung 26, Abbildung 28) und TS-Gehalte (Abbildung 27, Abbildung 29) dargestellt. Standortbedingt hohe Erträge waren gleichzeitig mit hohen Trockensubstanzgehalten verknüpft, während an Standorten mit geringen Erträgen auch die Trockensubstanzgehalte niedrig waren. Offensichtlich war hier die Pflanzenentwicklung im Rückstand und die Abreife dementsprechend weniger weit fortgeschritten.

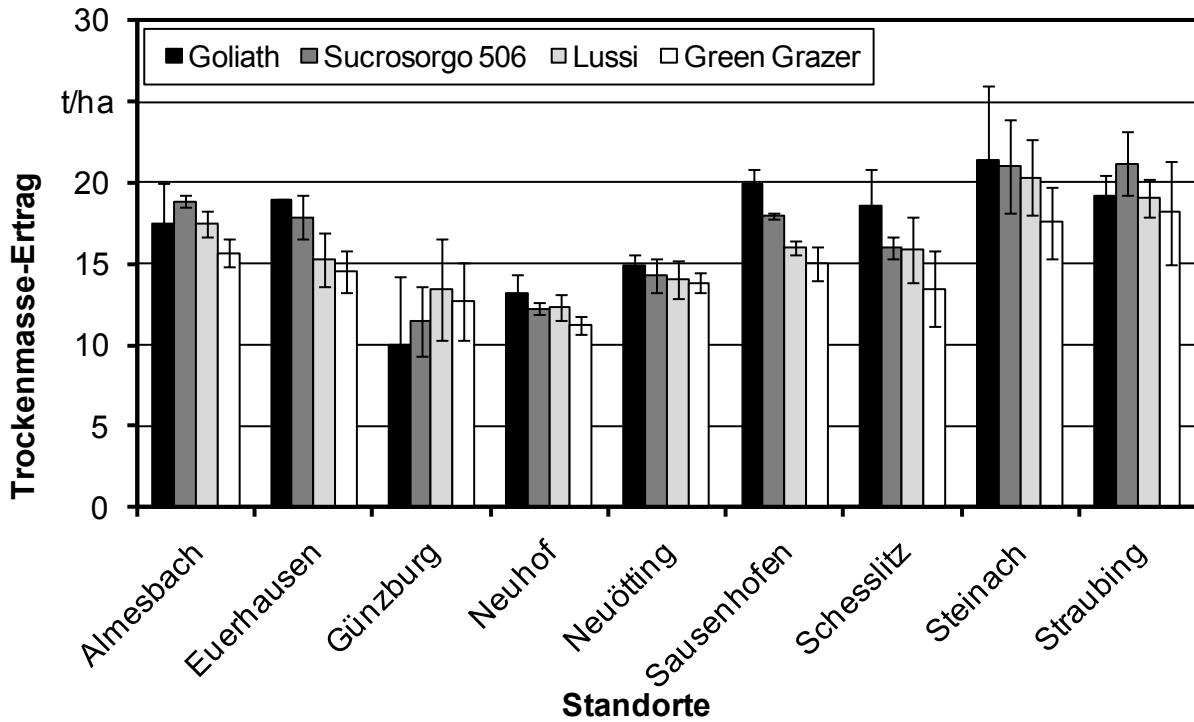


Abbildung 26: Trockenmasseertrag von vier Sorghumsorten an neun Standorten im Jahr 2007

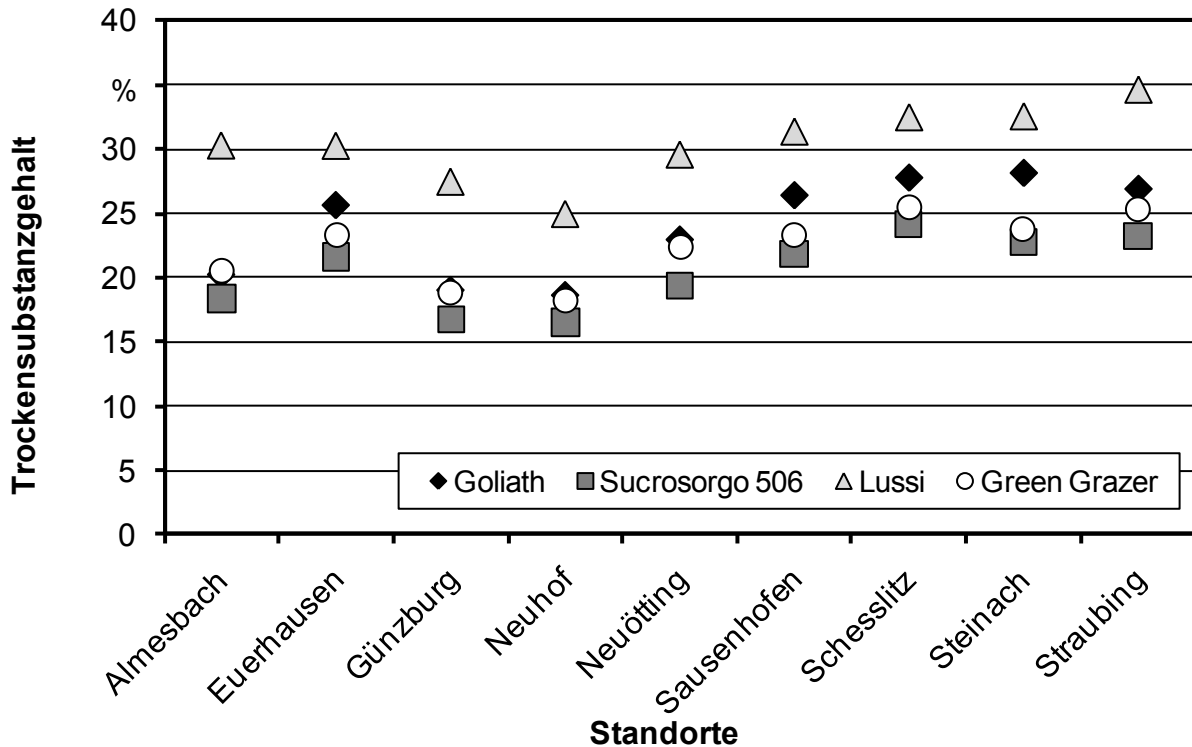


Abbildung 27: Trockensubstanzgehalt von vier Sorghumsorten an neun Standorten im Jahr 2007

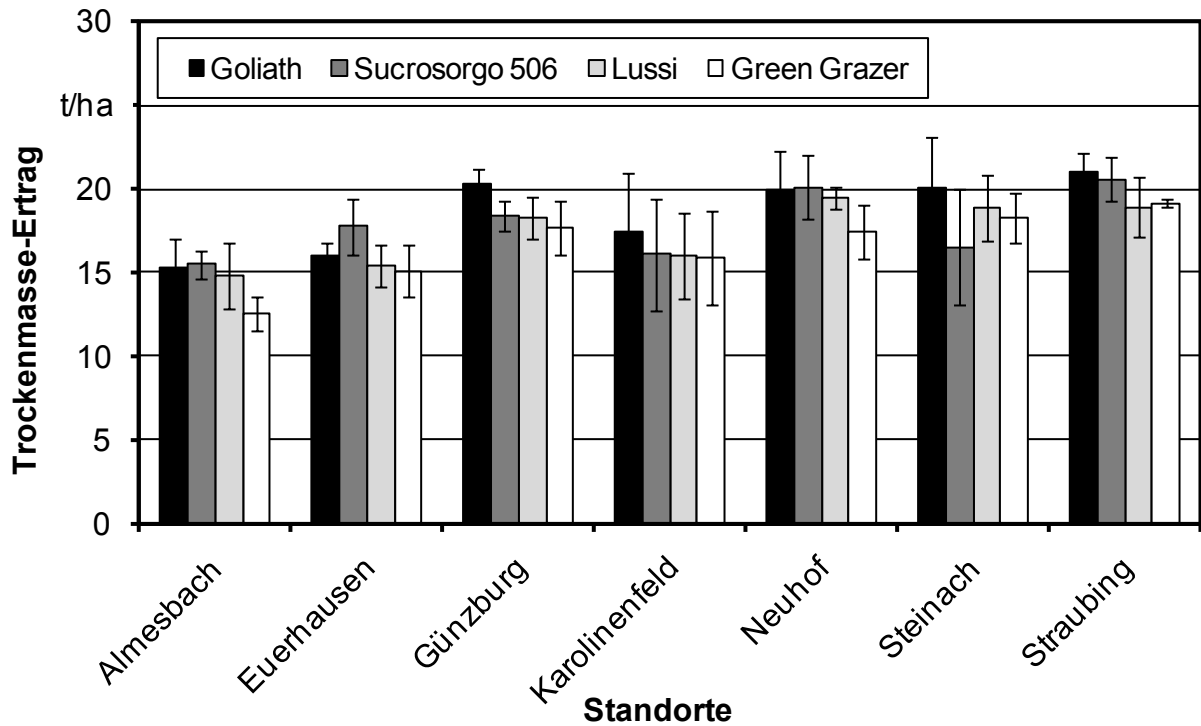


Abbildung 28: Trockenmasseertrag von vier Sorghumsorten an sieben Standorten im Jahr 2008

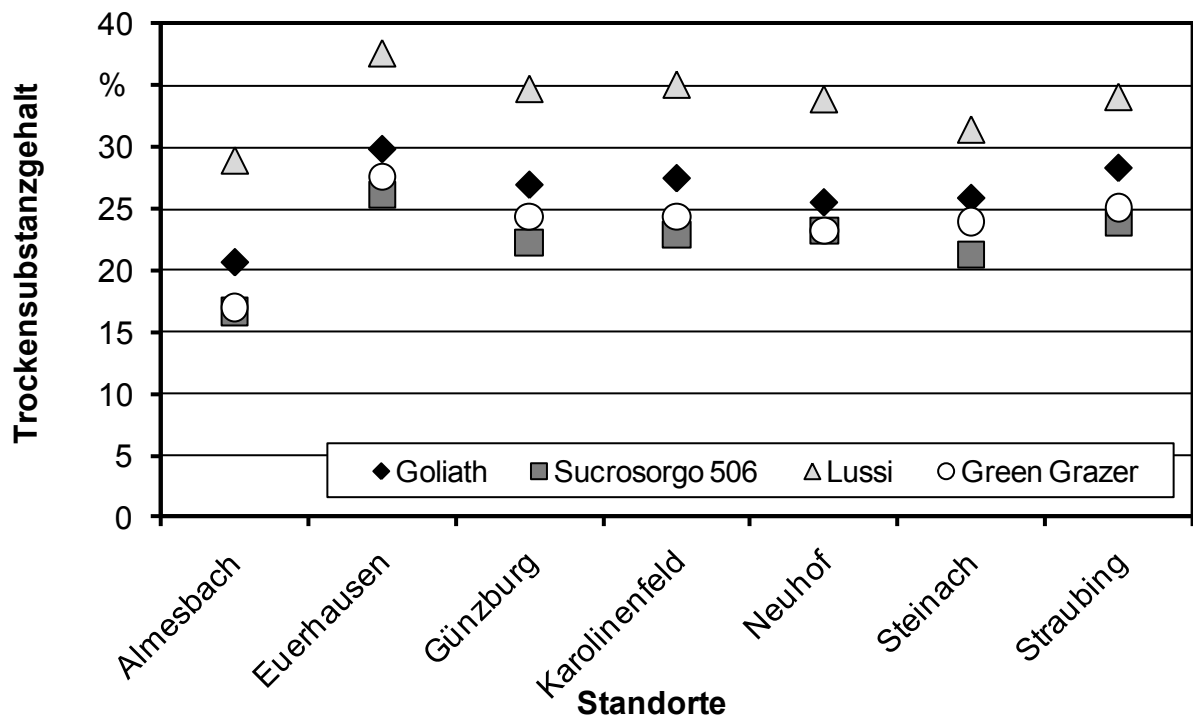


Abbildung 29: Trockensubstanzgehalt von vier Sorghumsorten an sieben Standorten im Jahr 2008

In beiden Jahren waren die Effekte des Standortes und der Sorte auf TM-Ertrag und TS-Gehalt hoch signifikant. Unter den kühlen Bedingungen des Versuchsjahres 2007 konnten nur an den Standorten Straubing und Steinach mit einem Teil der Sorten hohe und silierfähige Erträge erzielt werden. Am Standort Scheßlitz mit seinen meist hohen TS-Gehalten in den Sorten konnten silierfähige Bestände geerntet werden. Herausragend ist die Sorte Lussi aufgrund ihres an allen Standorten erreichten optimalen TS-Gehaltes zur Silagebereitung. Diese scheint aktuell die einzige Sorte zu sein, die, bis weit in den Juni hinein ausgesät, akzeptable TS-Gehalte erzielt und an günstigen Standorten bei frühzeitiger Aussaat eventuell zweischnittig genutzt werden könnte.

Ebenso trat für die Merkmale Ertrag und Trockensubstanzgehalt eine hoch signifikante Interaktion zwischen Standort und Sorte auf. Teilweise kann dies auf Ernteverluste bei einzelnen Sorten infolge von starkem Lager zurückgeführt werden, so z.B. bei der sonst ertragsstärksten Sorte Goliath, die am Standort Günzburg im Jahr 2007 am schlechtesten abschnitt. Eine direkte Ableitung im Sinne unterschiedlicher Sortenempfehlungen für verschiedene Standorte bzw. Anbauregionen ist zum jetzigen Zeitpunkt aber nicht möglich.

Der Einfluss der unterschiedlichen Witterungsverläufe auf die Wuchsbedingungen in den einzelnen Jahren muss durch weitere Datenerhebung mit besser geeigneten Sorten herausgefiltert werden, um so gültige Aussagen für die langjährigen Klimabedingungen an den jeweiligen Standorten zu treffen.

Alle acht im Jahr 2008 am Standort Groß-Gerau angebauten Sorghumsorten reagierten deutlich auf die Bewässerung (Abbildung 30). Der Effekt von Sorte und Beregnung auf den TM-Ertrag war hoch signifikant, ebenso trat eine signifikante Wechselwirkung zwischen diesen beiden Faktoren auf. Mit der eingeschränkten Aussagekraft dieses einzelnen Versuches mit nur zwei Wiederholungen je Variante deutet dies auf Sortenunterschiede in der Trockenheitstoleranz hin. Bei guter Wasserversorgung erzielten die Sorten Goliath und Sucrosorgo 506 (beide *S. bicolor*) mit knapp 20 t/ha die höchsten Erträge, der Ertragsverlust ohne Beregnung betrug aber bei Goliath mit 7 t rund 35 % und bei Sucrosorgo 506 mit 4 t 20 %. Demgegenüber war der Ertrag bei den Sorten Frugal, Grazer N und Mithril (alle *S. bicolor* x *S. sudanense*) unter Wassermangel nur um 10 bis 15 % niedriger als in der berechneten Variante. Möglicherweise haben die besonders ertragsstarken, massenwüchsigen Sorten für ihre höhere Biomasseproduktion einen erhöhten Wasserbedarf und zehren den Bodenwasservorrat schneller auf. Bei Trockenheit sind dann zusätzlich durch den stärker ausgebildeten Blattapparat die Transpirationsverluste erhöht, sie geraten früher in Trockenstress und müssen die Stomata schließen, während weniger blattreiche Sorten noch länger ihren Gasaustausch und damit die Ertragsbildung aufrechterhalten können.

Auch der Trockensubstanzgehalt war unter Beregnung signifikant höher als bei eingeschränkter Wasserversorgung. Wahrscheinlich kam es in Trockenphasen bei den unberegneten Pflanzen zu einem Wachstumsstillstand, während die beregneten Pflanzen kontinuierlich weiterwachsen konnten und so zur Ernte einen höheren Reifegrad erreichten. Auch hier war die Reaktion der Sorten Goliath und Sucrosorgo 506 am deutlichsten, bei Goliath war der TS-Gehalt ohne Beregnung um rund fünf Prozentpunkte niedriger als in der berechneten Variante, bei Sucrosorgo 506 um drei Prozentpunkte. Die Wechselwirkung zwischen Sorte und Beregnung war aber für das Merkmal TS-Gehalt statistisch nicht abzusichern.

Hoch signifikant war die Wirkung der Beregnung auf die Wuchshöhe und auf die Lagerneigung. Im Mittel der Sorten nahm die Wuchshöhe von 2,3 m ohne Beregnung auf 3,0 m mit Beregnung zu, die Lagerneigung stieg, wenn auch auf insgesamt niedrigem Niveau, um eine Boniturnote von 2 auf 3 (Daten nicht dargestellt).



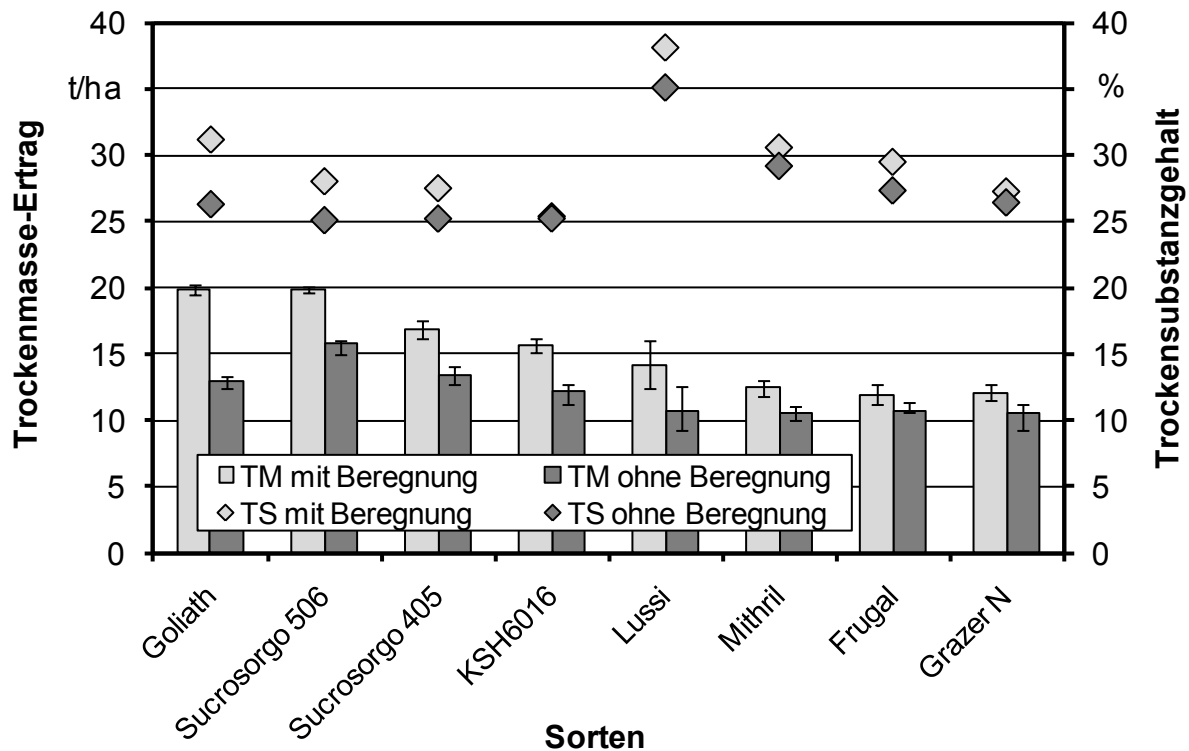


Abbildung 30: Trockenmasseertrag (TM) und Trockensubstanzgehalt (TS) von acht Sorghumsorten am Standort Groß-Gerau mit und ohne Beregnung (2008)

#### 5.4 Produktionstechnik

Im Jahr 2006 war aufgrund des hohen  $N_{\min}$ -Wertes der Versuchsfläche keine Reaktion der erzielten **Trockenmasseerträge** auf die mineralische **N-Düngung** festzustellen. Die Sorte Sucrosorgo 506 erreichte einen Trockenmasseertrag von 24,8 t/ha in der Variante N0 und 25,9 t/ha in N150, die Sorte Susu 20,9 t/ha (N0) bzw. 20,7 t/ha (N150). Auch die Trockensubstanzgehalte blieben mit steigender N-Düngung nahezu konstant, mit 22,3 % (N0) und 22,0 % (N150) bei Sucrosorgo 506 bzw. 26,5 % und 25,8 % bei Susu. Im Jahr 2007 war der Versuchsstandort bei einem  $N_{\min}$ -Wert von 160 kg N/ha erneut sehr gut mit Stickstoff versorgt, so dass keine Düngungseffekte zu erwarten waren. Auf einen Düngungsversuch wurde daher verzichtet.

Im Produktionstechnikversuch des Jahres 2008 betrug der  $N_{\min}$ -Wert der Versuchsfläche nur rund 80 kg N/ha, die Wirkung des Faktors N-Düngung auf den TM-Ertrag war hoch signifikant. Im Mittel über alle Reihenweiten und Saatstärken stieg der Ertrag mit steigender N-Düngung an (Abbildung 31). Dabei trat auch eine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren **Sorte** und **N-Düngung** auf. Die beiden ertragsstärksten Sorten Sucrosorgo 405 und Goliath scheinen ihr hohes Ertragspotential nur bei ausreichender Stickstoffversorgung ausschöpfen zu können, während insbesondere bei Silo 901 und Lussi die Ertragsreaktion nur marginal war. Eine N-Düngung von über 100 kg/ha brachte mit Ausnahme der Sorte 5111/02 keine Ertragssteigerung mehr, wobei der  $N_{\min}$ -Gehalt des Bodens hier mit berücksichtigt werden muss.

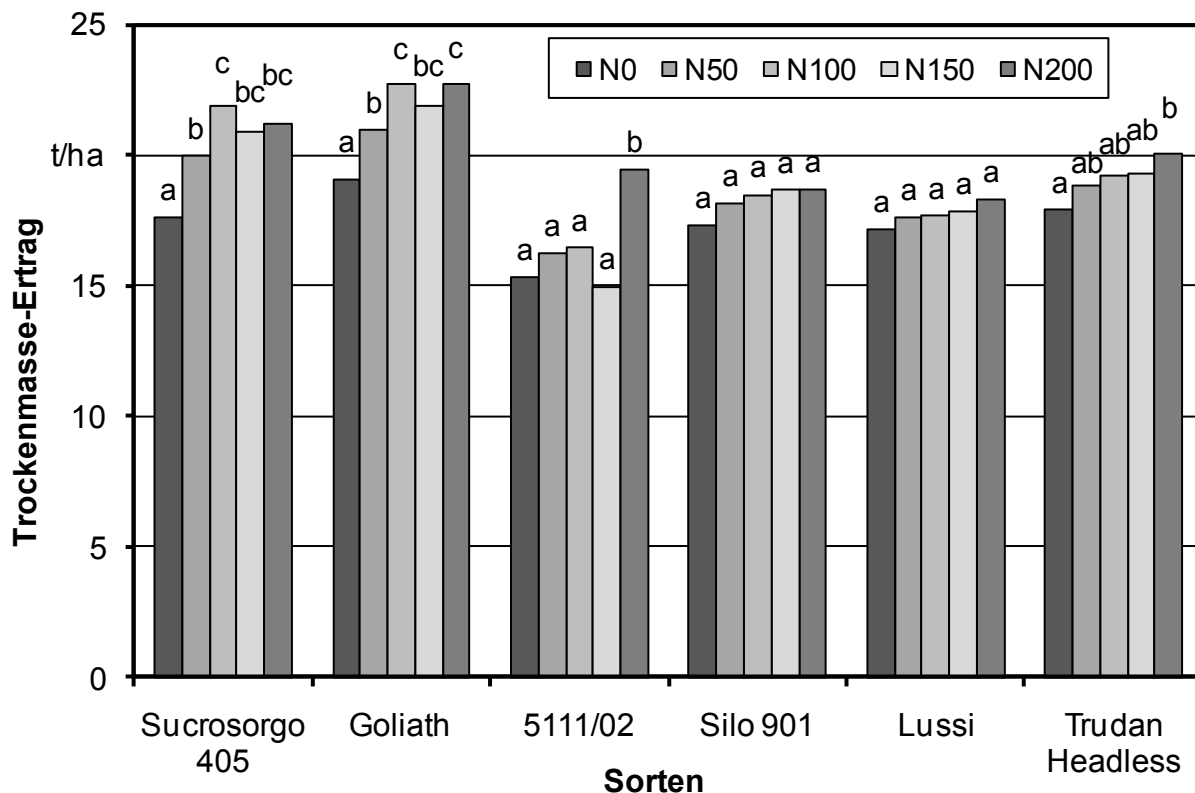


Abbildung 31: Trockenmasseertrag verschiedener Sorghumsorten in Abhängigkeit der N-Düngung (Straubing, 2008). Unterschiedliche Buchstaben über den Säulen einer Sorte kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den N-Stufen

Der Effekt der **Reihenweite** war im Versuchsjahr 2008 hoch signifikant, mit einer ebenfalls hoch signifikanten Interaktion zwischen den Faktoren **Sorte** und **Reihenweite**. Bei den Sorten Sucrosorgo 405, Goliath und Trudan Headless stieg der TM-Ertrag bei Erhöhung der Reihenweite von 29,5 cm auf 37,5 cm an, während bei den übrigen Sorten Ertragsunterschiede zwischen den Reihenweiten statistisch nicht abzusichern waren (Abbildung 32). Im Mittel über alle Sorten und Saatstärken stieg der Ertrag von 18,3 t/ha bei 29,5 cm Reihenweite auf 19,4 t/ha bei 37,5 cm an.

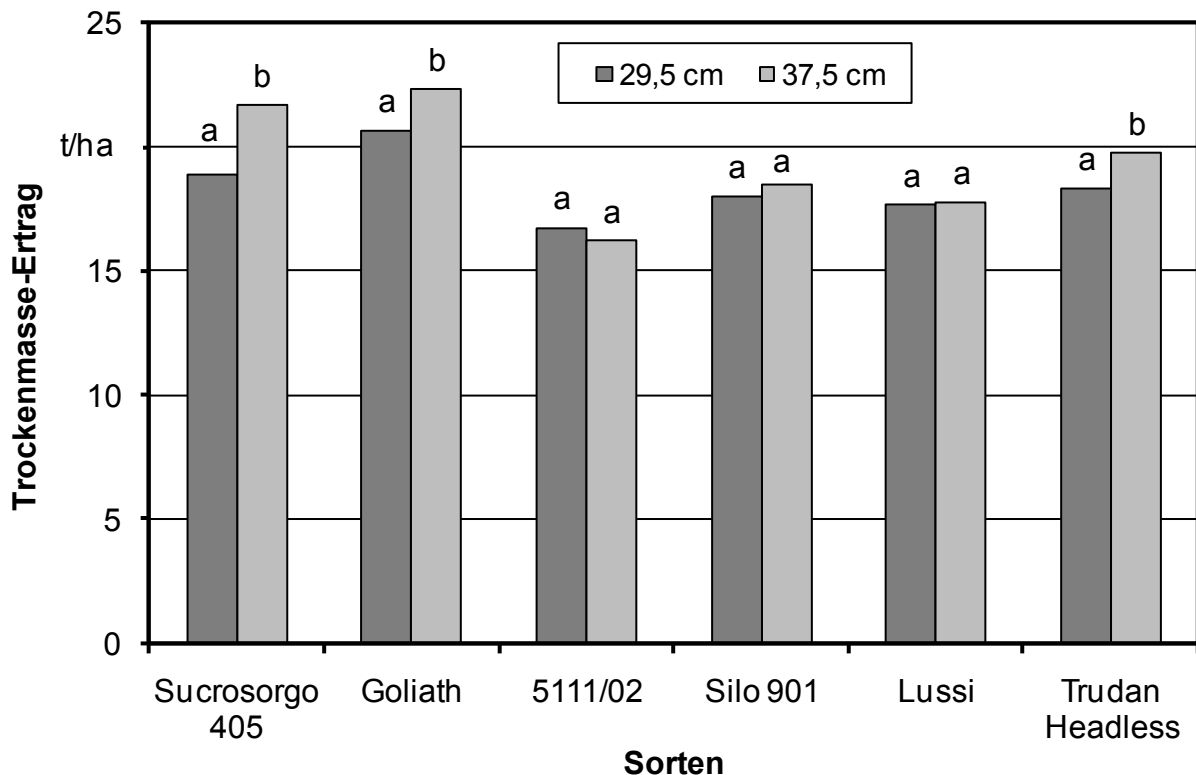


Abbildung 32: Trockenmasseertrag verschiedener Sorghumsorten in Abhängigkeit der Reihenweite (Straubing, 2008). Unterschiedliche Buchstaben über den Säulen einer Sorte kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Reihenweiten

Zusätzlich scheint die Wirkung der **Reihenweite** von der **N-Düngung** beeinflusst zu sein, auch zwischen diesen beiden Faktoren trat im Jahr 2008 eine signifikante Interaktion auf. In der Nullvariante bewirkte die Erhöhung der Reihenweite einen Mehrertrag von 2,6 t und in den Varianten N50, N100 und N150 einen Mehrertrag von jeweils rund 1 t, während in der Variante N200 zwischen den Reihenweiten kein Ertragsunterschied mehr vorhanden war (Abbildung 33). Sowohl eine erhöhte Stickstoffverfügbarkeit als auch eine stärkere Belichtung des Bestockungsknotens in der weiten Reihe können die Bestockung fördern und damit den Ertrag steigern. Eventuell verlieren mit zunehmendem N-Angebot die Belichtung und damit der Einfluss der Reihenweite an Bedeutung.

Der Effekt der **Saatstärke** auf den TM-Ertrag von Sorghum war im Jahr 2008 gering. Im Mittel über alle Sorten und beide Reihenweiten stieg der Ertrag mit steigender Saatstärke von 18,4 (25 kfK/m<sup>2</sup>) auf 19,0 (40 kfK/m<sup>2</sup>) bzw. 19,1 t/ha (80 kfK/m<sup>2</sup>). Lediglich bei der Sorte Sucrosorgo 405 war der Ertragsunterschied zwischen der niedrigsten und den beiden höheren Saatstärken signifikant (Abbildung 34).

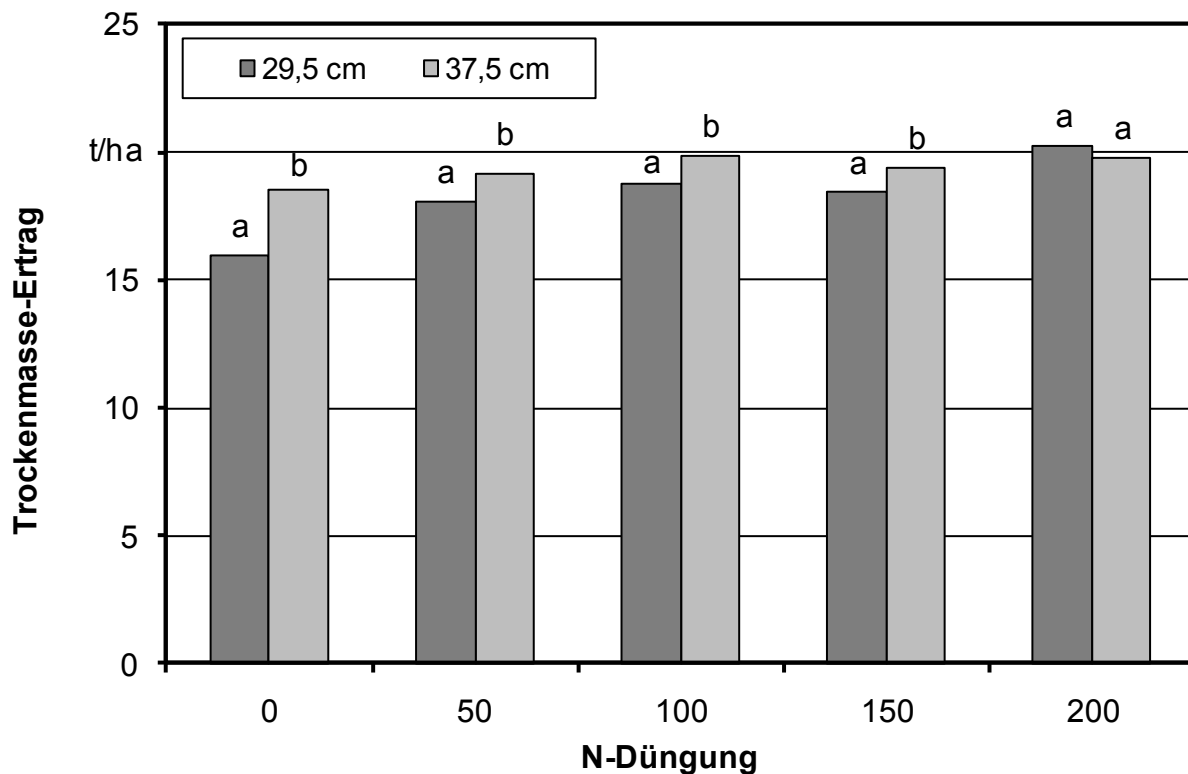


Abbildung 33: Trockenmasseertrag von Sorghum in Abhängigkeit von N-Düngung und Reihenweite (Mittel über 6 Sorten) (Straubing, 2008). Unterschiedliche Buchstaben über den Säulen einer N-Stufe kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Reihenweiten

In den produktionstechnischen Versuchen der Jahre 2006 und 2007 dagegen hatte die **Saatstärke** einen deutlichen Einfluss auf den Trockenmasseertrag. Im Jahr 2006 erwies sich insbesondere die niedrigste Saatstärke von 10 keimfähigen Körnern/m<sup>2</sup> als deutlich zu niedrig, mit steigender Saatstärke stieg der Ertrag in allen Reihenweiten an (Abbildung 35). Eine Ausnahme bildete das schwache Abschneiden der Saatstärke 100 in der Reihenweite 14,5 cm, die Ursache hierfür ist unklar.

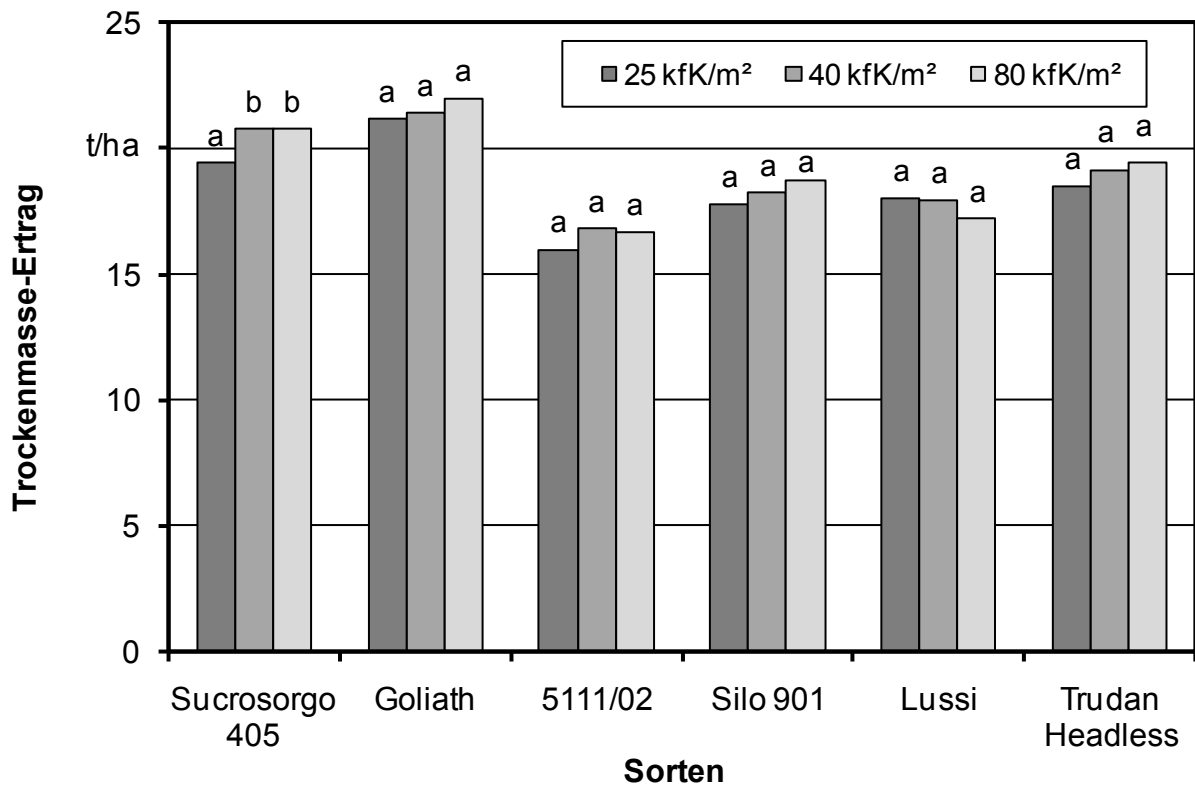


Abbildung 34: Trockenmasseertrag verschiedener Sorghumsorten in Abhängigkeit der Saatstärke (Straubing, 2008). Unterschiedliche Buchstaben über den Säulen einer Sorte kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Saatstärken

Bei der im Jahr 2007 verwendeten Sorte Susu stieg der Ertrag in allen Reihenweiten mit steigender Saatstärke kontinuierlich an, der Unterschied zwischen den verschiedenen Reihenweiten war demgegenüber gering (Abbildung 36). Offensichtlich ist es für den Ertrag entscheidend, eine entsprechende Pflanzenanzahl pro Flächeneinheit zu erzielen. Insbesondere wenn der Feldaufgang z.B. infolge niedriger Temperaturen ungenügend ist, ist dies mit einer hohen Saatstärke eher zu realisieren. Die Verteilung der Pflanzen ist dann offenbar weniger von Bedeutung.

Im produktionstechnischen Versuch des Jahres 2006 erzielte die Sorte Susu einen **Trockensubstanzgehalt** von 25,6 %, die spätreifere Sorte Sucrosorgo 506 erreichte lediglich 22 %. Weder **Reihenweite** noch **Saatstärke** hatten einen signifikanten Effekt auf den Trockensubstanzgehalt. Im Jahr 2007 stieg bei der Sorte Susu der Trockensubstanzgehalt mit steigender Reihenweite und Saatstärke an, der Effekt war aber nicht sehr ausgeprägt (Tabelle 12).

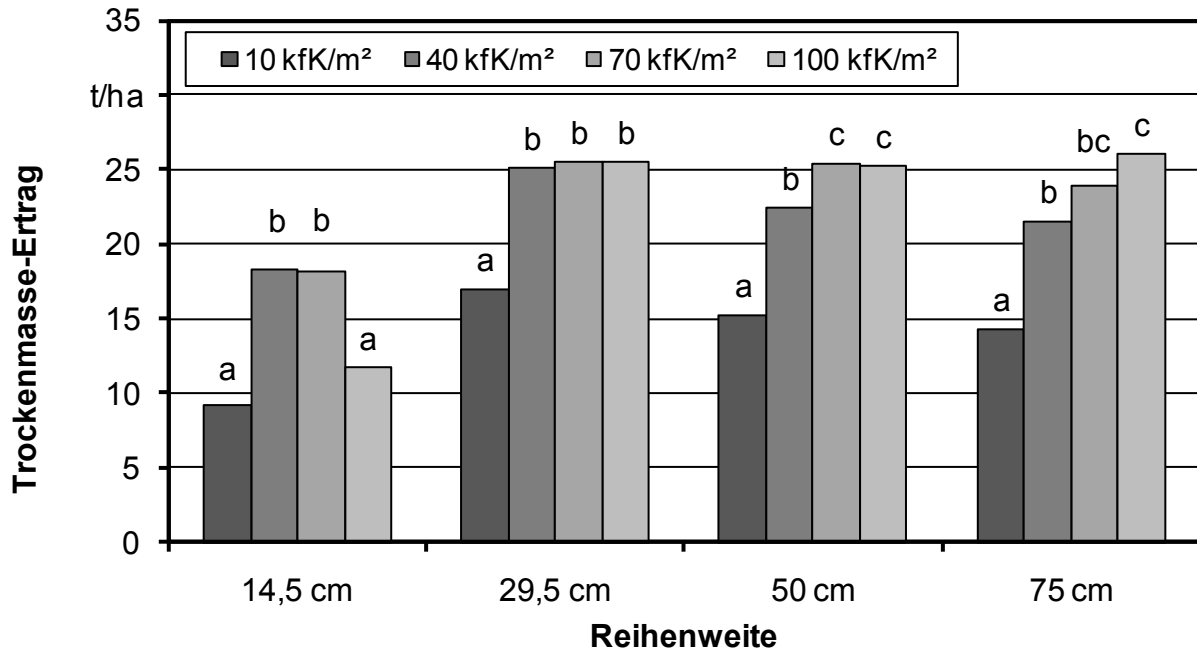


Abbildung 35: Trockenmasseertrag von Sorghumhirse (Mittel über 2 Sorten) in Abhängigkeit von Reihenweite und Saatstärke (Lerchenhaid, 2006). Unterschiedliche Buchstaben über den Säulen einer Reihenweite kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Saatstärken

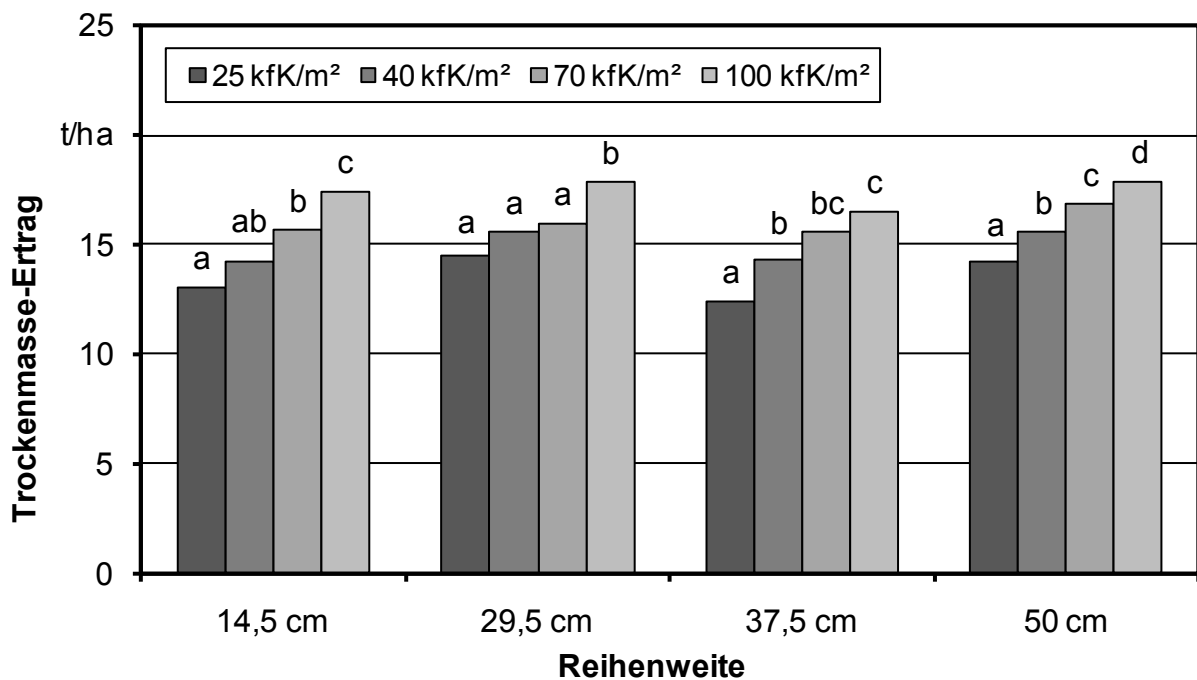


Abbildung 36: Trockenmasseertrag von Sorghumhirse (*S. bicolor* x *S. sudanense*, conv. Susu) in Abhängigkeit von Reihenweite und Saatstärke (Lerchenhaid, 2007). Unterschiedliche Buchstaben über den Säulen einer Reihenweite kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Saatstärken

Tabelle 12: Trockensubstanzgehalt verschiedener Sorghumsorten in Abhängigkeit von Reihenweite und Saatstärke (Lerchenhaid, 2006, 2007). Unterschiedliche

*Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Reihenweiten bzw. Saatstärken*

Jahr	2006		2007	
Sorte	Sucrosorgo 506	Susu	Susu	
Reihenweite in cm	TS-Gehalt in %		Reihenweite in cm	TS-Gehalt in %
14,5	21,5 a	25,6 a	14,5	23,5 a
29,5	22,4 b	25,7 a	29,5	23,7 ab
50	22,4 b	25,8 a	37,5	23,6 a
75	21,7 ab	25,2 a	50	23,9 b
Saatstärke in kfK/m <sup>2</sup>	TS-Gehalt in %		Saatstärke in kfK/m <sup>2</sup>	TS-Gehalt in %
25	21,4 a	25,9 a	25	23,5 a
40	22,3 b	25,8 a		23,6 a
70	22,3 b	25,2 a	70	23,7 ab
100	22,1 ab	25,5 a	100	24,0 b

Im Jahr 2008 war der Effekt von Reihenweite und Saatstärke auf den Trockensubstanzgehalt signifikant. Die größere Reihenweite bewirkte einen höheren Trockensubstanzgehalt, während mit zunehmender Saatstärke der Trockensubstanzgehalt abnahm (Tabelle 13). Wahrscheinlich verlangsamt das Bestandesklima in den dichteren Beständen die Abtrocknung, während größere Reihenabstände die Abreife fördern. In beiden Fällen war die Wechselwirkung mit dem Faktor Sorte nicht signifikant, es scheint jedoch, als würden Sorten mit einem generell hohen Trockensubstanzgehalt deutlicher auf Unterschiede in Reihenweite bzw. Saatstärke reagieren. Die **N-Düngung** hatte dagegen keinen Einfluss auf den Trockensubstanzgehalt von Sorghum.

Insgesamt scheint der Reihenabstand für Ertrag und Trockensubstanzgehalt von Sorghum von untergeordneter Bedeutung zu sein, so dass sich das Produktionsverfahren in der Praxis an der verfügbaren Saatechnik orientieren kann. Da ein enger Reihenabstand einen früheren Bestandesschluss ermöglicht und damit die Konkurrenzkräft der Hirse gegenüber Unkräutern verbessert, kann die engere Reihe aber das günstigere Verfahren darstellen. Zusätzlich wird dadurch dem Erosionsschutz verstärkt Rechnung getragen, Reihenkulturen mit einem Reihenabstand von weniger als 45 cm werden hinsichtlich der Erosionsgefährdung als günstig bewertet.

*Tabelle 13: Trockensubstanzgehalt verschiedener Sorghumsorten in Abhängigkeit von Reihenweite und Saatstärke (Mittel über alle N-Stufen) (Straubing, 2008). Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Reihenweiten bzw. Saatstärken*

Sorte	Sucrosorgo 405	Goliath	5111/02	Silo 901	Lussi	Trudan Headless
Reihenweite in cm	TS-Gehalt in %					
29,5	25,6 a	27,0 a	22,4 a	29,4 a	32,6 a	24,0 a

37,5	25,6 a	27,8 b	22,3 a	30,4 b	33,7 b	24,6 a
Saatstärke in kfK/m <sup>2</sup>			TS-Gehalt in %			
25	25,8 a	27,2 a	22,4 a	30,2 a	33,4 a	24,3 a
40	25,8 a	27,5 a	22,5 a	30,2 a	33,9 a	24,4 a
80	25,4 a	27,6 a	22,2 a	29,3 b	32,1 b	24,3 a

Höhere Saatstärken wirken dagegen generell ertragssteigernd. Insbesondere bei späten Aussaatterminen Ende Mai bis Anfang Juni oder bei ungünstigen Auflaufbedingungen wird dadurch das Erreichen einer ausreichenden Bestandesdichte gewährleistet. Allerdings nimmt die Stängeldicke bei höheren Saatstärken tendenziell ab, wodurch theoretisch das Risiko von Lager steigt. Festgestellt werden konnte dieser Zusammenhang bisher allerdings nicht, Reihenweite und Saatstärke wiesen keinen Effekt auf Pflanzenlänge und Lagerausbildung auf. Möglicherweise werden aber solche Effekte bei Sturm- und Starkniederschlagsereignissen durch die in vielen Sorten generell unzureichende Standfestigkeit überlagert.

Höchstserträge sind bei Sorghumhirse in den vorliegenden Versuchen bei einer Stickstoffversorgung von rund 160 bis 180 kg N/ha (inkl. N<sub>min</sub>) erzielt worden, die erforderliche Düngemenge bewegt sich also grundsätzlich im gleichen Bereich wie bei Silomais. Allenfalls bei weniger ertragsstarken Sorten ist auf guten Standorten auch eine etwas geringere Produktionsintensität möglich. Abgesehen davon ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine sorten- oder sortentypabhängige Empfehlung zur Produktionstechnik notwendig. Im Gegensatz dazu lässt sich der Trockensubstanzgehalt kaum gezielt durch produktionstechnische Maßnahmen beeinflussen, hier ist die Sortenwahl das entscheidende Kriterium.

## 5.5 Herbizidversuch

Der Standort Straubing wies keinen nennenswerten Unkrautbesatz auf (Tabelle 14) und war damit ideal für einen Test der Herbizidverträglichkeit.

Tabelle 14: Deckungsgrade von Kultur und Unkraut an vier Boniturterminen (Straubing, 2008)

		Kultur				Unkraut			
Sorte		04.06.	09.06.	16.06.	30.06.	04.06.	09.06.	16.06.	30.06.
Deckungsgrad in %	Sucrosorgo 506	3	8	15	15	< 1	< 1	1	1
	Susu	4	7	-	-	< 1	< 1	-	-

Im Versuchsjahr 2006 zeigte die Hirse in vielen Herbizidvarianten Wuchsdepressionen, bei den frühen Behandlungsterminen hielt vor allem der Schaden durch Gardo Gold an, bei den späten Terminen verursachte Mais Banvel WG eine starke Peitscherbildung und das Steckenbleiben der Blätter in den Blattscheiden (Abbildung 37).





*Abbildung 37: Herbizidschäden in Sorghumhirse, links Peitscherbildung, rechts Steckenbleiben der Blätter und Blattkräuselung*

Bis Mitte Juli hatten sich die Herbizidschäden jedoch weitestgehend verwachsen. Zur Ernte traten nur in den Varianten Stomp SC und Peak bei der Sorte Susu signifikante Mindererträge auf (Abbildung 38). Die Sorte Rona ging, unabhängig von der Herbizidbehandlung, stark ins Lager; eine Auswertung der Versuchsergebnisse war in diesem Fall nicht möglich.

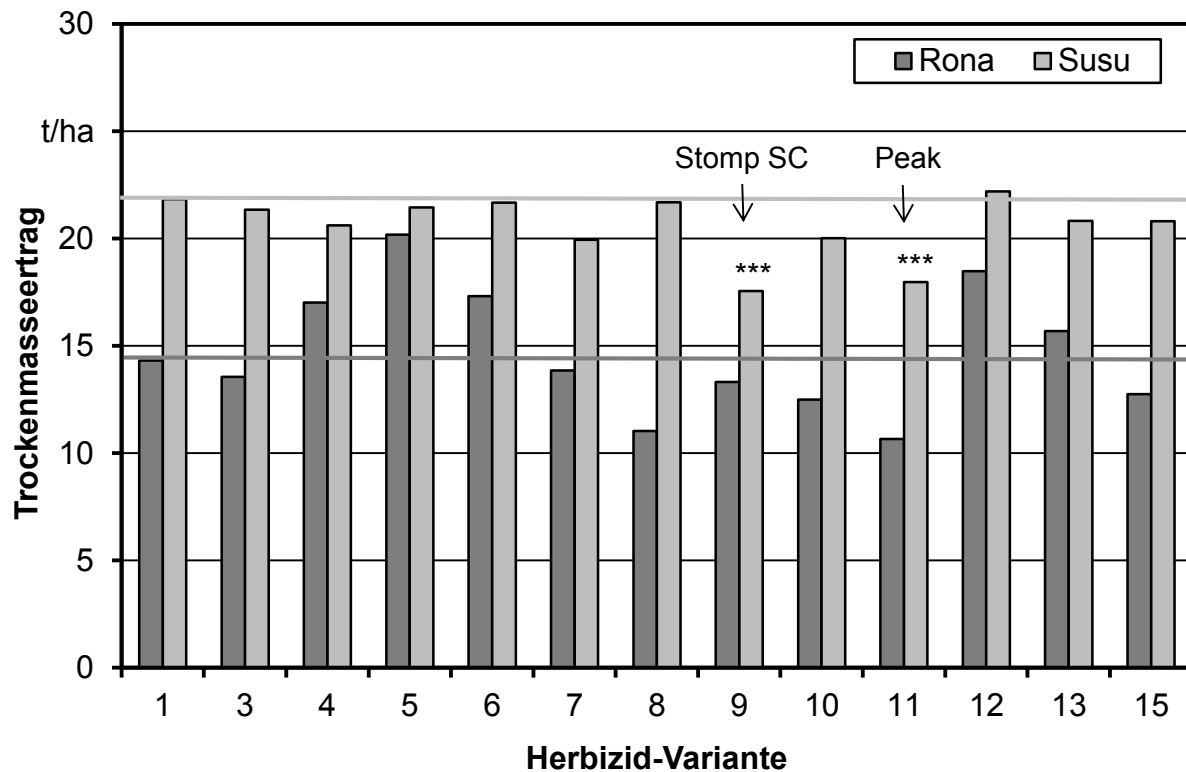


Abbildung 38: Trockenmasseertrag von zwei Sorghumsorten in Abhängigkeit der Herbizidbehandlung (Lerchenhaid, 2006). Unterschiede zur Kontrolle (Var. 1) sind gekennzeichnet mit \*\*\*

Im Jahr 2007 traten teilweise deutliche Verätzungen bzw. Rotfärbung infolge der Behandlung mit Oratio und Harmony SX auf. Ende Juli hatten sich die Schäden aber erneut fast vollständig ausgewachsen, allerdings trat zu diesem Zeitpunkt in der Variante Stomp SC starkes Lager auf. Insbesondere die Sorte Sucrosorgo 405 geriet bereits vor der Rispenausbildung ins Lager, wobei für die meisten Parzellen die Boniturnoten 8 oder 9 vergeben wurden (Abbildung 39). Die Untersuchung der Wurzelprofile ergab für beide Sorten eine auffällige Reduktion der Wurzelmasse, sowohl in der Tiefe als auch in der Dichte der Durchwurzelung (Abbildung 40).



Abbildung 39: Auftreten von Lager in 2007 bei der Sorte Sucrosorgo 405 in der Variante Stomp SC



Abbildung 40: Vergleich der Wurzelprofile der Sorte Susu im Herbizidversuch (links unbehandelt, rechts nach Applikation von Stomp SC)

Entsprechend deutlich fiel der Ertragsverlust bei beiden Sorten aus (Abbildung 41). Bei der Sorte Sucrosorgo 405 traten zusätzlich in den Varianten Harmony SX und Gardo Gold signifikante Mindererträge auf, evtl. war bei Gardo Gold die Aufwandmenge mit 4 l/ha zu hoch.

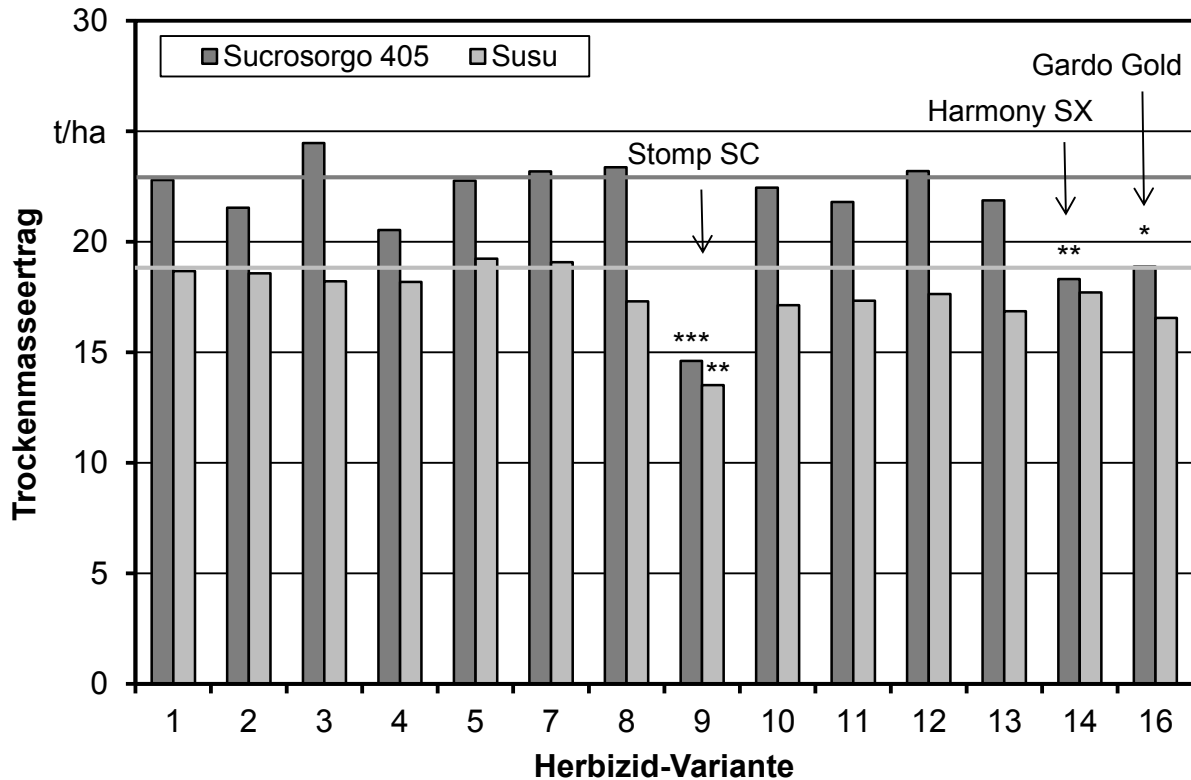


Abbildung 41: Trockenmasseertrag von zwei Sorghumsorten in Abhängigkeit der Herbizidbehandlung (Lerchenhaid, 2007). Unterschiede zur Kontrolle (Var. 1) sind gekennzeichnet mit \*, \*\*, \*\*\*

Im Versuchsjahr 2008 verursachte das Kontaktherbizid Oratio sowie die Behandlungen mit Harmony SX und Arrat + Dash erhebliche Blattschäden bzw. Nekrosen in beiden Sorghumsorten (Tabelle 15, Tabelle 16). Insbesondere bei der Sorte Sucrosorgo 506 traten zusätzlich stärkere Schäden nach der Wachstumsstoffbehandlung und der Applikation von 1,5 l/ha U 46-D auf. Auffällig waren die Wachstumsverzögerungen bei den Tankmischungsbehandlungen mit angepasst reduzierten Aufwandmengen.

Erneut waren bei allen Herbizidvarianten die Auswirkungen auf den Trockenmasse-Ertrag zur Ernte gering. Lediglich bei der Sorte Susu traten signifikante Mindererträge nach der Behandlung mit U 46-D sowie Arrat + Dash auf (Abbildung 42). Kulturspezifisches Lager trat zum Vegetationsende geringfügig bei der Sorte Susu auf. In dieser Hinsicht blieben in diesem Versuchsjahr die mit Stomp SC behandelten Parzellen weitgehend symptomlos.

Tabelle 15: Boniturwerte der phytotoxischen Bewertung bei der Sorte Sucrosorgo 506 (Straubing, 2008)

Bonitur	Phytotoxizität				
	Nekrosen	Chlorosen	Öflecken	Wuchsdeformation	Wachstumsrückstand
Datum	04.06. 09.06. 16.06.	04.06.	09.06.	04.06. 09.06. 16.06.	30.06. 30.06.

Nr.	Behandlung	Schadensstärke in %									
1	Kontrolle										
2	Bandur	0	0	6	0	16	0	0	0	0	11
3	Dual Gold	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6
4	Spectrum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
5	Basagran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Stomp SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	U 46-D	0	0	0	15	0	25	10	9	8	21
11	Peak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Oratio	10	8	1	0	0	0	0	0	0	6
14	Harmony SX	2	0	0	28	0	0	0	0	0	0
15	Gardo Gold	2	1	0	0	0	0	0	0	0	19
16	Gardo Gold	10	5	1	0	0	0	0	0	0	14
17	Arrat+Dash	0	0	0	0	0	10	6	11	0	15
18	Gardo Gold + Mais Banvel WG	2	1	0	0	0	0	0	0	0	21
19	Gardo Gold + Certrol B	6	1	0	0	0	0	0	0	0	15
20	Gardo Gold + U 46-D	8	1	0	0	0	5	0	0	0	14

Tabelle 16: Boniturwerte der phytotoxischen Bewertung bei der Sorte Susu (Straubing, 2008)

		Phytotoxizität									
Bonitur		Nekrosen		Chlorosen		Rotfärbung		Ölflecken		Wuchs- deformation	Wachstums- rückstand
Datum		04.06.	09.06.	16.06.	16.06.	16.06.	09.06.	09.06.	04.06.	09.06.	30.06.
Nr.	Behandlung	Schadensstärke in %									
1	Kontrolle										
2	Bandur	0	0	5	0	0	2	16	0	0	5
3	Dual Gold	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9
4	Spectrum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
5	Basagran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
9	Stomp SC	0	0	0	3	0	0	0	0	0	4
10	U 46-D	0	0	0	0	3	2	0	9	3	9
11	Peak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
13	Oratio	5	6	1	0	0	15	0	0	0	9
14	Harmony SX	0	0	0	60	4	4	0	0	0	8
15	Gardo Gold	5	2	0	0	0	0	0	0	0	13
16	Gardo Gold	9	3	0	0	0	0	0	0	0	10
17	Arrat+Dash	0	0	0	0	0	0	0	1	1	15
18	Gardo Gold + Mais Ban- vel WG	1	1	0	0	0	0	0	1	0	4
19	Gardo Gold + Certrol B	5	1	0	0	0	0	0	0	0	11
20	Gardo Gold + U 46-D	4	1	0	0	0	0	0	1	0	9

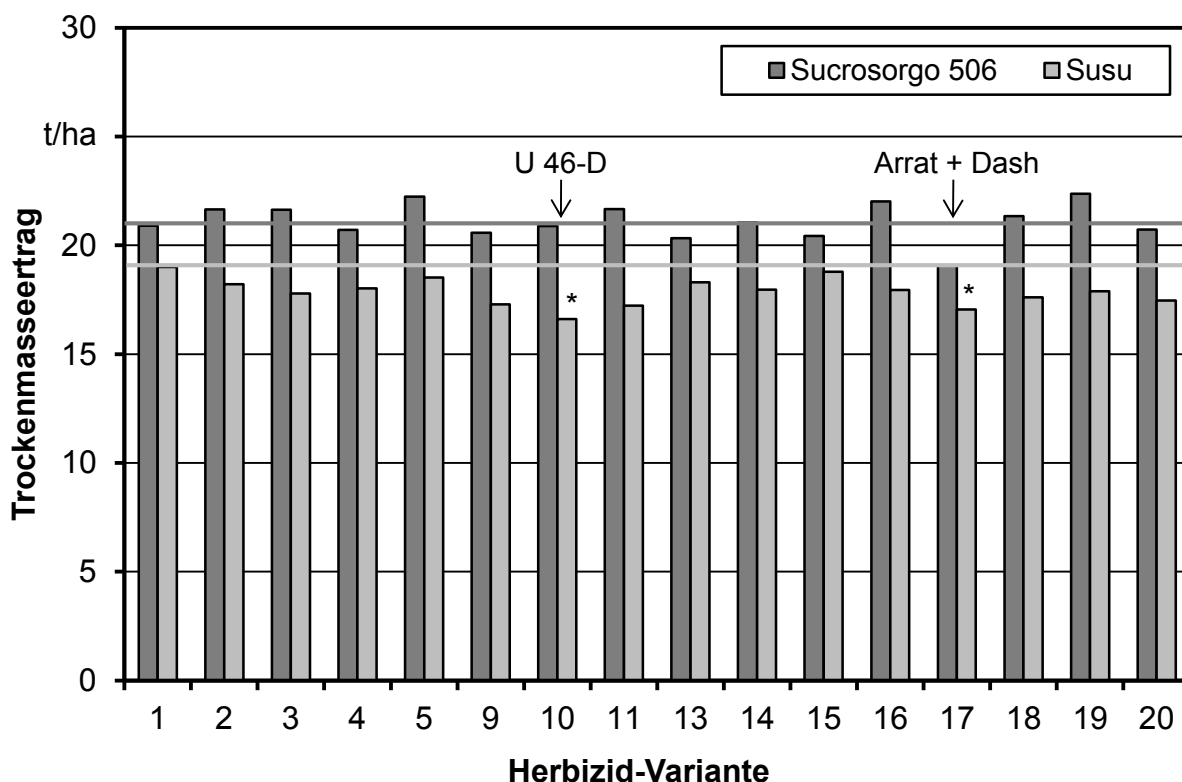


Abbildung 42: Trockenmasse-Ertrag von zwei Sorghumsorten in Abhängigkeit der Herbizidbehandlung (Straubing, 2008). Unterschiede zur Kontrolle (Var. 1) sind gekennzeichnet mit \*

### 5.6 Inhaltsstoffanalytik

Für die Eignung eines Rohstoffes als Substrat für die Biogaserzeugung ist das erste Kriterium der Anteil der organischen Trockenmasse. Zusätzlich wird die Gasausbeute durch den Anteil und das Verhältnis der Stoffgruppen Rohprotein, Rohfett, Rohfaser und N-freie Extraktstoffe bestimmt.

Der Rohproteingehalt von allen Sorghumarten liegt etwas über dem von Mais (Tabelle 17, Tabelle 18), insbesondere die Körnerhirse erreicht einen Rohproteingehalt von über 10 %. Dagegen sind die Gehalte an Rohfett nur rund halb so hoch wie die von Mais, am günstigsten sind auch hier die Körnertypen zu bewerten. Die Stärkegehalte sind bei Sorghumhirse äußerst gering, mit Ausnahme der Körnerhirse, deren Stärkegehalt insbesondere im Jahr 2008 in der gleichen Größenordnung wie bei Mais lag. Der Zuckergehalt ist demgegenüber bei der Körnerhirse niedriger als bei den übrigen Sorghumtypen, insbesondere die Zuckersorghosorten und Futterhirsensorten aus *S. bicolor* und *S. bicolor* x *S. sudanense* erreichen hier sehr hohe Werte. Die Gehalte an Gerüstsubstanzen und auch die Aschegehalte sind gegenüber Mais bei Sorghum deutlich erhöht.

Tabelle 17: Gehalte an Nährstoffen und Gerüstsubstanzen in der Trockensubstanz bei verschiedenen Sorghumarten und Energiemais ( Lerchenhaid 2007)

Art	Typ	Rohprotein	Rohfett	Stärke	Zucker	Rohasche	Rohfaser	ADF	ADL
in Masse-% <sub>TM</sub>									

<i>S. bicolor</i>	Korn n = 24	10,3	1,9	15,5	6,8	7,8	23,4	30,5	4,4
<i>S. bicolor</i>	Zucker n = 33	7,5	1,1	0,1	16,4	7,1	26,5	33,9	4,6
<i>S. bicolor</i>	Futter n = 81	7,7	1,0	0,3	15,0	6,7	27,0	33,3	4,3
<i>S. bicolor</i> x <i>S. sudan.</i>	Futter n = 38	7,9	1,2	1,5	11,1	7,1	28,4	36,2	5,5
<i>S. sudanense</i>	Futter n = 12	9,2	1,6	4,9	7,3	7,0	30,0	36,5	5,4
Energiemais	Biogas n = 2	7,2	3,0	24,7	5,8	4,8	24,1	29,3	3,0

ADF = Cellulose + Lignin, ADL = Rohlignin

Tabelle 18: Gehalte an Nährstoffen und Gerüstsubstanzen in der Trockensubstanz bei verschiedenen Sorghumarten und Energiemais (Straubing 2008)

Art	Typ	in Masse-% <sub>TM</sub>							
		Roh- protein	Rohfett	Stärke	Zucker	Roh- asche	Roh- faser	ADF	ADL
<i>S. bicolor</i>	Korn n = 10	10,0	2,1	20,0	5,3	7,4	21,7	28,3	4,4
<i>S. bicolor</i>	Futter n = 20	8,2	1,2	< 0,1	12,5	6,5	29,4	35,7	5,6
<i>S. bicolor</i> x <i>S. sudan.</i>	Futter n = 20	8,7	1,4	9,6	11,2	6,8	27,1	35,2	6,6
<i>S. sudanense</i>	Futter n = 2	9,2	1,4	< 0,1	9,7	6,8	29,7	38,3	7,5
Energiemais	Biogas n = 2	7,3	2,7	23,1	7,6	4,6	19,3	24,0	3,1

ADF = Cellulose + Lignin, ADL = Rohlignin

Auch innerhalb der Sortentypen kann die Zusammensetzung der Trockensubstanz ganz erhebliche Unterschiede aufweisen. In Abbildung 43 ist die Zusammensetzung der Trockensubstanz für vier einzelne Sorten aus den verschiedenen Nutzungsrichtungen dargestellt. Der Gehalt an Rohfaserkomponenten kann in der Summe von Sorte zu Sorte um zehn Prozentpunkte differieren, wie z. B. im Fall der frühreifen Futterhirse Lussi (*S. bicolor* x *S. sudanense*) im Vergleich zur Zuckerhirsesorte Sugar Graze (*S. bicolor*). Auch bei den Gehalten an Stärke und Zucker sind genotypisch bedingt sehr große Unterschiede möglich. Die Körnerhirsen hatten im Jahr 2007 im Mittel über 24 Sorten einen Stärkegehalt von 15,5 % (Tabelle 17), die Körnerhirsesorte Albita (*S. bicolor*) wies dagegen einen Stärkegehalt von lediglich 2,4 % auf. Bei der Sorte Sugar Graze lag der Stärkegehalt unter 0,1 %, dafür war der Zuckergehalt mit 17,8 % sehr hoch. Der Proteingehalt war bei der Sorte 5111/02 (*S. bicolor*) mit 5,8 % am geringsten, dagegen bei der Sorte Albita mit 10,1 % rund doppelt so hoch. Auch bezüglich des Rohfettgehaltes können sich einzelne Sorten um den Faktor 2 unterscheiden.



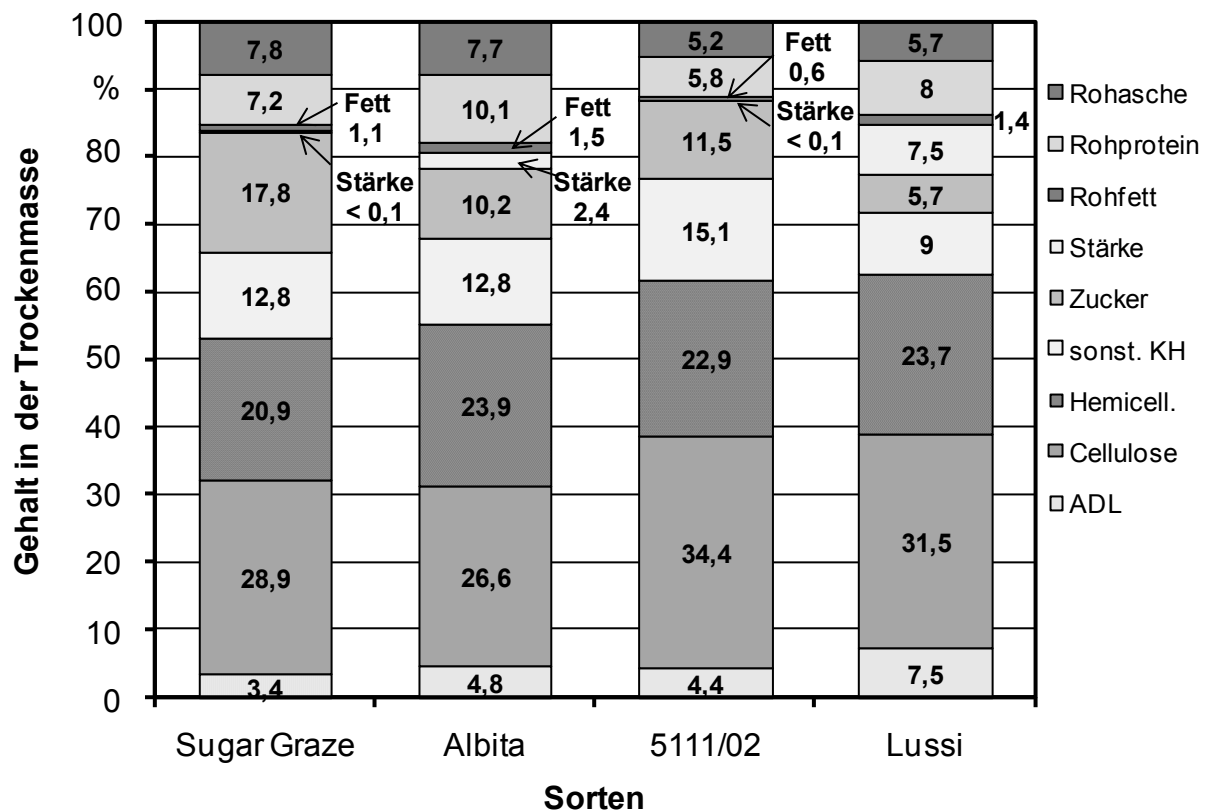


Abbildung 43: Zusammensetzung der Trockensubstanz bei vier verschiedenen Sorghumsorten (Lerchenhaid, 2007). Sonst. KH = Sonstige Nicht-Faser Kohlenhydrate, ADL = Rohlignin

## 5.7 Methanausbeute und Methanertrag

Die Spannweite der mittels Batchtest-Verfahren gemessenen Methanausbeuten lag bei den 20 im Versuchsjahr 2007 ausgewählten Sorten im Bereich zwischen 248 und 363 NI CH<sub>4</sub>/kg oTS (organische Trockensubstanz) (Abbildung 44). Die Sorten der Art *S. bicolor* x *S. sudanense* erreichten relativ einheitlich Werte um 300 NI CH<sub>4</sub>/kg oTS. Die Sorten von *S. bicolor* wiesen größere Unterschiede bezüglich der Methanausbeute auf. Die höchste Ausbeute mit bis zu 350 NI CH<sub>4</sub>/kg oTS erzielten hier die zuckerreichen und faserarmen Sorten Umbrella und Sugar Graze. Damit erreichen diese Sorten ebenso hohe Gasausbeuten wie Energiemais, der im Mittel 340 l/kg oTS erzielt. Demgegenüber wies die Sorte 5111/02 mit ihren vergleichsweise niedrigen Gehalten an Stärke, Rohprotein und Rohfett und einem hohen Fasergehalt die niedrigste Methanausbeute auf. Die Sorte Lussi, deren Fasergehalt ebenso hoch lag, erreichte dagegen eine deutlich höhere Methanausbeute, eventuell bedingt durch höhere Gehalte an Rohprotein, Rohfett und Stärke. Die Körnerhirsen erreichten durchschnittliche Methanausbeuten, die durch den relativ niedrigen Trockenmasse-Ertrag im kühlen Versuchsjahr 2007 zu unterdurchschnittlichen Methanhektarerträgen führten (Abbildung 44). Den mit Abstand höchsten Methanertrag pro Flächeneinheit erzielte die Sorte Sugar Graze (*S. bicolor*), gefolgt von den massenwüchsigen Futtertypen Sucrosorgo 405 und Sucrosorgo 506. Ähnlich hohe Methanerträge wurden mit den ertragsstarken Futtertypen von *S. bicolor* x *S. sudanense* erzielt. Damit ist für Sorghumhirse, wie auch für Mais, die Trockenmasseleistung pro Hektar ein bestimmender Faktor für den Methanertrag.

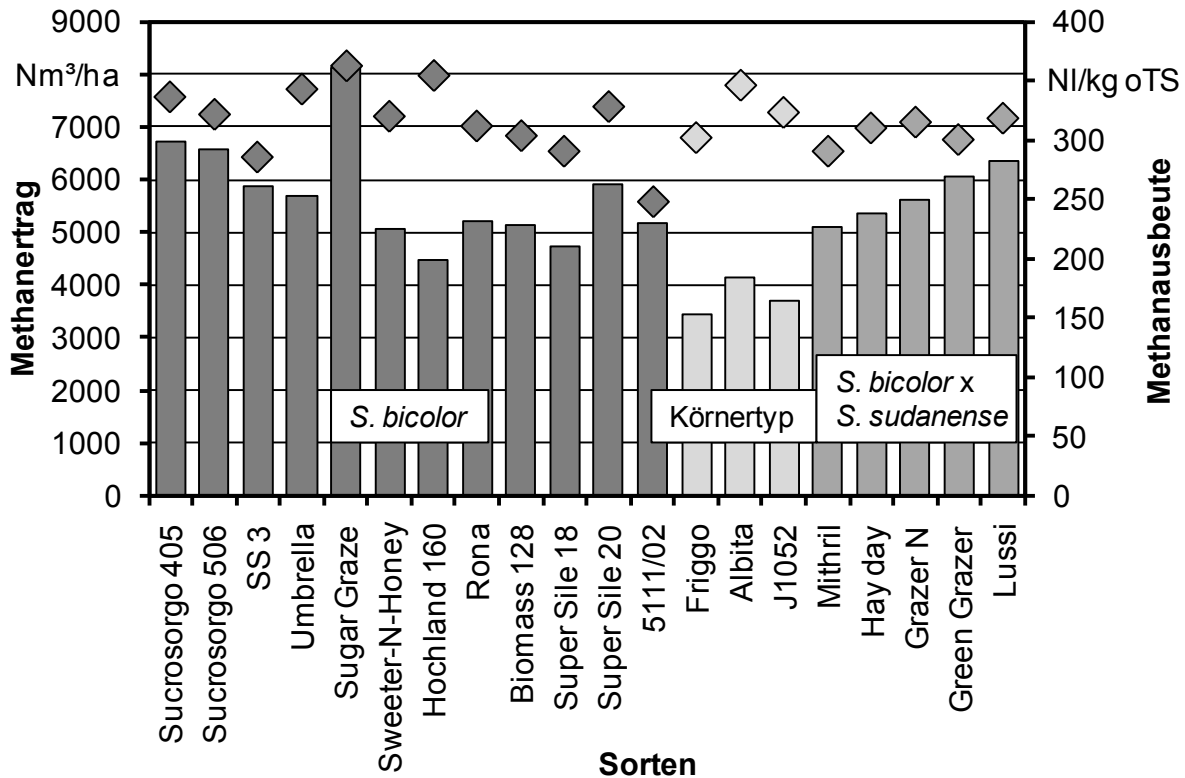


Abbildung 44: Methanertrag (Säulen) und Methanausbeute (Rauten) von 20 Sorghumsorten (Lerchenhaid, 2007)

In Abbildung 45 sind die berechneten Biogas- und Methanausbeuten ausgewählter Sorghumsorten den im Gärversuch gemessenen Werten gegenübergestellt. Dabei entsprechen die berechneten Werte in ihrer absoluten Höhe nicht den tatsächlichen, gemessenen Werten, und die Berechnung ergibt teilweise niedrigere Werte als die Messung, während in anderen Fällen die Gasausbeute durch die Berechnung überschätzt wird. Dadurch können Unterschiede zwischen verschiedenen Sorten nicht korrekt erfasst werden. So hat die Sorte 5111/02 eine niedrigere gemessene Methanausbeute als die Sorte Lussi, bei Berechnung der Methanausbeute schneidet sie dagegen besser ab.

Andererseits wird auch bei der Messung der Gasausbeute mittels Batchtest-Verfahren der Messfehler mit rund 10 % angegeben. Aufgrund des geringen Probendurchsatzes und der hohen Kosten der Analyse erfolgte keine Messwiederholung, so dass hier keine Aussage über die Genauigkeit der erhaltenen Werte möglich ist. Bei Mais konnten bei Messungen zur Methanausbeute keine signifikanten Sortenunterschiede festgestellt werden.

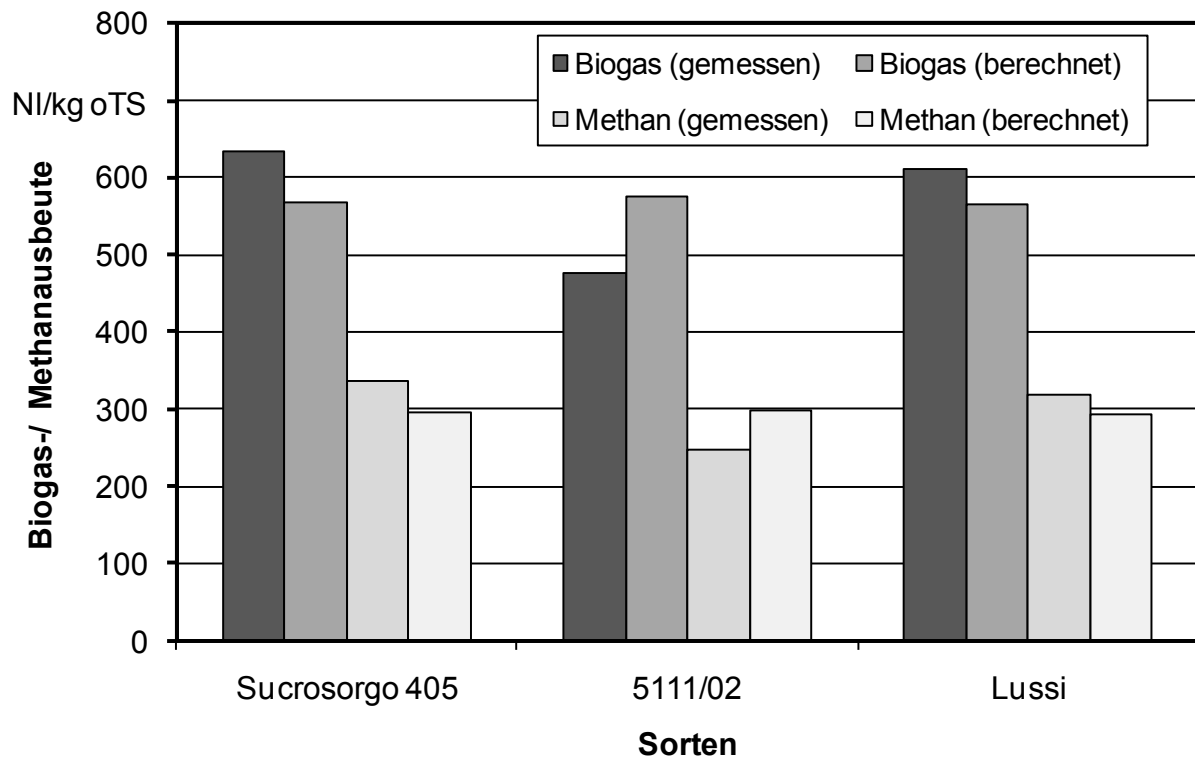


Abbildung 45: Vergleich gemessener und berechneter Biogas- und Methanausbeuten

Die theoretischen Methanausbeuten der Sorten des bayerischen Sortenversuches wurden anhand der Werte aus den Inhaltsstoffanalysen berechnet. Dabei war der Einfluss der Standorte auf die Gehalte an wertgebenden Inhaltsstoffen der einzelnen Sorten und damit auf die Methanausbeuten marginal, so dass lediglich über die sehr unterschiedlichen Flächenerträge der Sorten deutliche Unterschiede im Methanertrag auftraten (Tabelle 19).

Tabelle 19: Berechnete Biogas- und Methanausbeuten und Methanhektarerträge der Sorghumsorten im bayernweiten Sortenversuch am Standort Straubing (2008)

Sorte	Biogausausbeute in in NI/kg oTS	Methanausbeute in NI/kg oTS	Methanertrag in Nm <sup>3</sup> /ha
Sucrosorgo 506	568	295	6077
Sucrosorgo 405	569	296	5535
Goliath	563	293	6182
Rona	573	298	4381
5111/02	275	299	4395
Super Sile 20	576	300	4620
Lussi	559	290	5481
Green Grazer	563	293	5626
Mithril	572	297	4990
Susu	573	298	4768
Frugal	577	300	4650
Grazer N	572	298	4202

## 5.8 Optimierung des sortenspezifischen Erntetermins

Abhängig von den Witterungsbedingungen während der Vegetationsperiode, insbesondere von den Temperaturen zur Hauptwachstumszeit von Juli bis September, verlief die Pflanzenentwicklung in den drei Versuchsjahren sehr unterschiedlich. Im Jahr 2006 erreichten die frühreifen Sorten Friggo (Körnerhirse, *S. bicolor*) und Piper (*S. sudanense*) einen Trockensubstanzgehalt von rund 30 % bereits nach einer Vegetationszeit von nur 72 Tagen (Abbildung 46). Denselben Reifegrad erreichte die Sorte Friggo im Jahr 2007, das durch kühl-feuchte Witterungsbedingungen gekennzeichnet war, erst nach 150 Vegetationstagen (Abbildung 47).

Grundsätzlich verlief die Abreife bei allen untersuchten Sorten ähnlich. Sortenunterschiede im Reifegrad waren bereits zu einem frühen Zeitpunkt in der Vegetationsperiode vorhanden und setzten sich im Wesentlichen bis zur Ernte fort. So betrug der Unterschied im Trockensubstanzgehalt zwischen der frühreifsten Sorte Friggo und der spätreifsten Sorte DSM 7 im Jahr 2007 bereits Anfang August 6 Prozentpunkte, im Oktober war der Unterschied mit 7 Prozentpunkten nur noch geringfügig größer (Abbildung 47). Anscheinend treten Unterschiede im Trockensubstanzgehalt genetisch determiniert bereits während der Jugendentwicklung der Pflanzen auf, während die Reaktion auf unterschiedliche Umweltbedingungen im späteren Verlauf der Vegetationsperiode dann nicht mehr sortenabhängig ist. Im Jahr 2007 hatten einige Sorten nach etwa 160 Vegetationstagen einen maximalen Reifegrad erreicht. Danach stagnierte die Abreife oder der Trockensubstanzgehalt nahm sogar ab. Sudangräser wie Vercors beginnen dann nochmals zu bestocken, was zu einer Minderung des Trockensubstanzgehaltes im Gesamthäckselgut führt. Auch der höhere Haftwasseranteil aufgrund der starken nächtlichen Abkühlung im Herbst mit entsprechend niedrigem Kondensationspunkt kann zu höheren Wassergehalten des Erntegutes führen.

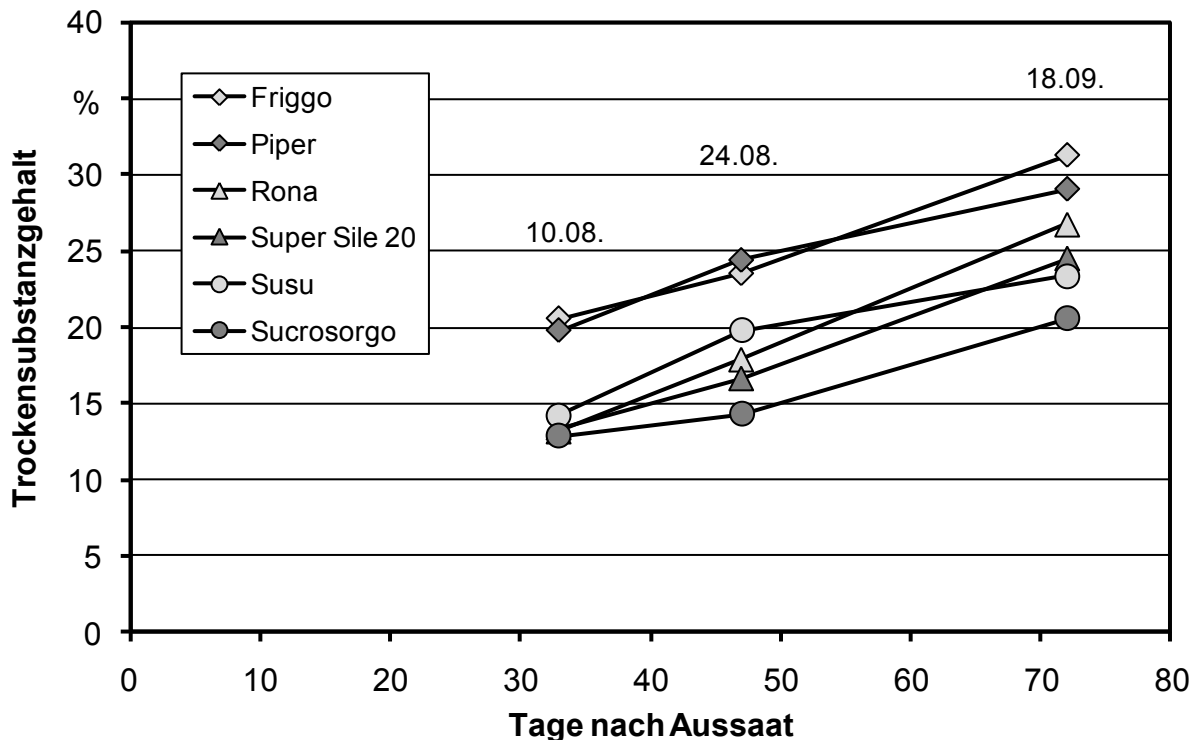


Abbildung 46: Entwicklung des Trockensubstanzgehaltes verschiedener Sorghumsorten im Verlauf der Vegetationsperiode (Lerchenhaid, 2006)

Spätreife Sorten, die auch Ende September einen Trockensubstanzgehalt von 25 % nicht erreichen, sind unter bayerischen Klimabedingungen generell weder technisch noch ökonomisch zur Nutzung als Biogassubstrat geeignet. Wegen des geringen TS-Gehaltes wären bereits relativ kurze Transportdistanzen zwischen Feld und Fermenter als ökonomisch unrentabel einzustufen. Eine Lagerung dieser Silage hätte Qualitätsverluste durch hohe Sickerwasser- und Oxidationsverluste zur Folge. Bei den Sorten der mittelspäten Reifegruppe ist ein möglichst früher Aussaattermin unter Abwägung der Spätfrostgefahr anzustreben, um bei hohem Ertrag einen ausreichenden Reifegrad sicherzustellen. Je später die Aussaat erfolgt, desto wichtiger wird die Wahl einer Sorte, die in der verbleibenden Vegetationszeit bis Anfang Oktober noch silierfähige TS-Gehalte erreicht. Frühreife Sorten wie Friggo, Vercors und Lussi (Abbildung 48), können unter den gegebenen Umweltbedingungen in allen Jahren erfolgreich angebaut werden. Diese Sorten erlauben auch einen Zweitfruchtanbau nach späträumenden GPS-Vorfrüchten.

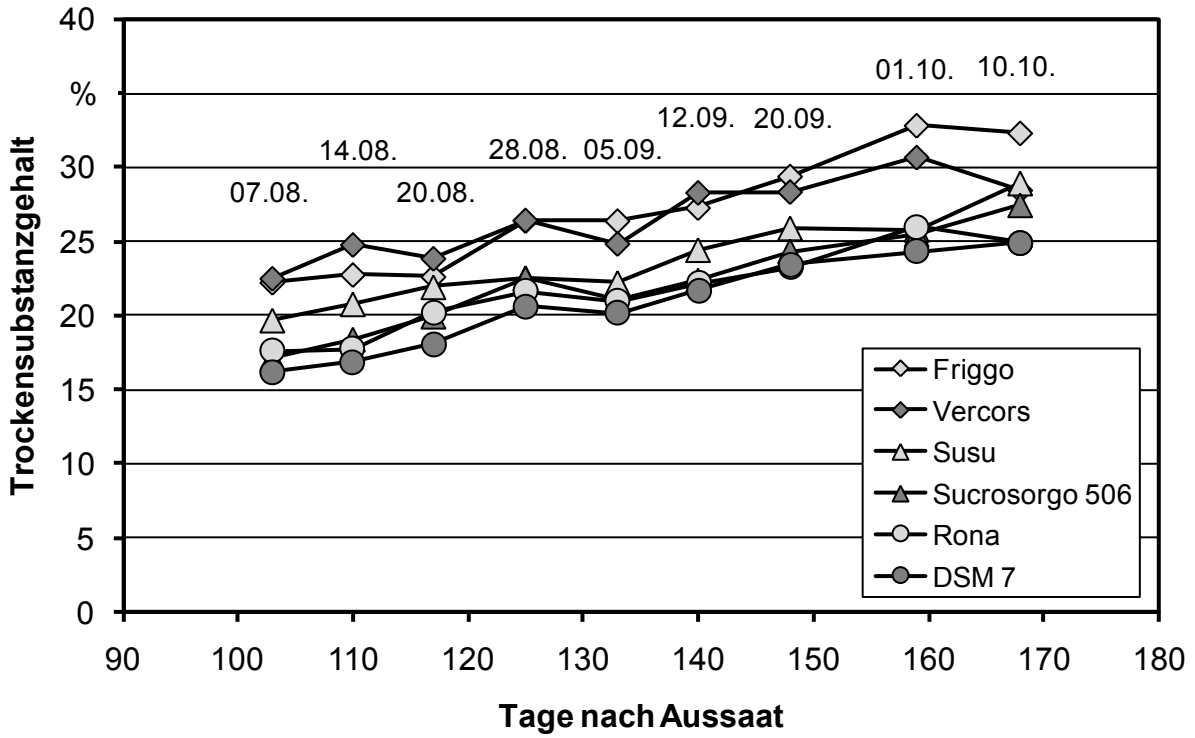


Abbildung 47: Entwicklung des Trockensubstanzgehaltes verschiedener Sorghumsorten im Verlauf der Vegetationsperiode (Lerchenhaid, 2007)

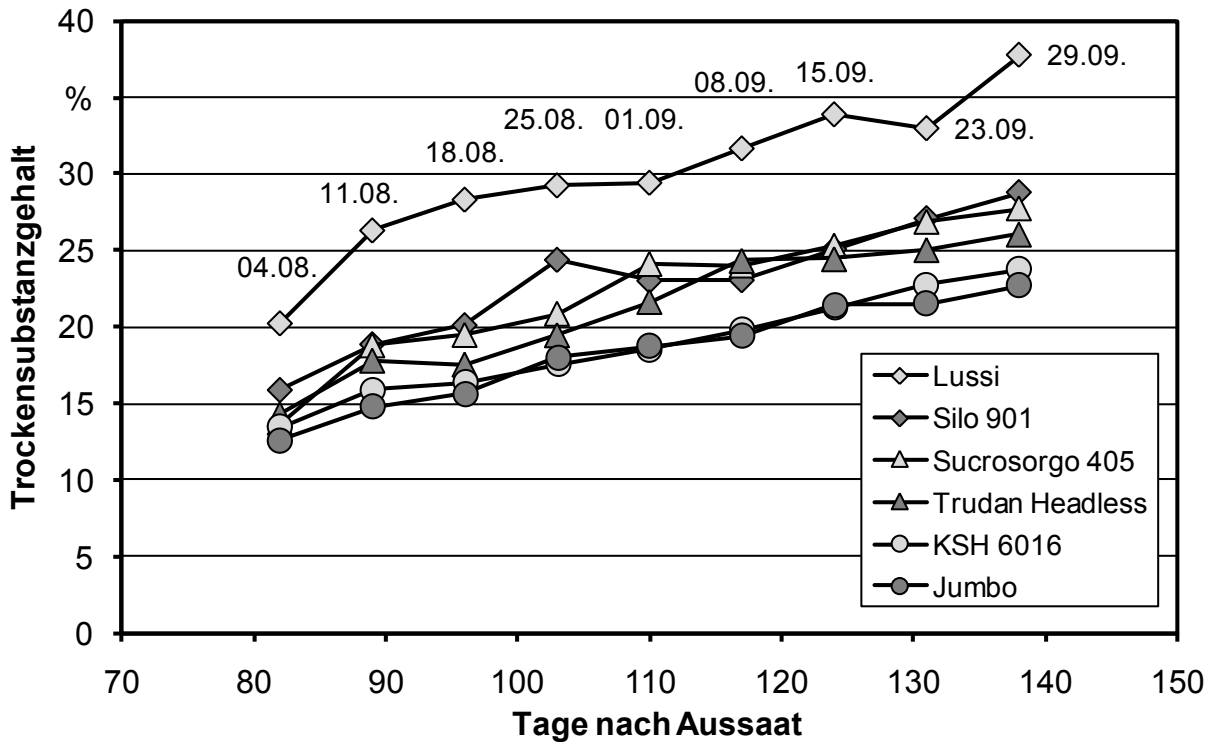


Abbildung 48: Entwicklung des Trockensubstanzgehaltes verschiedener Sorghumsorten im Verlauf der Vegetationsperiode (Straubing, 2008)

### 5.9 Nährstoffbedarf von Sorghumhirse

Obwohl die Trockenmasseerträge von Sorghum im Mittel unter dem Ertrag von Mais liegen, entzieht Sorghum Stickstoff (N), Phosphor (P), Kalium (K), Calcium (Ca) und Magnesium (Mg) in ähnlicher Größenordnung wie Silomais (Abbildung 49). Je nach Sortentyp können die Nährstoffentzüge auch deutlich höher sein. Die höchsten N-Entzüge weist trotz des geringen Ertragsniveaus die Körnerhirse mit ihrem hohen Kornanteil auf. Der K-Entzug ist bei der Zuckerhirse auffällig hoch, vermutlich ist die Zuckerspeicherung mit einem erhöhten Bedarf an Kalium verbunden. Der Dualtyp nimmt bezüglich des Nährstoffentzuges nicht in jedem Fall eine Zwischenstellung zwischen Körnerhirse und Futterhirse ein, trotz des etwas höheren Ertragspotenzials beim Dualtyp ist der N- und K-Entzug niedriger als bei Körnerhirse.

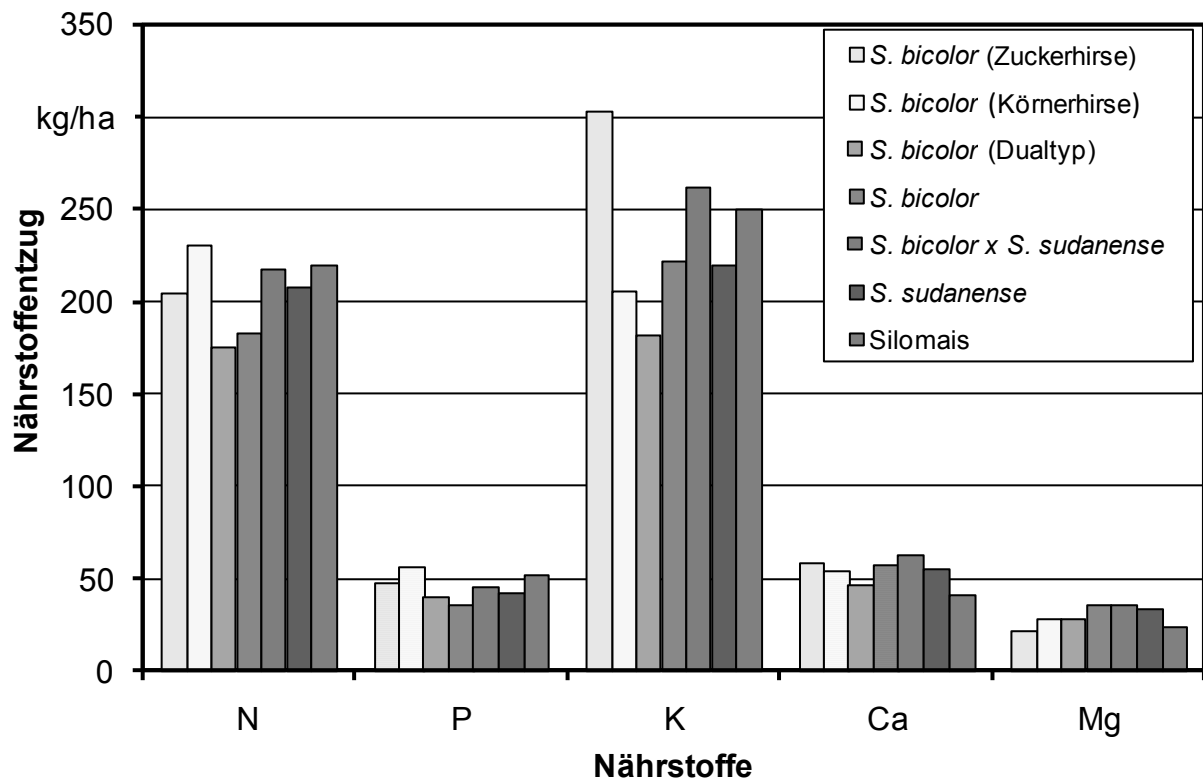


Abbildung 49: Mittlerer Nährstoffentzug bei den verschiedenen Sorghumtypen und Mais (Lerchenhaid, 2007)

In Tabelle 20 und Tabelle 21 sind die Gehalte an den Hauptnährstoffen, Trockenmasseerträge und die resultierenden Nährstoffentzüge für einzelne Sorten aus den verschiedenen Sorghumtypen dargestellt. Die Nährstoffgehalte waren gewissen Schwankungen unterworfen, aber nicht bei allen Sorten in einem Jahr gleichermaßen höher oder niedriger als im anderen Jahr. Die insgesamt höheren Entzüge in 2006 waren daher in erster Linie durch das höhere Ertragsniveau in diesem Jahr bedingt.

Tabelle 20: Nährstoffgehalte und –entzüge verschiedener Sorghumsorten (Lerchenhaid, 2006)

Sorghumart	Sorte	Gehalt in g/kg TM			Ertrag in t TM/ha	Entzug in kg/ha		
		N	P	K		N	P	K
<i>S. bicolor</i> (Zucker)	Della	10,4	1,7	9,7	20,5	213	35	199
<i>S. bicolor</i> (Körner)	Friggo	18,5	n.e.	8,1	13,6	252	n.e.	110
<i>S. bicolor</i> (Futter)	Sucrosorgo 506	12,2	2,4	14,0	24,0	294	57	335
	Super Sile 20	11,0	2,7	17,0	20,4	223	56	346
<i>S. bicolor</i> x <i>S. sud.</i>	Susu	13,6	2,2	12,6	17,5	238	38	220
<i>S. sudanense</i>	Piper	14,9	2,6	10,9	15,9	236	41	173

Tabelle 21: Nährstoffgehalte und -entzüge verschiedener Sorghumsorten (Lerchenhaid, 2007)

Sorghumart	Sorte	Gehalt in g/kg TM			Ertrag in t TM/ha	Entzug in kg/ha		
		N	P	K		N	P	K
<i>S. bicolor</i> (Zucker)	Umbrella	11,1	3,2	18,8	16,6	184	53	312
	Sweeter-N-Honey	11,6	2,5	13,5	15,8	183	40	213
<i>S. bicolor</i> (Körner)	Friggo	17,1	4,0	15,8	11,4	195	46	180
	DKS 29-28	18,8	4,3	13,7	10,2	192	44	140
<i>S. bicolor</i> (Dual)	J 1052	12,5	2,8	10,2	14,5	181	41	148
<i>S. bicolor</i> (Futter)	Sucrosorgo 506	10,2	1,9	13,1	20,4	208	39	267
	Super Sile 20	12,0	2,3	14,5	18,0	216	41	261
	5111/02	9,4	1,7	9,9	20,9	197	36	207
<i>S. bicolor</i> x <i>S. sud.</i>	Mithril	13,1	2,6	14,7	17,6	231	46	259
	Grazer N	13,9	3,1	16,4	17,8	247	55	292
	Green Grazer	12,0	2,2	11,9	20,2	242	44	240
<i>S. sudanense</i>	Piper	16,2	3,6	17,6	12,1	196	44	213
	Trudan Headless	15,4	3,1	15,4	18,6	286	58	286

Für die Fruchtfolgeplanung muss berücksichtigt werden, dass die Sorghumhirse erst zwischen 25.09. und 15.10. das Feld räumt. Ansonsten gibt es keine Einschränkung bei der Wahl der nachfolgenden Kultur. Bei der Düngung der Folgekultur sollte jedoch darauf geachtet werden, dass der hohe Nährstoffentzug der Sorghumhirse ausgeglichen wird. Insbesondere Kalium wird dem Boden in großen Mengen entzogen. Eine beispielhafte Fruchtfolge mit Sorghumhirse kann folgendermaßen aussehen: Mais – Winterroggen – Sorghumhirse – Wintertriticale – Weidelgras (Sommerzwischenfrucht) – Winterweizen (als Marktfrucht).

### 5.10 Krankheiten und Schädlinge

Die Ansprache von Pflanzenkrankheiten bei Sorghumhirse bereitete im ersten Versuchsjahr noch Schwierigkeiten, da lediglich Schadbilder von Mais als Vergleich herangezogen werden konnten. Es wurden Schadsymptome wie Chlorosen, Nekrosen oder Verkrümmungen beobachtet, die offensichtlich aber keine Ertragsrelevanz hatten. Der Erreger der Späten Rüben-



fäule (*Rhizoctonia solani*) wurde bereits 2006 an Sorghum nachgewiesen. Im Jahr 2007 wurden vom Lehrstuhl für Phytopathologie der Technischen Universität München 270 Wurzelstockproben von den Standorten Euerhausen und Straubing untersucht. Beide Standorte liegen in Anbauregionen mit einem hohen Anteil an Zuckerrüben in der Fruchtfolge. *R. solani* konnte nur aus einer Probe isoliert werden, was zunächst keine Einschränkungen des Sorghumanbaus in Rübengebieten impliziert.



Abbildung 50: Symptome des Befalls mit *Pseudomonas syringae* an verschiedenen Stängelabschnitten von Sorghumhirse

Analysen des Pflanzenmaterials von Sorghum durch das Institut für Pflanzenschutz der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft ergaben, dass insbesondere die Blattmittelrippen, aber auch die Stängelwände stellenweise durch Bakterienbrand (*Pseudomonas syringae*) infiziert waren (Abbildung 50).

Die auffälligste Blattkrankheit, die in allen drei Anbaujahren und in den meisten Sorten mehr oder weniger deutlich auftrat, war die Blattdürre (*Helminthosporium turcicum*) (Abbildung 51). Die Symptome dieser bodenbürtigen Pilzkrankung zeigen sich entsprechend zuerst an den bodennahen Blättern, insbesondere in niederschlagsreichen Jahren kann sich die Krankheit bei anfälligen Sorten bis zum Fahnenblatt ausbreiten. Wuchs- oder ertragsmindernde Effekte konnten daraus nicht abgeleitet werden.



Abbildung 51: Symptome des Befalls mit *H. turcicum* an bodennahen Sorghumhirseblättern im Anfangsstadium (links) und im fortgeschrittenen Stadium (rechts)

Eine besondere Bedeutung für die Fruchtfolgegestaltung wird der Sorghumhirse in Regionen zukommen, in denen sich der Westliche Maiswurzelbohrer ausgebreitet hat. Sorghumhirse gilt nach derzeitigem Kenntnisstand nicht als Wirtspflanze für diesen neuen Maisschädling. Die adulten Insekten können sich zwar von Sorghumpollen ernähren, die Larven im Boden scheinen sich allerdings nicht an ihren Wurzeln entwickeln zu können. Andere Schadinsekten, wie der Maiszünsler, wurden nur in einem von drei Versuchsjahren (2007) beobachtet. Dabei wurden an weniger als zehn Pflanzen seine Fraßspuren festgestellt. Falls dies auch bei einer Ausweitung der Sorghumanbaufläche zutreffend bleibt, könnte Sorghum eine gute Ergänzungsf Frucht in maisbetonten Fruchtfolgen sein.

Blattläuse waren bei der Sorghumhirse stärker verbreitet. Speziell ab Ende Juli wurden in den Blattscheiden Kolonien beobachtet, die stellenweise zur Beeinträchtigung des Blattapparates führten.

## 5.11 Klimatische Anbaueignungskarten von Sorghumhirse für Deutschland

### 5.11.1 Anbaueignungskarte für die jetzige klimatische Situation

Für den Anbau landwirtschaftlicher Kulturen spielen neben den Bodenbedingungen die klimatischen Verhältnisse eines Standortes eine zentrale Rolle. Dies ist von besonderer Bedeutung für den Anbau von Pflanzen mit besonderen klimatischen Ansprüchen wie den stark wärmebedürftigen Sorghumhirschen. Für die in Deutschland neu eingeführte Kulturpflanze Sorghum wurde erstmals untersucht, ob die klimatischen Gegebenheiten Deutschlands einen Anbau in flächenmäßig bedeutendem Umfang sowie mit potenziell ausreichenden Erträgen und Qualitäten zulassen.

Auf der Grundlage der klimatischen und agronomischen Schwellenwerte von Sorghumhirse, die in den drei Versuchsjahren in Straubing und an weiteren Standorten in Bayern ermittelt wurden, sowie unter Berücksichtigung der klimatischen Gegebenheiten Deutschlands auf

Basis der Klimadaten des Messnetzes des Deutschen Wetterdienstes, konnten diejenigen Flächen dargestellt werden, die für den Anbau von Sorghumhirse potenziell geeignet sind. In der Summe eignet sich eine relativ große Fläche für den Hirseanbau, wenn man die drei Kategorien geeignet, gut geeignet und optimal berücksichtigt (Tabelle 22). Allerdings schließen die Eignungsflächen auch erhebliche Waldflächen ein. Insgesamt stellt sich das Flächenpotenzial in der Größe als interessant dar, so dass sich seitens der Pflanzenzüchtung Interesse entwickeln wird, um das Anbaupotenzial der neuen Kultur Sorghumhirse für Deutschland zu erschließen.

Abbildung 52 stellt die klimatische Anbaueignungskarte für Sorghumhirse von Deutschland auf der Grundlage der Daten aus der klimatischen Normalperiode von 1961 bis 1990 (Referenzperiode für das derzeit gültige langfristige Mittel) dar. In dieser Karte sind Siedlungsflächen sowie Watt- und alpine Gebiete generell als ungeeignet eingetragen.

Tabelle 22: Flächengrößen der sechs Kategorien der Anbaueignung von Sorghum-hirse

Kategorie	Fläche Anbaueignungskarte in ha
ungeeignet	44.600
kaum geeignet	481.800
bedingt geeignet	27.156.800
geeignet	7.749.800
gut geeignet	682.300
optimal	6.100
Summe geeigneter Fläche	8.438.200

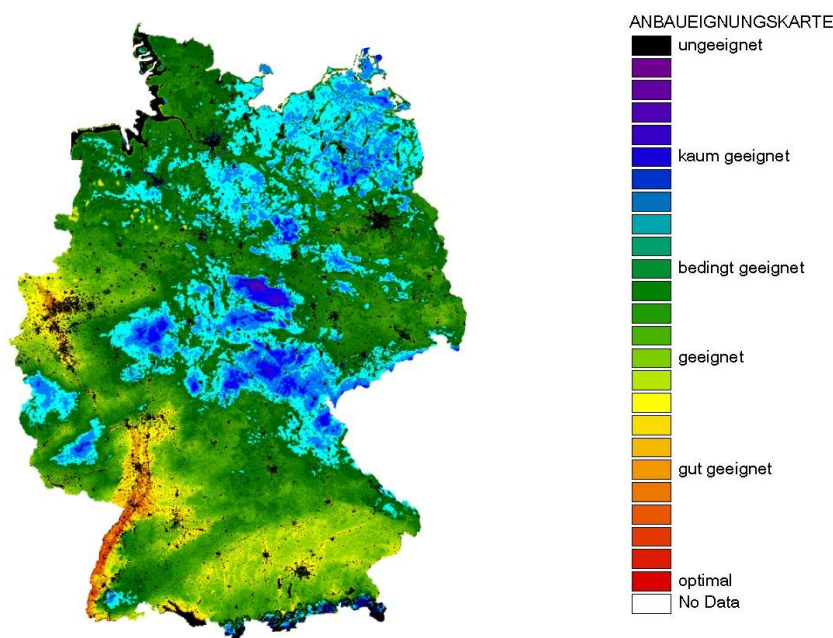


Abbildung 52: Klimatische Anbaueignungskarte für Sorghumhirse in Deutschland auf Basis der Daten aus der klimatischen Normalperiode von 1961 bis 1990

### **5.12 Anbaueignungskarten für die klimatische Situation 2011 bis 2040**

Die klimatischen Anbaueignungskarten für den Zeitraum 2011 bis 2040 wurden für die zwei Standardszenarios A1B und B1 erstellt. Bezüglich der langfristig modellierten Klimaänderung stellt dabei Szenario A1B das extremere Szenario dar, d. h. die Temperaturänderung der globalen Mitteltemperatur bis zum Jahr 2100 fällt höher aus (Abbildung 12). Allerdings verlaufen im gewählten Zeitraum 2011 bis 2040 die Differenzen zwischen den Szenarien und dem Kontrollzeitraum 1961 bis 1990 entgegengesetzt dazu. Die Temperaturdifferenz und die prozentuale Änderung der Sommerniederschläge fallen für Szenario B1 höher aus (Abbildung 53 und Abbildung 54).

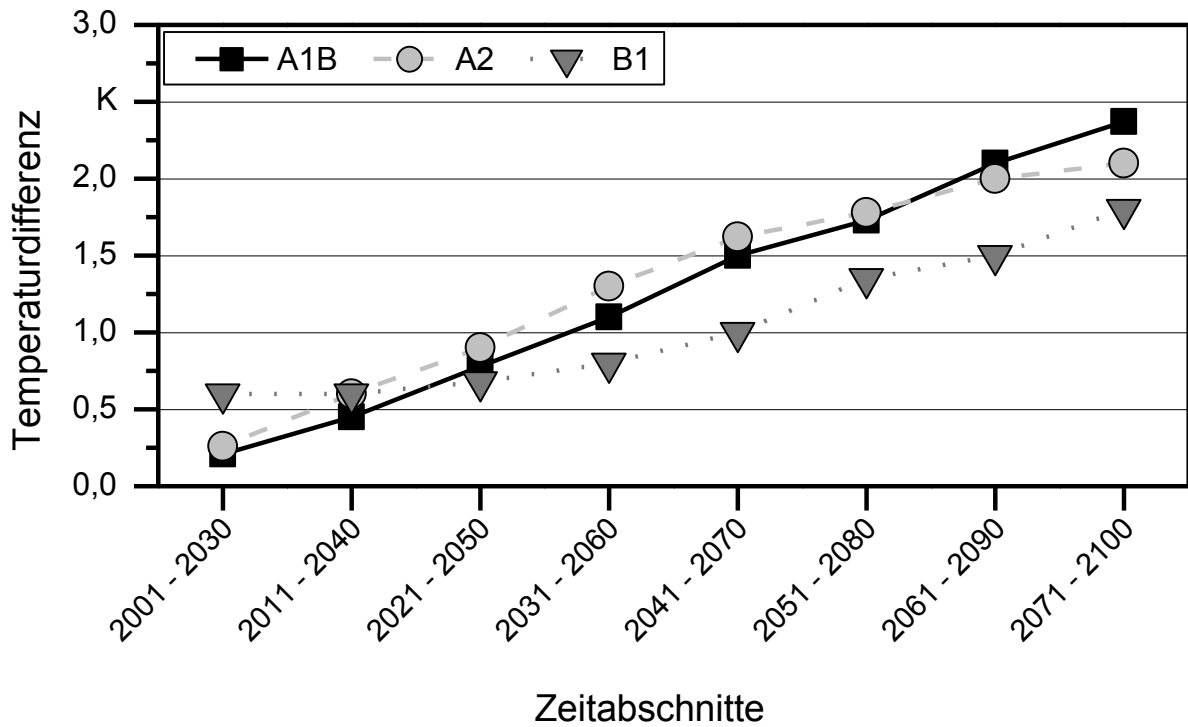


Abbildung 53: Zeitlicher Verlauf der Differenzen zwischen den Szenarien A1B, A2 und B1 und dem Kontrolllauf C20 (1961 – 1990) für das Jahresmittel der Tagesmitteltemperatur im WETTREG-Modell

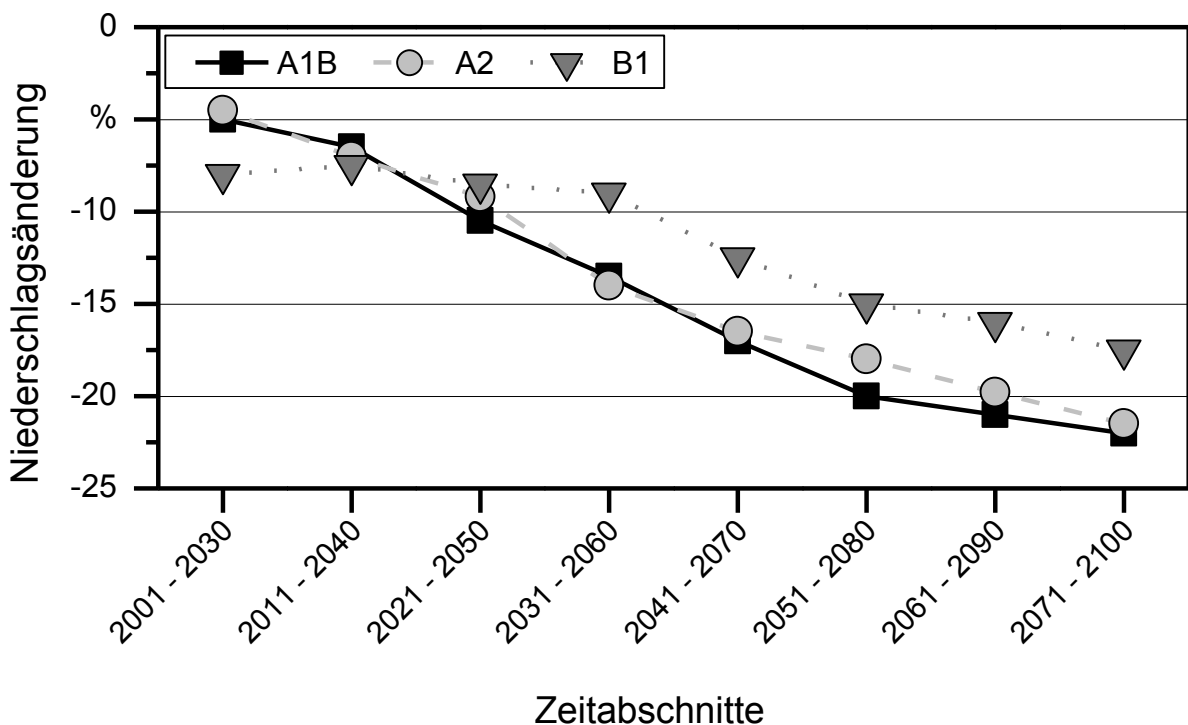


Abbildung 54: Zeitlicher Verlauf der prozentualen Änderung des Sommerniederschlags zwischen den Szenarien A1B, A2 und B1 und dem Kontrolllauf C20 (1961 – 1990) im WETTREG-Modell

Dies führt dazu, dass die Karten und Berechnungen für die einzelnen pflanzenbaulichen Parameter sowie für die Anbaueignungskarte im Standardszenario B1 deutlichere Veränderungen zeigen, die auf langfristige Sicht bis zum Jahr 2100 von der Entwicklung nach Szenario A1B eingeholt und übertroffen werden. So wurde z. B. für Szenario A1B eine Verfrühung des Aufgangs um bis zu 8 Tage (im Mittel 1 bis 4 Tage) modelliert, während unter Szenario B1 eine Verfrühung um bis zu 10 Tagen (im Mittel 4 bis 6 Tage) eintreten könnte. Die Spätfrostgefährdung nimmt in Szenario B1 für weitreichendere Gebiete Deutschlands ab als in Szenario A1B. Besonders für die Temperatursummen in Vegetationszeit wurden auffällige Unterschiede zwischen den beiden Szenarios berechnet, die in den Einzelkarten und im Vergleich zum Kontrolllauf deutlich zu erkennen sind (Abbildung 55, Abbildung 56, Abbildung 57). Vergleichbares gilt auch für die Temperatursummen in der Hauptwachstumszeit.

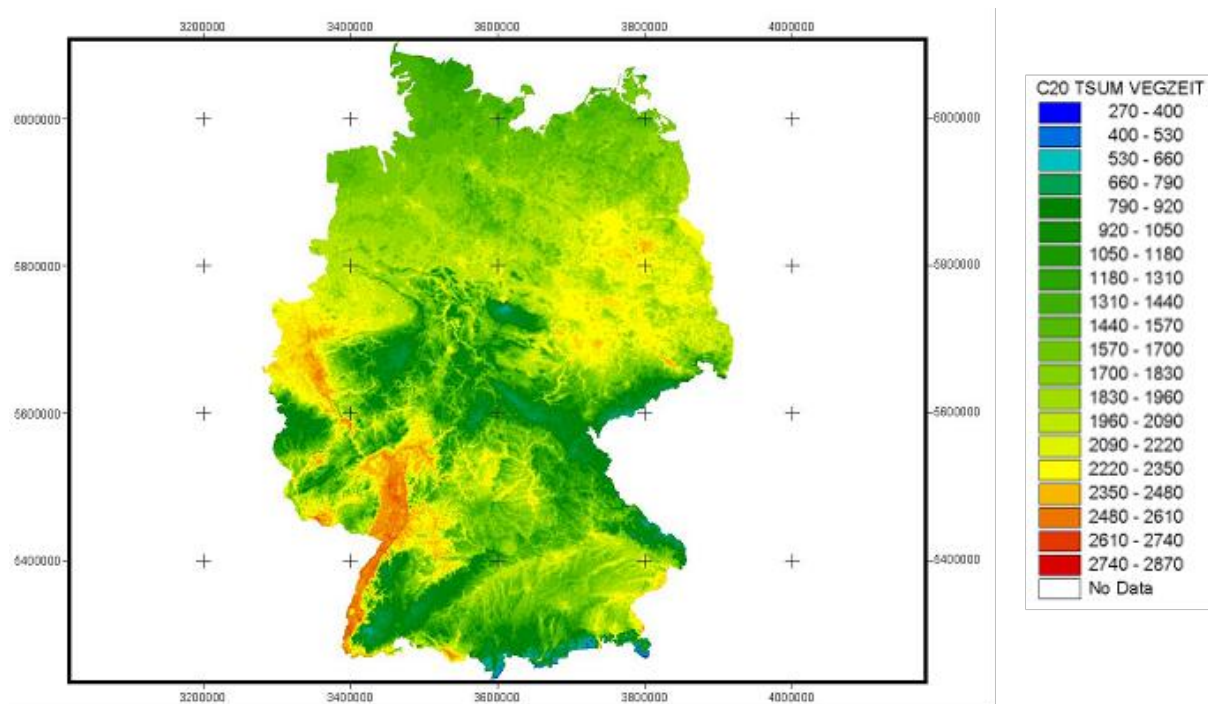


Abbildung 55: *Temperatursumme in der Vegetationszeit der Sorghumhirse in Deutschland für den Kontrolllauf 1961 bis 1990*

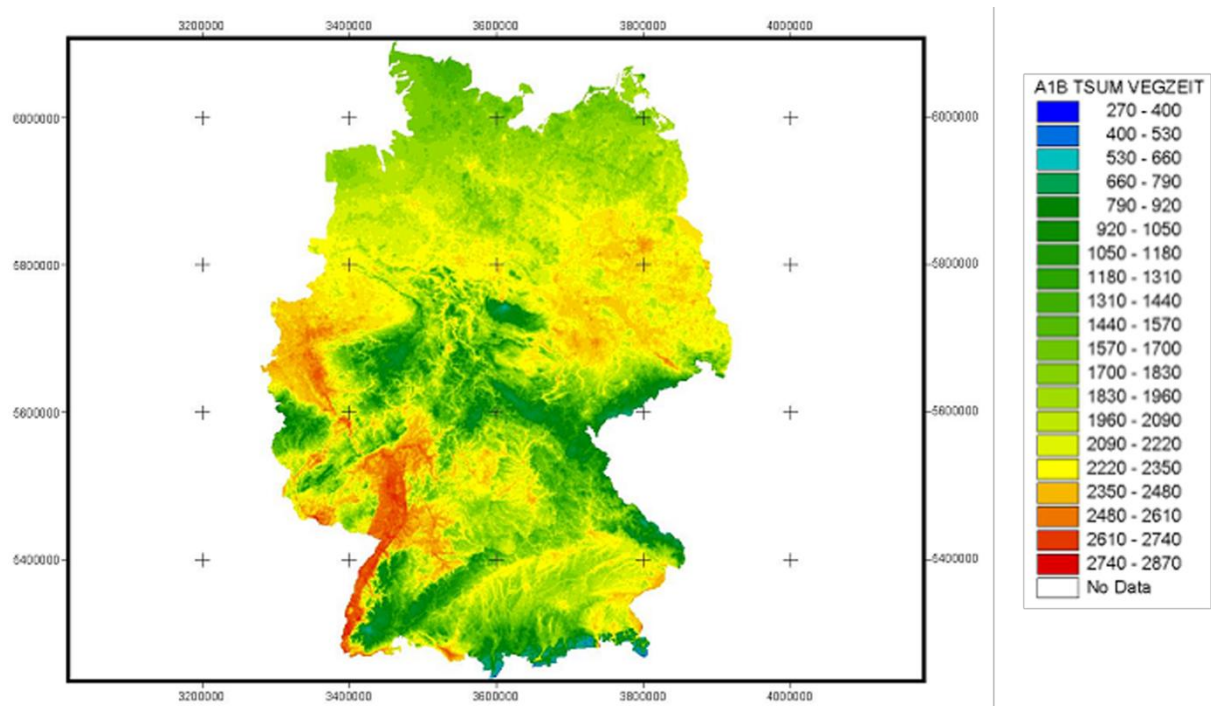


Abbildung 56: Temperatursumme in der Vegetationszeit der Sorghumhirse in Deutschland für Szenario A1B im Zeitraum 2011 bis 2040

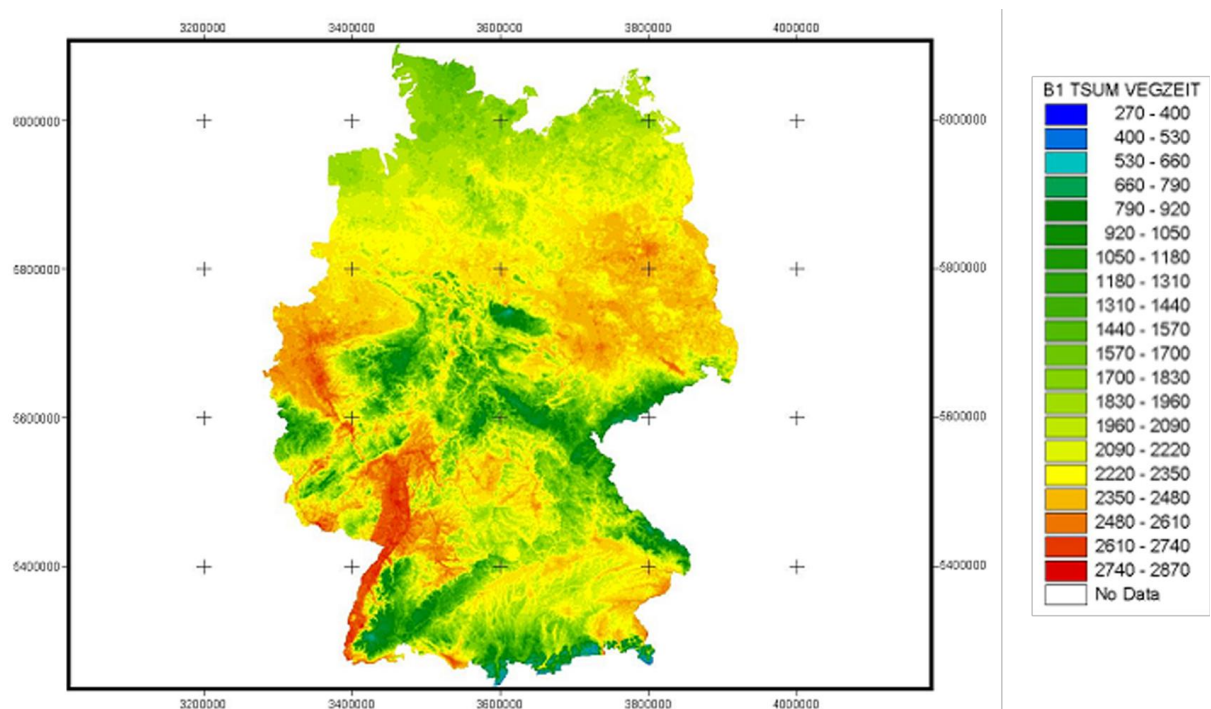


Abbildung 57: Temperatursumme in der Vegetationszeit der Sorghumhirse in Deutschland für Szenario B1 im Zeitraum 2011 bis 2040

Die pflanzenbaulichen Parameter, die die Unter- und Obergrenzen für die Standardisierung der Einzelkarten liefern, wurden wegen der notwendigen Vergleichbarkeit aller Karten nicht verändert, obwohl sich z. B. die Obergrenzen der Spät- und Frühfrostgefährdung als relativ strenge Kriterien herausstellten.

Bei einer Gegenüberstellung der Anbaueignungskarte auf Basis aus der klimatischen Normalperiode (Abbildung 52) mit den beiden Anbaueignungskarten der Standardszenarios A1B und B1 für den Zeitraum 2011 bis 2040 zeigen sich durch die Zunahme gelber und rötlicher bzw. die Abnahme blauer und violetter Farbtöne deutliche Verbesserungen in den Anbaubedingungen (Abbildung 58). Vor allem die Gebiete südlich der Donau, im Südwesten und Westen Deutschlands zeigen positive Veränderungen, größere Flächenanteile sind für den Anbau von Sorghumhirsen geeignet oder gut geeignet.

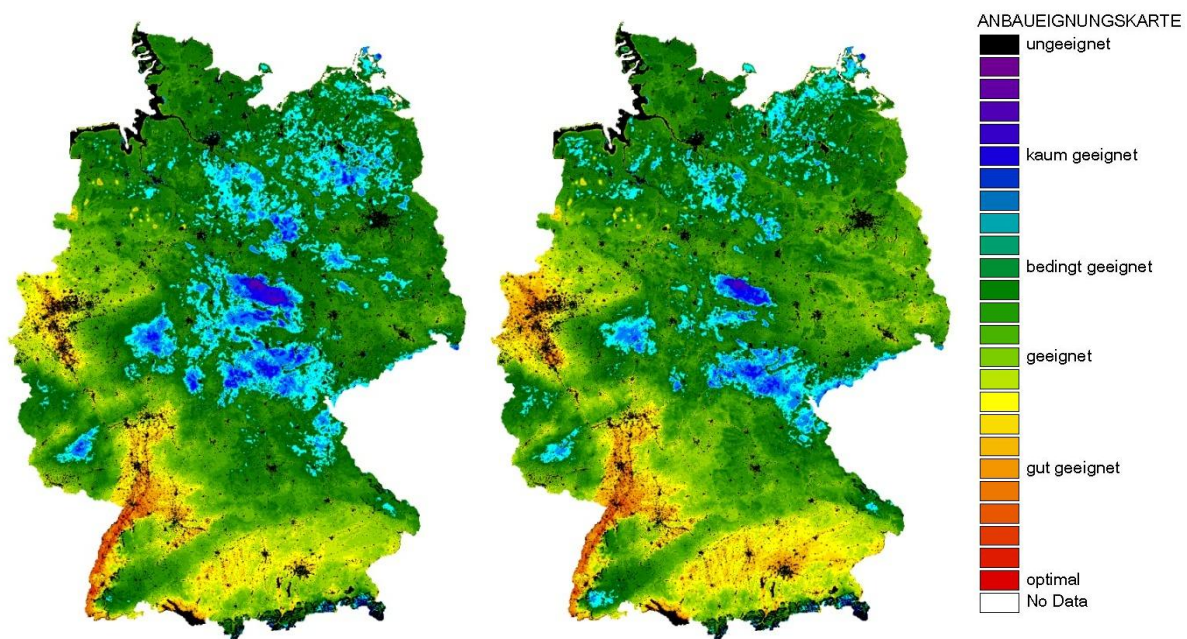


Abbildung 58: Klimatische Anbaueignungskarten für Sorghumhirse in Deutschland für den Zeitraum 2011 bis 2040 und die Szenarien A1B (links) und B1 (rechts)

Die Flächenänderung geeigneter, gut geeigneter und optimaler Anbauggebiete ist in Tabelle 23 dargestellt. In Szenario A1B nehmen die optimal geeigneten Gebiete mit 8.993 ha stärker zu als in Szenario B1 mit 6.937 ha. Die geeignete und gut geeignete Anbaufläche steigt allerdings in Szenario B1 stärker an. Im Vergleich zur ersten Anbaueignungskarte (Kontrolle) unter jetzigen Klimabedingungen mit 8,4 Mio. ha werden für den Zeitraum 2011 bis 2040 fast 14,5 Mio. ha als geeignete oder bessere Anbauflächen ausgewiesen.



*Tabelle 23: Flächen der klimatischen Anbaueignung für Sorghumhirse für die jetzigen (1961 bis 1990) und zukünftigen (2011 bis 2040) Klimabedingungen (Szenarien A1B und B1)*

Flächenkategorie	Fläche in ha		
	Kontrolle (1961 – 1990)	Szenario A1B (2011 – 2040)	Szenario B1 (2011 – 2040)
ungeeignet	44.600	0	0
kaum geeignet	481.835	306.736	145.619
bedingt geeignet	27.156.837	24.776.859	21.494.541
geeignet	7.749.811	10.094.601	12.961.804
gut geeignet	682.310	933.948	1.512.236
optimal	6.101	8.993	6.937
$\Sigma$ geeignet, gut geeignet und optimal	8.438.222	11.037.542	14.480.977

Im gleichen Maße, wie die Klimabedingungen sich für den Anbau der wärmeliebenden Kultur Sorghumhirse verbessern, verändern und ggf. verschlechtern sich die Bedingungen für heimische Kulturen, sofern sie nicht mit züchterischen Methoden angepasst werden können. Es ist davon auszugehen, dass unter den sich ändernden Klimabedingungen relativ kurzfristig die Attraktivität der Sorghumhirsens als Alternativ- und Ergänzungskultur steigen und damit auch das Interesse der Züchter an der Bearbeitung und Verbesserung der Kultur zunehmen wird.



## 6 Zusammenfassung

Zur Prüfung der Anbaueignung von Sorghumhirse in Bayern wurde ein globales Sortiment aus drei Sorghumarten mit insgesamt 278 Sorten zusammengetragen und in drei Jahren in Parzellenversuchen angebaut. In produktionstechnischen Versuchen an repräsentativen Sorten wurden die Faktoren Saatstärke, Reihenweite und Stickstoffdüngung variiert. Alle Sorghumsorten wurden auf ihre wertgebenden Inhaltsstoffe und interessante Sorten in Batchtests auf ihr Methanausbeutepotenzial untersucht. In Keimtests wurden Keimfähigkeit und Triebkraft bestimmt und damit der Feldaufgang abgeschätzt. Außerdem wurden auftretende Krankheiten und Schädlinge registriert.

Das Ertragsniveau der Sorghumarten ist sehr unterschiedlich. In den Arten *S. bicolor* und *S. bicolor* x *S. sudanense* sind Sorten enthalten, die ohne weitere züchterische Bearbeitung für den Anbau unter bayerischen Witterungsbedingungen geeignet sind. Bei *S. bicolor* (Futtertyp) konnten bisher drei Sorten bestimmt werden, die Trockenmasseerträge von mindestens 19 t/ha und Trockensubstanzgehalte von mindestens 25 % erzielen, darunter sind allerdings zwei Sorten mit eingeschränkter Standfestigkeit. Überraschend interessant zeichnen sich einige Sorten des Körnertyps von *S. bicolor* ab, die beiden herausragenden Sorten erzielten 2008 18,1 t/ha Trockenmasse bei durchschnittlich 28 % TS-Gehalt und uneingeschränkter Standfestigkeit. In *S. bicolor* x *S. sudanense* erreichen vier Sorten Erträge von 17,5 bis 21,0 t TM/ha und TS-Gehalte größer 25 %.

Durch die Kälteintoleranz der Sorghumhirsens, die eine späte Aussaat ab Mitte Mai erfordert, ist eine vielfältigere Gestaltung der Fruchtfolge als bei Maisanbau möglich, da Erstkulturen mit Ernte bis Anfang Juni vorangestellt werden können. Bei den für Sorghumhirse suboptimalen Monatsmitteltemperaturen in Bayern werden für ausreichende Trockensubstanzgehalte mindestens 120 Vegetationstage benötigt. Die Ansprüche von Sorghumhirse an das Saatbett sind vergleichsweise hoch, doch auch bei lückigem Feldaufgang wird im Lauf der Vegetationsperiode durch das gute Bestockungsvermögen meist ein geschlossener Bestand erreicht. Die Standfestigkeit vieler Sorghumsorten ist schwach. Die Versuche zur Produktionstechnik von Sorghumhirse lieferten noch kein einheitliches Ergebnis, nur die Vorzüglichkeit relativ enger Reihenweiten konnte belegt werden. Für die Saatstärke kann noch keine konsistente Richtung der Auswirkungen auf Ertrag, Qualität und Standfestigkeit erkannt werden. Die Ansprüche von Sorghum an die Düngung wurden indirekt über die Entzugsdaten ermittelt, daraus ergeben sich N-Düngemengen unter denen von Mais sowie ein höherer Kalibedarf.

Im Bayerischen Sortenversuch stellte sich die starke Standortabhängigkeit eines erfolgreichen Sorghumanbaus heraus. Die jährliche Auswechslung von mehr als der Hälfte der Sorten qualifiziert diesen Versuch zum Tastversuch zur Ermittlung geeigneter Sorten für weite Umweltbedingungen. Aus dem Bayerischen Sortenversuch wurden die pflanzenbaulich relevanten klimatischen Schwellenwerte für Sorghum abgeleitet.

Die Herbizidversuche ergaben für die meisten Herbizide eine gute Kulturverträglichkeit. Jahresspezifisch traten jedoch bei einzelnen Wirkstoffen ertragsrelevante Wirkungen auf.

Schädlinge und Krankheiten stellen derzeit kein Problem dar.

In der prozentualen Zusammensetzung der wertgebenden Inhaltsstoffe gibt es deutliche Unterschiede zwischen den Sorghumarten und -sorten. Die Werte aus den Messungen zur Methanausbeute sind noch mit Unsicherheiten behaftet, wobei die Messergebnisse meist höher liegen als die auf Grundlage der Inhaltsstoffanalyse berechneten theoretischen Methanausbeuten. Ein Zusammenhang zwischen den Gehalten an einzelnen Inhaltsstoffen verschiedener Sorten und ihrem im Batchversuch gemessenen Methanausbeutepotenzial deutet sich an.

Auf Grundlage der ermittelten klimatischen Schwellenwerte für den Sorghumanbau konnten insgesamt drei klimatische Anbaueignungskarten von Sorghum für Deutschland erstellt werden. Unter den Bedingungen der Mittelwerte der klimatischen Normalperiode von 1961 bis 1990 stellen sich bei rechnerischer Einbeziehung von elf als entscheidend identifizierten Klimaparametern große Bereiche Deutschlands als potenziell geeignet bis gut geeignet für den Anbau von Sorghum dar. In beiden Anbaueignungskarten unter zwei Klimaszenarios für

die zukünftigen Klimabedingungen im Zeitraum 2011 bis 2040 ist eine deutliche Zunahme der geeigneten und gut geeigneten Regionen und damit eine mögliche Bedeutungszunahme des Sorghumanbaus erkennbar.

Letztlich konnten in den Sorghumarten *S. bicolor* und *S. bicolor* x *S. sudanense* Sorten identifiziert werden, die für den Anbau unter den klimatischen Bedingungen Bayerns geeignet sind. Diese Sorten konnten für das laufende Folgeprojekt auf ca. 25 eingegrenzt werden, die in Bezug auf Ertrag, Trockensubstanzgehalt, Inhaltsstoffzusammensetzung und Standfestigkeit bislang die besten Eigenschaften aufweisen. Entscheidend für den erfolgreichen Sorghumanbau mit den bislang verfügbaren Sorten ist die Beschränkung auf Standorte ohne Spät- und Frühfrostgefahr, die richtige Sortenwahl, eine Aussaat zwischen 10. Mai und spätestens 20. Juni sowie eine weiter verbesserte Produktionstechnik hinsichtlich Düngung und Saatstärke.

## Quellenverzeichnis

- [1] BANGARWA, K. S.; GREWAL, R. P. S.; LODHI, G. P. (1987): A single recessive gene for stem sweetness in sorghum. *Euphytica*, Jg. 36, Nr. 1, S. 225-226
- [2] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (Hrsg.) (2004): Biogashandbuch Bayern - Materialienband, Kapitel 1.1 - 1.5, Stand Dez. 2004. Augsburg: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz
- [3] BERENJI, J.; DAHLBERG, J. (2004): Perspectives of sorghum in Europe. *Journal of Agronomy and Crop Science*, Jg. 190, Nr. 5, S. 332-338
- [4] BLUDAU, D. A. (1994): Verfahrenstechnische Voraussetzungen zur Ernte der Zuckerhirse als Energiepflanze. Dissertation. Technische Universität München. Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft, Nr. 249. Freising: Selbstverlag im Eigenvertrieb, 161 Seiten
- [5] BOLIK, C.-J. (1994): Anbau und Nutzung der Zuckerhirse im Süddeutschen Raum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Dissertation. München: Technische Universität München, 170 Seiten
- [6] BREITENBACH, S.; HEIMBACH, U.; LAUER, K. F. (2005): Field tests on the host range of the larvae of the Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte 1868, Chrysomelidae, Coleoptera). *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienst*, Jg. 57, Nr. 12, S. 241-244, ISSN 0027-7479
- [7] CASLER, M. D.; PEDERSEN, J. F.; UNDERSANDER, D. J. (2003): Forage yield and economic losses associated with the brown-midrib trait in Sudangrass. *Crop Science*, 43, Nr. 3, S. 782-798
- [8] CUBASCH, U.; MEEHL, G. A.; BOER, G. J.; STOUFFER, R. J.; DIX, M.; NODA, A.; SENIOR, C. A.; RAPER, S.; YAP, K. S. (Hrsg.) (2001): Projections of future climate change. In: HOUGHTON, J.T.; DING, Y.; GRIGGS, D. J.; NOGUER, M.; VAN DER LINDEN, P. J.; DAI, X.; MASKELL, K.; JOHNSON, C. A. (Eds.): *Climate Change 2001: The Scientific Basis: Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Chapter 9, Cambridge: Cambridge University Press, S. 526-582
- [9] DEBRUCK, J.; REICHARDT, I. (2004): Sudangras – ein Neuling unter den Nachwachsenen Rohstoffen. In: GESELLSCHAFT FÜR PFLANZENBAUWISSENSCHAFTEN (Hrsg.): *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften*, Nr. 16. 47. Jahrestagung vom 21.-23. September 2004 in Braunschweig „Effizienter Pflanzenbau für Nahrung und Rohstoffe im 21. Jahrhundert“. Stuttgart: Heimbach, S. 243-244, ISBN 3-935380-15-1
- [10] FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E. V. (FNR) (Hrsg.) (2006): *Handreichung Biogasgewinnung und –nutzung*, 3. überarb. Aufl. Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), 232 Seiten, ISBN 3-00-014333-5
- [11] FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO)(2011): *FAO-STAT-Production\_Crops\_World\_List\_Sorghum\_2009*. URL der Webseite: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>; Stand: 02.08.2011
- [12] FREEMAN, J. E. (1970): Development and structure of the sorghum plant and its fruit. In: WALL, J. S.; ROSS, W. M. (Eds.): *Sorghum production and utilization*. Westport, Conn., USA: AVI Publication Company, S. 28-72, ISBN 0-87055-069-1
- [13] FUCHS, H. (1978): Ein Beitrag zur Standardisierung des Kalttestes bei Laboruntersuchungen von Maissaatgut. *Landwirtschaftliche Forschung*, Jg. 35, Sonderheft, S. 503-512
- [14] GLAS, M. (2008): Westlicher Maiswurzelbohrer – Deutscher Maisanbau bedroht. *Innovation*, Nr. 4, S. 4-7
- [15] HART, S. P. (1990): Effects of altering the grain content of Sorghum silage on its nutritive value. *Journal of Animal Science*, Jg. 68, Nr. 11, S. 3832-3842
- [16] INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2007): *Climate Change 2001 – Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the IPCC*. URL der Webseite: <http://www.ipcc-wg3.de/>; Stand 30.11.2009

- [17] MAIER, J.; VETTER, R.; SIEGLE, V.; SPLIETHOFF, H. (1998): Anbau von Energiepflanzen – Ganzpflanzengewinnung mit verschiedenen Beerntungsmethoden (ein- und mehrjährige Pflanzenarten); Schwachholzverwertung. Abschlussbericht Forschungsvorhaben. Stuttgart: Ministerium Ländlicher Raum Baden-Württemberg, 100 Seiten
- [18] MCCOLLUM, T.; MCCUITION, K.; BEAN, B. (2005): Brown mid-rib and photoperiod-sensitive forage sorghums. AREC 05-20; URL der Webseite: <http://amarillo.tamu.edu/programs/agronomy/publications>; Stand: 12.02.2007
- [19] MEIER, D. (2007): Fruchtfolgen durch Artenvielfalt auflockern – Energiepflanzenbautag der Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Energiepflanzen, Nr. 5, S. 36-37
- [20] MENZEL, A. (2000): Trends in phenological phases in Europe between 1951 and 1996. International Journal of Biometeorology, Jg. 44, Nr. 2, S. 76-81
- [21] MOESER, J.; VIDAL, S. (2007): Der Westliche Maiswurzelbohrer in Deutschland. Erstes Auftreten 2007 – Konsequenzen und Perspektiven. Mais, Jg. 34, Nr. 4, S. 146-148
- [22] ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD) (2011): OECD scheme for the varietal certification of maize and sorghum seed moving in international trade; <http://www.oecd.org/dataoecd/23/59/44594184.pdf>; Stand: 02.08.2011
- [23] OLESEN, J. E.; BINDI, M. (2002): Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. European Journal of Agronomy, Jg. 16, Nr. 4, S. 239-262
- [24] OLIVER, A. L.; PEDERSEN, J. F.; GRANT, R. J.; KLOPFENSTEIN, T. J.; JOSE, H. D. (2005): Comparative effects of the Sorghum bmr-6 and bmr-12 genes. I. Forage sorghum yield and quality. Crop Science, Jg. 45, Nr. 6, S. 2234-2239
- [25] PEDERSEN, J. F.; VOGEL, K. P.; FUNNELL, D. L. (2005): Impact of reduced lignin on plant fitness. Crop Science, Jg. 45, Nr. 3, S. 812-819
- [26] STICHLER, C.; REAGOR, J. C. (2006): Nitrate and prussic acid poisoning. Texas Agricultural Extension Service in the Texas A&M University System, College Station Texas, No. 06/01, 4 Seiten
- [27] VENTURI, P.; VENTURI, G. (2003): Analysis of energy comparison for crops in European agricultural systems. Biomass and Bioenergy, Jg. 25, Nr. 3, S. 235-255
- [28] VIDAL, S. (2009): Maßnahmen zur Kontrolle des Westlichen Maiswurzelbohrers. Verschiedene Bekämpfungsoptionen stehen zukünftig zur Verfügung. Mais, Jg. 36, Nr. 2, S. 54-57

## Anhang

Tabelle 24: Bonitur- und Ertragsparameter (Mittel) von *Sorghum bicolor* (2006)

Sorte	TKG in g	Bestockungsbeginn	Anz. Pflanzen/ Parzelle	Anz. Seitentriebe/ Pflanze	Rispenstadien	Rispenblüte	Wuchshöhe in cm	Trockensubstanzgehalt in %	Trockenmasseertrag in t/ha
1990	35,0	25.06.	346	1	-	-	252	20,4	17,4
2-way	32,0	24.06.	432	2	05.09.	12.09.	312	21,6	21,4
2-way BMR	30,6	25.06.	418	2	04.09.	12.09.	317	20,0	17,7
2-way F-103	34,6	24.06.	360	2	15.08.	24.08.	200	23,3	16,0
2-way F-104	29,2	25.06.	389	1	28.08.	08.09.	172	21,4	13,1
2-way SRS	24,1	24.06.	331	2	06.09.	16.09.	318	20,8	19,8
36327	30,1		418	1	-	-	300	18,7	15,5
36445 DIA	34,5	26.06.	518	0	03.09.	09.09.	313	22,6	19,5
66374 - 329	22,3	24.06.	418	2	30.08.	09.09.	300	20,8	18,6
7 PAC BMR	28,2	01.07.	317	2	11.09.	17.09.	248	19,9	18,1
800 HS	20,0	01.07.	374	3	-	-	312	17,1	18,4
811 F	29,5	25.06.	547	2	-	-	245	19,5	17,8
Bettagraze	26,9	25.06.	432	3	25.08.	08.09.	310	23,8	20,7
Biomasse-128	27,8	-	312	-	15.09.	21.09.	432	24,7	20,0
Biomasse-133	38,1	-	360	-	21.09.	-	418	23,7	21,3
Biomasse-952	23,0	-	346	-	22.09.	-	388	24,2	21,7
BMR 56912	38,7	25.06.	374	2	-	-	277	18,3	17,9
Buffalo Brand SSB 3014	24,6	23.06.	302	2	10.08.	26.08.	360	22,8	20,0
Canex	21,3	01.07.	274	2	30.08.	10.09.	285	21,4	19,2
Canex BMR 208	21,0	30.06.	288	2	03.09.	11.09.	297	23,2	22,6
Dekalb FS 25 E	31,7		389	1	22.09.		293	19,8	19,3
DKS 59-09	29,8	26.06.	331	0	26.08.	09.09.	175	21,4	16,6
DSM 7-521	26,7		158	1	19.09.		315	20,8	16,3
DSM 8-829	28,4	28.06.	245	2			323	20,0	19,8
FS 5	33,6	24.06.	418	1	08.09.	15.09.	292	21,3	21,7
Garst 325	25,0	23.06.	360	2	04.08.	12.09.	163	21,5	16,1
Goliath	36,6	26.06.	302	2	12.09.	19.09.	433	24,4	25,9
Grazex BMR 727	27,0	24.06.	274	4	10.08.	25.08.	293	22,6	15,6
Grazex II	19,0	24.06.	317	5	10.08.	25.08.	323	26,6	19,6
GW 3072 F	24,6	24.06.	302	3	26.08.	08.09.	188	23,1	17,0
GW 7828 F BMR	26,8	30.06.	374	1	05.09.	15.09.	297	21,4	19,4
GW 9110 F	25,7	24.06.	331	1	15.09.	23.09.	318	21,8	20,8
H 405	28,3		317	2	15.09.	21.09.	363	22,3	21,8
H 506	36,3	25.06.	374	2	05.09.	16.09.	377	21,6	25,3
H 952	19,9	30.06.	317	3	13.09.	21.09.	378	24,5	24,3
Hikane 2	22,4	25.06.	432	2	28.08.	10.09.	328	20,1	18,2
Hikane II	22,4	26.06.	302	3	04.09.	11.09.	325	22,1	21,7
KI 06/01	18,1	25.06.	374	2	08.09.	15.09.	345	18,4	14,7
Monori Edes	34,7	25.06.	317	1	13.08.	26.08.	263	24,6	18,6
Moo Chow	30,2	24.06.	346	3	30.08.	08.09.	305	20,8	18,2



Sorte	TKG in g	Bestockungs- beginn	Anz. Pflanzen/ Parzelle	Anz. Seitentriebe/ Pflanze	Rispenschieben	Rispenblüte	Wuchshöhe in cm	Trockensubstanz- gehalt in %	Trockenmasse- ertrag in t/ha
MSD 173	36,5	-	202	1	30.08.	12.09.	103	25,7	10,0
MSD 432	30,0	-	389	1	04.09.	16.09.	142	22,1	11,8
MSD 472	33,2	25.06.	432	2	03.09.	17.09.	122	21,5	12,4
MSD 474	35,0	-	245	1	13.09.	23.09.	135	22,3	13,6
MSD 477	31,0	30.06.	245	1	11.09.	24.09.	130	22,8	12,9
NC + Nutricane II	-	02.07.	418	2	17.09.	24.09.	303	19,4	19,1
Nectar	18,3	25.06.	288	1	30.08.	11.09.	303	20,0	17,1
Nutrigreen BMR	32,1	30.06.	446	2	-	-	267	17,4	17,1
Nutrigreen BMR	28,5	26.06.	346	0	06.09.	-	263	18,4	14,8
Nutritop	25,8	25.06.	432	4	28.08.	12.09.	298	21,7	17,5
Nutritop Plus	27,4	24.06.	374	3	-	-	293	16,6	13,8
PAN 8625	36,9	24.06.	331	1	05.09.	25.09.	125	23,3	14,5
PAN 8816	40,7	25.06.	432	1	31.08.	15.09.	123	23,8	13,5
Red Top Candy	31,6	25.06.	461	2	30.08.	08.09.	345	20,3	22,2
Rona	30,9	24.06.	346	2	12.08.	24.08.	298	22,3	18,3
SG-R-001	29,4	25.06.	317	2	11.08.	25.08.	297	22,1	17,3
SG-R-002 M	27,4	26.06.	158	2	24.08.	05.09.	290	22,3	16,0
Silex BMR	28,1	25.06.	317	2	14.09.	22.09.	310	20,4	18,2
SS 405	29,7	24.06.	418	1	06.09.	11.09.	375	23,2	24,1
Sucrosorgo 506	36,3	-	230	1	15.09.	24.09.	358	20,5	23,9
Sucrosse 9-R PS	29,0	23.06.	302	2	23.09.	-	325	20,7	22,2
Sugar Graze Ultra	24,0	23.06.	446	3	-	-	320	20,1	22,1
Super Sile 15	39,1	23.06.	317	1	04.09.	12.09.	213	22,1	17,5
Super Sile 18	31,7	24.06.	461	1	04.09.	10.09.	270	22,9	21,2
Super Sile 20	24,6	24.06.	346	2	04.09.	11.09.	303	21,7	19,9
Sweet Bee	26,6	25.06.	446	1	25.08.	08.09.	318	22,5	22,1
Sweet Bee sterile II	25,0	30.06.	317	2	30.08.	11.09.	290	20,6	18,7
Taureg	22,8	23.06.	403	3	09.08.	23.08.	313	22,6	17,5
Top Silo	27,2		446	2	29.08.	10.09.	203	19,3	16,5
VDH 601	30,0	24.06.	331	3	07.09.	17.09.	320	22,7	21,1
VDH 701	28,2	23.06.	403	3	11.09.	24.09.	320	19,5	21,8

Tabelle 25: Bonitur- und Ertragsparameter von *S. bicolor* (Körnerhirse) 2006

Sorte	TKG in g	Bestockungsbeginn	Anz. Pflanzen/Parzelle	Anz. Seitentriebe/Pflanze	Rispenstadien	Rispenblüte	Milchreife	Teigreife	Wuchshöhe in cm	Trockensubstanzgehalt in %	Trockenmasseertrag in t/ha
02555 DIA	35,1	25.06.	331	2	18.08.	03.09.	-	-	125	23,9	10,8
07555 DIA	29,6	26.06.	274	2	25.08.	10.09.	-	-	132	24,5	12,8
Albita	34,9	28.06.	288	1	15.08.	26.08.	-	-	140	26,1	13,4
Alföldi 1	39,1	25.06.	418	2	04.08.	16.08.	18.09.	-	150	27,3	14,7
Arkan	33,4	24.06.	418	1	04.08.	15.08.	15.09.	-	127	27,9	13,7
Arlys	30,2	24.06.	432	2	28.07.	03.08.	30.08.	21.09.	138	32,4	14,6
DK 18	25,1	24.06.	346	1	30.07.	06.08.	31.08.	-	115	30,6	14,1
DK 39 T	26,3	25.06.	331	1	12.08.	23.08.	-	-	150	24,3	16,0
DK 51	25,4	25.06.	418	1	26.08.	10.09.	-	-	150	23,8	14,9
DK 52	31,9	25.06.	461	1	28.08.	14.09.	-	-	123	23,4	13,1
DK 61 T	25,0	25.06.	389	1	20.08.	04.09.	-	-	162	24,8	15,7
DK 68 T	27,3	26.06.	317	1	26.08.	11.09.	-	-	152	22,2	16,2
DKS 29-28	33,5	30.06.	173	1	09.08.	21.08.	-	-	100	25,5	11,3
Friggo	27,8	24.06.	461	1	25.07.	30.07.	28.08.	15.09.	122	31,1	13,6
GK Emese	31,1	25.06.	504	2	01.08.	10.08.	11.09.	21.09.	142	28,1	16,0
GK Zsofia	23,1	27.06.	475	0	31.07.	16.08.	22.09.	-	130	26,3	11,5
Graze-N-Sile	36,3	24.06.	86	1	30.07.	15.09.	-	-	183	23,6	16,0
Kinggo	30,4	24.06.	504	1	09.08.	20.08.	-	-	117	28,4	13,7
MSC 531	34,8	30.06.	461	1	04.09.	12.09.	-	-	128	23,0	13,3
NC + 6 B 50	35,9	26.06.	317	1	03.09.	16.09.	-	-	125	24,1	13,2
NC + Y 363	30,3	25.06.	274	1	26.08.	07.09.	-	-	125	24,0	12,6
Pulsar	31,1	25.06.	202	1	19.08.	31.08.	-	-	127	25,5	12,8
Reward	33,5	26.06.	230	1	04.08.	10.08.	-	-	95	28,2	12,0
Shaku	21,6	28.06.	230	2	10.09.	24.09.	-	-	160	23,7	17,0
Silo 8416	33,7	24.06.	403	0	29.07.	18.09.	-	-	147	24,8	14,2
SR 162/06	36,8	25.06.	288	1	18.08.	27.08.	-	-	133	25,8	13,9
SR 163/06	28,4	25.06.	288	2	02.08.	10.08.	-	-	135	28,6	14,1
SR 164/06	34,3	25.06.	274	2	10.08.	20.08.	-	-	145	26,4	14,7
VDH 422	27,4	24.06.	360	2	04.09.	12.09.	-	-	162	22,0	16,9
WX 03447	27,6	24.06.	490	2	05.09.	20.09.	-	-	245	23,7	16,5
WX-124	23,3	24.06.	374	2	10.09.	20.09.	-	-	273	23,1	22,6

Tabelle 26: Bonitur- und Ertragsparameter von *Sorghum bicolor* (Zuckerhirse) 2006

Sorte	TKG in g	Anz. Pflanzen/Parzelle	Anz. Seitentriebe/Pflanze	Rispenschieben	Rispenblüte	Wuchshöhe in cm	Trockensubstanzgehalt in %	Trockenmasseertrag in t/ha
38445 BIA	27,3	346	3	-	-	322	19,0	19,8
ATX 623 x Della	21,7	230	1	08.09.	16.09.	377	22,6	21,0
ATX 623 x Keller	18,4	288	2	04.09.	15.09.	360	25,5	19,7
BMR 601 D I	37,4	331	1	03.09.	11.09.	292	20,2	17,9
BMR 601 D III	37,2	302	3	-	-	303	18,6	19,5
Cowlev	17,9	346	3	11.09.	18.09.	297	22,2	16,6
CWS 1-1	25,1	302	1	04.09.	14.09.	322	22,0	17,6
CWS 2-1	29,5	317	1	11.09.	17.09.	313	20,9	17,4
CWS 5-2	23,5	288	3	02.09.	10.09.	298	21,3	19,6
Dale	17,1	274	2	-	-	320	18,0	15,4
Della	17,4	475	2	11.09.	17.09.	360	21,1	21,3
EST SVSSO 1		389	2	05.09.	15.09.	323	21,2	19,0
Hunnigreen 38445 BIA	27,8	317	2	-	-	318	18,6	20,5
Keller	19,5	360	1	21.09.	-	357	19,2	16,6
M 81 E	20,4	259	2	-	-	328	18,5	19,8
Rio	18,3	360	2	23.09.	-	337	20,7	18,5
Rox Orange	16,4	202	3	04.09.	11.09.	287	21,1	15,8
SS 1	22,7	360	2	03.09.	11.09.	330	21,3	20,6
SS 2	31,0	288	2	11.09.	17.09.	383	23,3	24,2
SS 3	36,9	418	1	06.09.	15.09.	385	21,8	25,3
SS Silage	27,6	403	2	08.09.	16.09.	327	22,7	21,3
Sugar Drip	17,7	302	2	10.09.	17.09.	318	20,5	19,7
Sugar Graze	33,1	518	1	15.09.	24.09.	335	20,8	23,2
Sugar Leaf	20,3	461	2	-	-	305	19,1	21,0
Theis	18,3	331	2	06.09.	16.09.	302	21,3	17,3
Top 76-6	31,5	374	2	04.09.	12.09.	335	22,3	18,8
Umbrella	16,4	288	2	17.09.	24.09.	335	20,6	17,0
ZH 530	35,9	202	1	25.08.	08.09.	343	28,5	17,5

Tabelle 27: Bonitur- und Ertragsparameter von *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* (2006)

Sorte	TKG in g	Bestockungsbeginn	Anz. Pflanzen/Parzelle	Anz. Seitentriebe/Pflanze	Rispenschieben	Rispenblüte	Wuchshöhe in cm	Trockensubstanzgehalt in %	Trockenmasseertrag in t/ha
30555 BIA	22,1	24.06.	374	2	10.08.	26.08.	343	24,0	23,1
Arrovito AD	29,2	26.06.	432	1	31.08.	09.09.	295	21,7	20,0
Bovital	26,3	26.06.	360	1	06.08.	20.08.	315	25,6	17,1
Ceres	26,0	25.06.	331	2	08.09.	14.09.	307	20,9	16,8
CWS 2-60-22 P	29,5	25.06.	274	1	05.09.	14.09.	270	19,1	15,9
Don Verdeo 46	25,2	25.06.	403	1	29.08.	06.09.	323	20,3	16,4
EST SVSSO 2	28,1	26.06.	576	2	03.09.	10.09.	297	21,9	13,3
Everlush	29,8	24.06.	317	3	21.09.	-	332	20,3	17,9
GK Csaba	27,5	25.06.	374	1	31.07.	09.08.	285	25,2	22,0
Grazer N	22,7	24.06.	346	1	06.08.	20.08.	313	23,4	20,6
Green Grazer	30,1	25.06.	418	2	04.09.	17.09.	353	22,6	17,2
Gro-N-Graze Dream	29,8	23.06.	202	2	09.09.	18.09.	348	22,8	18,6
GW 9511 G	31,8	25.06.	360	2	-	-	325	20,6	16,9
Hochland 160	17,5	24.06.	302	2	05.09.	14.09.	337	21,6	18,2
Honev-CW 2	32,6	25.06.	216	1	-	-	250	17,7	15,5
Jumbo	33,4	24.06.	230	3	-	-	328	19,2	15,0
King 61	22,2	25.06.	418	3	09.08.	23.08.	292	23,1	20,5
Mithril	23,6	25.06.	360	3	09.08.	24.08.	318	23,7	22,0
NC + Sweet leaf	18,3	24.06.	346	2	05.08.	20.08.	330	28,6	19,9
Speedfeed	24,2	24.06.	173	2	10.08.	23.08.	327	22,6	21,9
Sucrosse 2-S	24,6	24.06.	432	2	31.07.	09.08.	325	24,0	21,0
Sucrosse 5-R BMR	29,2	24.06.	331	2	12.08.	25.08.	305	23,6	18,8
Sucrosse 6-R BMR	26,7	23.06.	317	2	05.08.	20.08.	277	22,2	21,0
Sucrosse 9-R PS	25,7	24.06.	475	2	-	-	333	19,0	19,5
Sucrosse S-1	27,1	24.06.	374	3	05.08.	10.08.	353	27,9	24,2
Susu	22,9	24.06.	245	3	04.08.	10.08.	302	23,6	17,5
Sweet Creek	25,1	24.06.	360	3	05.08.	20.08.	310	24,6	19,5
Sweet Jumbo	23,0	24.06.	230	2	-	-	295	17,9	14,2
SX 17	27,4	25.06.	288	1	05.09.	12.09.	352	21,8	20,4
Wüste 1	17,8	25.06.	144	3	31.08.	11.09.	332	20,6	20,0

Tabelle 28: Bonitur- und Ertragsparameter von *Sorghum sudanense* (2006)

Sorte	TKG in g	Bestockungsbeginn	Anz. Pflanzen/Parzelle	Anz. Seitentriebe/Pflanze	Rispenschieben	Rispenblüte	Wuchshöhe in cm	Trockensubstanzgehalt in %	Trockenmasseertrag in t/ha
Akklimat	10,8	25.06.	317	3	05.08.	20.08.	297	24,2	27,7
Krokio	10,3	26.06.	216	4	05.08.	21.08.	277	24,0	16,7
Piper	11,9	23.06.	230	4	07.08.	10.08.	300	27,0	16,0
Trudan Headless	18,6	23.06.	202	3	21.09.	-	333	22,1	15,7
Vercors	12,9	24.06.	346	5	01.08.	10.08.	273	26,5	22,8

Tabelle 29: Bonitur- und Ertragsparameter im Demonstrationsanbau (2006)

Sorte	TKG in g	Anz. Pflanzen/Parzelle	Anz. Seitentriebe/Pflanze	Rispen-schieben	Rispenblüte	Milchreife	Teigreife	Wuchshöhe in cm	Trockensubstanz-gehalt in %	Trockenmasse-ertrag in t/ha
01555 DIA	39,2	372,0	3	01.09.	10.09.	-	-	130	25,2	16,5
23327	25,1	322,4	1	05.09.	11.09.	-	-	295	23,5	21,1
27327	30,5	310,0	2	22.09.	-	-	-	305	22,0	21,7
31306	30,2	322,4	2	03.09.	10.09.	-	-	285	23,8	21,7
31445 BIA	31,1	260,4	3	23.09.	-	-	-	300	21,3	21,3
33555 AIA	30,0	272,8	1	16.08.	29.08.	-	-	290	26,1	20,7
47352 - 02 V 430	30,5	223,2	3	-	-	-	-	240	21,8	22,1
70327	25,5	372,0	1	04.09.	15.09.	-	-	255	20,8	20,2
Aralba	34,5	297,6	1	19.08.	31.08.	-	-	135	25,8	14,1
Brise	35,0	322,4	3	09.08.	20.08.	-	-	100	25,7	12,2
Burggo	29,8	334,8	3	29.07.	05.08.	31.08.	18.09.	105	29,4	12,3
Canex BMR 208	-	347,2	1	02.09.	11.09.	-	-	285	24,2	20,4
Canex II	23,0	297,6	3	31.08.	11.09.	-	-	300	21,8	19,6
Cellu	21,7	297,6	3	25.08.	04.09.	-	-	280	26,9	19,0
Choice BMR 3655 AIA	31,2	334,8	1	04.09.	11.09.	-	-	290	25,2	21,4
Chun Tian Nr. 2	28,3	260,4	1	06.09.	16.09.	-	-	320	24,5	24,0
Cow Pow	25,7	322,4	4	-	-	-	-	305	18,7	21,2
DEKALB FS 5	33,4	334,8	2	10.09.	16.09.	-	-	290	21,3	20,2
DKS 35-70	32,2	446,4	2	20.08.	04.09.	-	-	125	26,5	13,6
DKS 36-16	27,7	384,4	2	05.09.	12.09.	-	-	110	25,8	15,4
DKS 37-07	31,0	446,4	1	23.08.	06.09.	-	-	120	24,7	15,2
DKS 42-20	33,3	285,2	4	31.08.	11.09.	-	-	125	25,4	14,8
DKS 54-00	33,1	372,0	2	25.08.	03.09.	-	-	120	25,2	15,7
DSM 09-720	20,6	124,0	3	24.09.	-	-	-	260	21,6	16,6
DSM 12-426	26,0	297,6	3	26.08.	04.09.	-	-	270	23,1	16,2
DSM 14-080	28,7	173,6	3	10.09.	21.09.	-	-	290	23,3	18,4
DSM 22-890	25,6	272,8	1	-	-	-	-	240	19,7	19,7
Gardavan	29,0	334,8	3	03.08.	17.08.	-	-	300	29,6	16,3
GW 9122 G	30,6	359,6	3	28.08.	08.09.	-	-	315	22,2	21,7
GW 9161 F	28,2	124,0	3	03.09.	10.09.	-	-	295	23,1	21,2
GW 9590 G	30,2	272,8	4	-	-	-	-	285	19,7	16,7
GW 9910 F	37,0	198,4	2	31.08.	11.09.	-	-	200	25,0	19,3
Hay Day	33,1	297,6	3	05.08.	18.08.	-	-	295	23,0	16,8
Jumbo	-	384,4	2	-	-	-	-	310	20,9	25,2
Keller	20,4	285,2	4	29.08.	06.09.	-	-	335	26,7	22,8
La Holandesa G 2000	40,1	372,0	1	12.08.	23.08.	-	-	150	24,2	17,5
Macia	23,2	334,8	1	28.08.	11.09.	-	-	135	23,2	12,9
Megasweet	34,6	359,6	2	03.09.	09.09.	-	-	305	23,0	22,1
Mezőkovác Hazi	18,0	272,8	1	04.09.	11.09.	-	-	325	30,3	19,3
MR 32	36,1	359,6	2	18.08.	30.08.	-	-	105	26,8	14,3

Sorte	TKG in g	Anz. Pflanz- zen/Parzelle	Anz. Seitentrie- be/Pflanze	Rispenschieben	Rispenblüte	Milchreife	Teigreife	Wuchshöhe in cm	Trockensubstanz- gehalt in %	Trockenmasse- ertrag in t/ha
MR 43	29,7	322,4	1	25.08.	08.09.	-	-	105	25,9	13,6
MR Buster	34,4	396,8	2	23.08.	08.09.	-	-	105	26,8	12,8
MR Maxi	31,0	322,4	1	29.08.	10.09.	-	-	110	26,3	13,2
Revolution BMR 33445 DIA	36,7	272,8	2	10.08.	25.08.	-	-	290	24,3	19,0
Silo 901	32,5	434,0	3	28.08.	10.09.	-	-	175	25,6	17,0
Sugar Grace	-	384,4	2	17.09.	23.09.	-	-	290	19,5	22,9
Super Sile 15	40,0	285,2	2	04.09.	12.09.	-	-	200	26,7	19,8
Super Sile 18	31,4	347,2	2	05.09.	16.09.	-	-	265	23,9	21,0
Super Sile 20	22,7	310,0	3	11.09.	17.09.	-	-	290	24,5	21,8
Szegedi 1023	20,4	359,6	1	19.08.	31.08.	-	-	150	27,7	13,8
Szegedi 185	-	347,2	2	15.08.	26.08.	-	-	180	27,5	14,2
Szilard	-	260,4	2	05.08.	23.08.	-	-	150	26,2	13,5
VDH 302	32,9	347,2	2	31.08.	08.09.	-	-	150	23,1	15,7
VDH 303	33,3	297,6	2	01.09.	11.09.	-	-	145	25,2	17,6
VDH 314	32,9	334,8	1	31.08.	11.09.	-	-	145	24,6	19,0
WX 03451	-	396,8	2	31.08.	09.09.	-	-	315	24,6	17,5
WXF 123	-	297,6	1	23.09.	-	-	-	305	21,9	20,3
WXF-121	-	347,2	3	23.09.	-	-	-	275	21,0	21,4
WXF-122	-	223,2	3	18.09.	-	-	-	315	21,8	20,5
X 56912	39,6	86,8	2			-	-	220	18,3	13,8
Zao Shu Nr. 1	25,6	285,2	2	08.09.	15.09.	-	-	330	23,5	22,0

Tabelle 30: Ertragswerte der Maisreferenzsorten 2006

Sorte	Wuchshöhe in cm	Trockensubstanzgehalt in %	Trockenmasseertrag in t/ha
Coxximo	351	31,8	29,3
DKC5542	359	30,4	31,0
Exp hyb	387	19,5	22,5
Magitop	349	36,9	27,0
PR38 H20	343	34,8	27,7
Seiddi	356	32,1	26,9
Sileno	322	37,0	22,1

Tabelle 31: Ertragswerte im produktionstechnischen Versuch 2006 (Sorte Susu)

Faktorstufen			Ertragswerte		
Reihenabstand in cm	Saatstärke in kfK/m <sup>2</sup>	N-Düngung in kg/ha	Wuchshöhe in cm	Trockensubstanz- gehalt in %	Trockenmasse- ertrag in t/ha
75	10	100	282	26,6	8,1
75	40	100	296	26,4	14,3
75	70	100	283	24,6	13,4
75	100	100	285	24,8	8,5
50	10	0	295	26,4	16,2
50	10	50	292	26,1	15,4
50	10	100	288	25,6	16,2
50	10	150	293	25,1	15,0
50	40	0	298	27,0	20,7
50	40	50	298	26,1	20,1
50	40	100	293	25,9	21,7
50	40	150	297	26,1	21,3
50	70	0	295	26,6	23,5
50	70	50	297	26,7	22,1
50	70	100	302	25,8	22,7
50	70	150	295	25,1	22,7
50	100	0	307	26,0	23,7
50	100	50	298	24,4	22,3
50	100	100	308	25,6	21,6
50	100	150	295	26,8	23,9
29,5	10	100	290	25,9	15,2
29,5	40	100	302	26,0	20,4
29,5	70	100	298	25,3	22,0
29,5	100	100	305	26,2	22,8
14,5	10	100	310	25,4	14,6
14,5	40	100	303	25,1	19,0
14,5	70	100	303	25,4	20,7
14,5	100	100	302	24,9	22,1



Tabelle 32: Ertragswerte im produktionstechnischen Versuch 2006 (Sorte Sucrosorgo 506)

Faktorstufen			Ertragswerte	
Reihenabstand in cm	Saatstärke in kfK/m <sup>2</sup>	N-Düngung in kg/ha	Trockensubstanzgehalt in %	Trockenmasseertrag in t/ha
75	10	100	20,5	10,0
75	40	100	22,5	22,2
75	70	100	22,0	22,3
75	20	100	21,2	14,9
50	10	0	21,3	14,8
50	10	50	21,8	16,6
50	10	100	22,2	17,8
50	10	150	21,9	16,8
50	40	0	22,7	27,0
50	40	50	21,2	24,6
50	40	100	22,4	28,4
50	40	150	22,4	27,2
50	70	0	22,1	27,0
50	70	50	22,7	28,1
50	70	100	22,2	28,3
50	70	150	22,3	30,6
50	100	0	23,2	36,6
50	100	50	22,5	32,1
50	100	100	22,9	29,3
50	100	150	21,4	29,2
29,5	10	100	21,8	15,3
29,5	40	100	22,5	24,5
29,5	70	100	23,1	28,8
29,5	100	100	22,4	27,7
14,5	10	100	21,1	14,0
14,5	40	100	21,8	24,1
14,5	70	100	22,1	27,1
14,5	100	100	22,0	30,0

Tabelle 33: Bonitur- und Ertragsparameter von *S. bicolor* (2007)

Sorte	Rispenschieben	Rispenblüte	Wuchshöhe in cm	Lager*	Trockensubstanz- gehalt in %	Trockenmasse- ertrag in t/ha
1990	-	-	233	3	21,4	15,5
2-way	30.08.	30.08.	270	1	23,6	17,3
2-way BMR	05.09.	05.09.	293	8	23,0	15,0
2-way SRS	31.08.	31.08.	255	1	22,4	16,9
31306	21.08.	21.08.	267	1	22,8	15,6
36327	26.08.	31.08.	262	6	22,3	14,4
36445DIA	28.08.	10.09.	287	6	21,6	14,3
47352 - 02V430*429	-	-	193	1	20,9	14,5
5111/01	23.08.	23.08.	295	8	23,1	14,0
5111/02	31.08.	31.08.	385	2	28,3	20,9
6211/01	17.09.	17.09.	293	2	22,4	18,2
6311/06	30.08.	30.08.	273	2	22,9	18,4
6312/02	10.09.	10.09.	298	4	22,9	14,1
6312/03	05.09.	05.09.	292	7	21,4	12,5
6312/04	-	-	287	1	20,5	17,6
66374 - 329	31.08.	10.09.	268	3	21,6	17,4
70327	-	-	212	1	20,5	12,9
811F	-	-	223	1	20,9	14,4
849F	10.09.	10.09.	268	1	23,5	18,1
88Y20	23.08.	23.08.	107	1	26,4	8,5
88Y41	10.08.	10.08.	115	1	28,3	8,4
Alltime	10.08.	15.08.	283	2	21,7	14,0
Arroyito AD	27.08.	30.08.	263	1	24,4	16,1
Biomass 128	27.08.	31.08.	377	4	27,0	16,9
Biomass 133/Goliath	31.08.	17.09.	370	2	26,2	21,5
Biomass 952	30.08.	17.09.	335	1	27,5	22,8
BMR 56912	-	-	255	1	20,2	15,7
Canex	26.08.	05.09.	267	1	23,3	18,3
Canex BMR 208	25.08.	30.08.	273	3	25,3	15,5
Canex BMR 208	21.08.	30.09.	277	3	23,7	15,9
Canex II	31.08.	17.09.	272	1	21,5	15,6
Cellu	18.08.	23.08.	293	1	25,4	14,5
Ceres	29.08.	11.09.	262	1	22,1	17,1
Cow Pow	-	-	313	1	20,4	18,6
CW 9230-33	08.08.	13.08.	250	1	26,6	10,6
CWS 2-60-22P	-	-	263	1	20,0	16,1
DEKALB FS 25E	24.08.	30.09.	248	1	24,3	15,2
DSM 09-720	-	-	233	1	20,8	12,1
DSM 14-080	28.08.	06.09.	265	1	23,0	13,3
DSM 22-890	-	-	238	1	19,7	13,7

Sorte	Rispenschieben	Rispenblüte	Wuchshöhe in cm	Lager*	Trockensubstanz- gehalt in %	Trockenmasse- ertrag in t/ha
DSM 8-829	31.08.	17.09.	278	1	22,1	17,2
EST SVSS02	26.08.	31.08.	265	1	22,5	16,6
F13-800	23.08.	30.08.	305	1	25,1	17,7
FS5	31.08.	10.09.	260	1	23,0	17,6
GW 7828F bmr	25.08.	10.09.	270	3	23,3	14,7
GW9110F	28.08.	06.09.	272	1	22,2	16,1
GW9161F	25.08.	30.08.	227	1	22,7	7,5
GW9590G	-	-	263	2	19,6	14,7
GW9910F	17.08.	27.08.	178	1	23,9	11,5
Hikane II	27.08.	31.08.	290	3	21,1	17,2
Hochland 160	27.08.	30.08.	285	8	21,9	12,6
J1076	09.09.	17.09.	283	4	22,5	13,8
Landes	-	-	307	1	24,8	18,1
Leafmaster	15.08.	15.08.	282	1	26,0	14,2
Megasweet	22.08.	26.08.	273	3	24,0	16,9
Mezőkovác Hazi	30.08.	17.09.	338	5	26,3	16,2
Monori Édes	09.08.	16.08.	272	1	24,3	15,4
MooChow	27.08.	27.08.	280	4	23,1	14,9
NC+ Nutricane II	08.09.	21.09.	238	1	20,8	16,5
Nectar	20.08.	27.08.	277	6	21,2	14,4
Nicol/877F	17.08.	17.08.	303	5	26,3	18,1
Nutrigreen BMR	-	-	253	1	19,5	14,5
Nutritop Plus	-	-	252	8	18,4	10,8
PAC BMR	01.09.	17.09.	225	1	21,9	15,4
Red Top Candy	30.08.	30.08.	315	8	24,1	16,9
Rona	12.08.	17.08.	295	5	23,7	16,7
Santa Elisa	-	-	175	1	17,4	10,3
Silex BMR	30.08.	17.09.	260	5	21,4	11,8
Silo 8416	16.08.	27.08.	147	1	27,9	12,0
SS 405	27.08.	05.09.	313	1	25,9	20,0
Sucrosorgo 506	31.08.	10.09.	325	3	22,9	20,4
Sucrosse 6-R BMR	17.08.	27.08.	282	1	24,2	13,0
Sudal	20.08.	20.08.	275	3	22,6	12,2
Super Sile 18	23.08.	30.08.	220	1	24,6	16,3
Super Sile 20	25.08.	30.08.	273	1	23,1	18,0
Sweet Bee	27.08.	27.08.	280	3	23,1	12,2
Sweet Bee sterile II	26.08.	30.08.	282	1	21,7	17,6
Szegedi 1023	17.08.	27.08.	140	1	24,5	8,6
Szegedi 185	14.08.	23.08.	152	1	27,6	10,1
Szilard	11.08.	22.08.	170	1	24,6	12,2
TFZ 701	-	-	247	1	20,0	16,0
Wüste 1	18.08.	26.08.	268	8	21,3	10,1

Sorte	Rispenschieben	Rispenblüte	Wuchshöhe in cm	Lager*	Trockensubstanz- gehalt in %	Trockenmasse- ertrag in t/ha
WX 03447	30.08.	30.08.	255	1	24,1	14,1
WX 03451	06.09.	06.09.	290	5	26,7	15,0
WXF-121	-	-	280	6	20,3	12,5
WXF-122	-	-	292	8	20,7	7,5
WXF-123	25.09.	-	303	8	21,9	9,9
WXF-124	11.09.	21.09.	252	3	21,5	16,1

\* 1 = gute Standfestigkeit, 9 = totales Lager

Tabelle 34: Bonitur- und Ertragsparameter von *Sorghum bicolor* (Körnerhirse) (2007)

Sorte	Rispenstadien	Rispenblüte	Einkörmung*	Wuchshöhe in cm	Trockensubstanz- gehalt in %	Trockenmasse- ertrag in t/ha
01555DIA	24.08.	27.08.	6	127	22,1	12,8
02555DIA	15.08.	23.08.	6	122	24,6	11,7
07555DIA	22.08.	27.08.	6	115	24,6	11,5
2-way F-103	17.08.	20.08.	2	217	24,2	14,1
Albita	14.08.	20.08.	3	140	24,4	11,9
Alföldi 1	26.07.	03.08.	1	160	27,9	13,7
Arakan	08.08.	15.08.	1	152	26,1	14,1
Arlys	29.07.	03.08.	1	135	30,3	14,2
Autan	17.08.	22.08.	4	185	22,5	15,3
Brigga	02.08.	08.08.	1	143	28,0	12,8
DK18	29.07.	05.08.	1	125	29,1	12,9
DK39T	14.08.	20.08.	3	142	23,4	12,4
DK51	18.08.	27.08.	6	128	24,5	13,8
DK52	18.08.	27.08.	6	123	23,0	12,9
DK61T	13.08.	20.08.	3	155	25,5	14,1
DK68T	23.08.	28.08.	5	123	21,2	13,2
DKS 29-28	04.08.	08.08.	2	113	25,3	10,2
F13-800	24.07.	02.08.	1	132	28,5	12,9
Friggo	01.08.	08.08.	1	132	26,7	11,4
Garst 325	23.08.	27.08.	5	138	21,5	13,6
GK Emese	24.07.	02.08.	1	152	28,5	13,8
GK Zsófia	23.07.	03.08.	2	132	25,7	10,8
GW 3072	10.08.	16.08.	3	192	23,9	14,9
J1060	24.08.	30.08.	6	143	23,6	9,5
J1061	24.08.	30.08.	6	123	23,2	11,1
J1065	25.08.	31.08.	6	127	25,0	11,2
Kinggo	08.08.	16.08.	4	128	26,1	11,3
Macia	16.08.	24.08.	2	153	22,9	12,0
MSC 531	24.08.	29.08.	6	128	22,6	12,6
NC+ 6B50	23.08.	30.08.	6	105	25,3	10,1
NC+ Y363	23.08.	27.08.	5	113	23,9	11,8
Pulsar	15.08.	22.08.	6	123	22,5	10,3
Reward	04.08.	08.08.	1	108	26,5	12,2
Shaku	21.08.	27.08.	5	165	23,2	14,5
Silage King	26.08.	30.08.	6	283	21,9	19,6
SR162/06	12.08.	16.08.	3	140	25,7	11,6
SR163/06	01.08.	08.08.	2	133	28,2	14,0
SR164/06	09.08.	16.08.	2	160	25,4	12,0
Targga	03.08.	07.08.	1	133	28,5	12,9
VDH 303	24.08.	29.08.	5	138	24,2	13,9

Sorte	Rispenschieben	Rispenblüte	Einkörnung*	Wuchshöhe in cm	Trockensubstanz- gehalt in %	Trockenmasse- ertrag in t/ha
VDH 314	23.08.	27.08.	6	142	23,6	14,4
VDH 422	23.08.	28.08.	5	145	22,1	16,1

\* 1 = 80 – 100 % Kornansatz, 6 = 0 – 10 % Kornansatz

Tabelle 35: Bonitur- und Ertragsparameter von *Sorghum bicolor* (Dualtyp) (2007)

Sorte	Rispenschieben	Rispenblüte	Einkörnung*	Wuchshöhe in cm	Trockensub- stanzgehalt in %	Trockenmasse- ertrag in t/ha
DKS 59-09	18.08.	26.08.	5	157	23,9	15,1
Graze-N-Sile	17.08.	27.08.	5	170	27,7	16,0
H0945	16.08.	22.08.	5	185	27,2	14,6
J1035	16.08.	25.08.	5	167	26,2	12,2
J1039	11.08.	25.08.	5	218	29,3	13,7
J1041	14.08.	25.08.	4	228	26,6	14,5
J1045	09.08.	15.08.	3	233	29,4	13,1
J1050	19.08.	16.08.	3	245	27,0	12,1
J1052	15.08.	24.08.	4	285	29,4	14,5
J1054	14.08.	19.08.	2	242	27,4	11,9
J1055	15.08.	25.08.	5	218	29,6	13,6
J1056	17.08.	28.08.	5	230	27,6	13,4
Silo 901	10.08.	16.08.	3	173	28,5	17,0
Super Sile 15	18.08.	22.08.	6	177	24,8	14,1
Top Silo	17.08.	25.08.	4	190	25,7	18,0

\* 1 = 80 – 100 % Kornansatz, 6 = 0 – 10 % Kornansatz

Tabelle 36: Bonitur- und Ertragsparameter von *Sorghum bicolor* (Zuckerhirse) (2007)

Sorte	Rispenstadien	Rispenblüte	Wuchshöhe in cm	Lager*	Trocken-sustanzgehalt in %	Trockenmasse-ertrag in t/ha
38445 BIA	-	-	272	1	18,9	18,2
ATX 623 x Della	30.08.	10.09.	325	1	21,8	19,6
ATX 623 x Keller	24.08.	30.08.	293	1	25,2	16,0
BMR 601 D I	24.08.	30.08.	258	5	20,7	16,6
BMR 601 D III	-	-	283	2	18,3	15,9
Cowlev	27.08.	01.09.	257	1	22,2	13,5
CWS 1-1	25.08.	29.08.	307	1	22,8	15,3
CWS 2-1	24.08.	30.08.	282	1	21,2	15,8
CWS 5-2	27.08.	01.09.	288	1	21,2	17,1
Dale	-	-	278	1	17,4	14,7
Della	17.09.	-	295	1	20,5	18,6
Della	31.08.	06.09.	318	1	20,7	18,8
DSM 7-521	25.08.	30.08.	285	1	20,3	11,6
EST SVSSO 1	23.08.	27.08.	280	1	22,4	16,1
Hunnigreen 38445 BIA	-	-	280	1	18,2	17,9
Keller	10.09.	17.09.	322	1	20,2	18,3
M 81 E	-	-	278	1	17,3	17,2
Nutri Honey	25.08.	30.08.	298	1	24	17,3
Rio	01.09.	17.09.	297	1	22,1	18,3
Rox Orange	24.08.	30.08.	263	1	21,1	15,3
Sart	08.08.	15.08.	287	1	23,2	16,4
SS 1	23.08.	30.08.	307	1	21	18,4
SS 2	24.08.	30.08.	330	1	23,4	19,7
SS 3	27.08.	31.08.	342	1	22,2	20,5
SS Silage	24.08.	27.08.	293	1	23,1	18,7
Sugar Drip	31.08.	10.09.	283	1	20,9	17,7
Sugar Graze	24.08.	30.08.	297	1	21,9	22,4
Sugar Leaf	-	-	253	1	18,4	17,5
Sweeter-N-Honey-II	04.09.	21.08.	297	1	20,9	15,8
Theis	17.09.	22.09.	257	1	20,2	16,6
Top 76-6	25.08.	28.08.	295	1	21,8	14,8
Umbrella	-	-	300	2	18,5	16,6
ZH 530	21.08.	27.08.	305	1	27,3	12,3

\* 1 = gute Standfestigkeit, 9 = totales Lager

Tabelle 37: Bonitur- und Ertragsparameter von *S. bicolor* x *S. sudanense* (2007)

Sorte	Rispenstadien	Rispenblüte	Wuchshöhe in cm	Lager*	Trockensubstanz- gehalt in %	Trockenmasse- ertrag in t/ha
30555BIA	07.08.	14.08.	323	7	25,9	19,9
31445BIA	31.08.	16.08.	322	4	21,3	18,9
33555AIA	07.08.	12.08.	317	7	25,5	16,9
6331/01	01.09.	10.09.	317	5	21,5	19,6
6332/05	09.08.	13.08.	312	7	26,7	16,8
800HS	-	-	325	3	21,6	21,0
Bettagraze	10.08.	13.08.	315	4	24,7	18,0
Buffalo Brand SSB 3014	08.08.	12.08.	322	3	25,4	18,4
Don Verdeo 46	18.08.	23.08.	325	2	23,1	17,3
DSM 12-426	15.08.	14.08.	277	1	23,6	12,8
Everlush	01.09.	-	317	6	22,4	19,5
Gardavan	02.08.	12.08.	333	3	31,3	15,0
GK Csaba	24.07.	03.08.	287	6	26,2	14,8
Grazer N	05.08.	12.08.	313	8	24,5	17,8
Grazex BMR 727	01.08.	13.08.	297	6	24,5	14,6
Grazex II	08.08.	16.08.	317	2	28,2	17,8
Green Grazer	16.08.	24.08.	330	2	25,2	20,2
Gro-N-Graze Dream	21.08.	25.08.	322	3	24,7	19,0
GW9122G	11.08.	14.08.	330	7	23,2	19,5
GW9511G	-	-	315	6	22,2	18,2
Hay day	09.08.	12.08.	313	6	24,9	17,3
King 61	07.08.	13.08.	295	4	23,7	15,5
Lussi	29.07.	06.08.	327	6	34,8	20,0
Mithril	09.08.	12.08.	305	3	24	17,6
NC+ Sweet leaf	01.08.	06.08.	320	3	29,6	14,9
Nutritop	13.08.	28.08.	280	9	20,4	13,6
Revolution BMR 33445D1A	07.08.	12.08.	310	8	24,6	16,7
Speedfeed	08.08.	19.08.	310	6	21,5	16,3
Sucrosse 2-S	02.08.	12.08.	307	8	24,5	16,0
Sucrosse 5-R BMR	07.08.	13.08.	303	7	26,2	14,4
Sucrosse 9-R PS	-	-	318	5	21,1	19,3
Sucrosse 9-R PS	-	-	325	6	19,8	18,6
Sucrosse S-1	03.08.	12.08.	333	4	30,6	17,0
Sugar Graze Ultra	-	-	303	8	19,5	15,9
Susu	06.08.	12.08.	307	6	23,3	16,5
Susu long	-	-	273	7	17,9	16,6
Sweet Creek	31.07.	07.08.	302	5	24,1	16,6
Sweet Jumbo	-	-	300	1	20,1	20,4
SX 17	14.08.	17.08.	335	8	23,6	17,1
Taureg	12.08.	16.08.	312	5	23,3	14,1



Sorte	Rispschieben	Rispenblüte	Wuchshöhe in cm	Lager*	Trockensubstanz- gehalt in %	Trockenmasse- ertrag in t/ha
VDH 601	23.08.	14.08.	305	8	23,4	15,7
VDH 701	12.09.	-	307	5	20,6	19,1

\* 1 = gute Standfestigkeit, 9 = totales Lager

Tabelle 38: Bonitur- und Ertragsparameter von *Sorghum sudanense* (2007)

Sorte	Rispschieben	Rispenblüte	Einkörmung*	Wuchshöhe in cm	Trockensubstanz- gehalt in %	Trockenmasse- ertrag in t/ha
Akklimat	30.07.	06.08.	3	288	25,4	14,0
Alpilles	28.07.	05.08.	2	285	27,6	12,5
Bovital SS	01.08.	06.08.	4	277	26,8	16,7
Deligrass	27.07.	04.08.	2	278	27,2	12,3
Frugal SS	05.08.	13.08.	3	300	26,4	15,9
Jumbo SS	08.09.	-	2	347	21,5	22,2
Krokio	28.07.	07.08.	2	268	25,7	10,5
Monarch V	27.07.	04.08.	2	280	27,1	12,4
Piper	30.07.	07.08.	2	290	27,4	12,1
Trudan Headless	24.08.	29.08.	1	315	24,3	18,6
True	28.07.	05.08.	2	283	27,2	12,5
Vercors	26.07.	04.08.	2	283	27,2	12,3

\* 1 = 80 – 100 % Kornansatz, 6 = 0 – 10 % Kornansatz

Tabelle 39: Ertragswerte der Maisreferenzsorten 2007 (frühe Aussaat)

Sorte	FAO-Zahl	Wuchshöhe in cm	Anz. Pflanzen/ Parzelle	Trockensub- stanzgehalt in %	Trockenmasse- ertrag in t/ha
DKC 5542	S-340	357	97	31,7	29,0
Fränki	S-280	331	94	39,3	26,3
Lucatoni	S-320	352	100	33,1	27,0
Magitop	S-240	312	102	40,3	22,9
Paroli	S-260	322	99	41,0	25,5
Seiddi	S-260	332	93	35,7	25,4

Tabelle 40: Ertragswerte der Maisreferenzsorten 2007 (späte Aussaat)

Sorte	FAO-Zahl	Wuchshöhe in cm	Anz. Pflanzen/Parzelle	Trockensubstanzgehalt in %	Trockenmasseertrag in t/ha
Amadeo	S-220	270	87	35,8	19,4
Amatus	S-210	285	94	34,2	20,4
Fränki	S-280	310	85	34,2	24,9
Lukas	S-240	288	86	36,3	20,6
Salgado	S-200	282	85	36,7	18,1
Saludo	S-210	290	89	35,9	20,0

Tabelle 41: Ertragswerte im produktionstechnischen Versuch 2007 (Sorte Susu)

Faktorstufen		Ertragswerte			
Reihenabstand in cm	Saatstärke in kfK/m <sup>2</sup>	Wuchshöhe in cm	Lager*	Trockensubstanzgehalt in %	Trockenmasseertrag in t/ha
14,5	25	288	3	23,4	13,1
14,5	40	293	5	23,4	14,2
14,5	70	292	5	23,5	15,7
14,5	100	288	4	23,8	17,4
29	25	285	4	23,6	14,5
29	40	290	7	23,7	15,6
29	70	293	4	23,9	16,0
29	100	288	5	23,5	17,8
37,5	25	287	4	23,2	12,4
37,5	40	292	5	23,4	14,3
37,5	70	295	6	23,4	15,5
37,5	100	295	6	24,3	16,5
50	25	291	4	23,7	14,2
50	40	294	5	23,9	15,6
50	70	290	5	23,9	16,8
50	100	295	4	24,2	17,9

\* 1 = gute Standfestigkeit, 9 = totales Lager

Tabelle 42: Bonitur- und Ertragsparameter von *Sorghum bicolor* (2008)

Sorte	Rispenstadien	Rispenblüte	Wuchshöhe in cm	Lager*	Trockensub- stanzgehalt in %	Trockenmasse- ertrag in t/ha
Biomass 140	03.09.	09.09.	407	2	28,7	24,5
Ensal	-	-	260	2	18,6	15,8
Goliath	02.09.	05.09.	400	4	28,0	22,1
Inka	01.09.	08.09.	338	1	27,2	18,7
KSH 6001	05.09.	13.09.	289	3	23,4	18,6
KSH 6002	01.09.	03.09.	310	8	20,1	12,6
KSH 6006	30.08.	03.09.	261	1	22,3	18,7
KSH 6016	02.09.	05.09.	307	8	21,3	15,4
LS 327.23	01.09.	03.09.	309	8	19,4	11,8
Maja	27.08.	05.09.	413	2	30,6	19,0
N7-7803	27.08.	01.09.	399	1	27,6	20,1
N7-7814	20.08.	22.08.	307	4	28,9	18,4
Rona	16.08.	20.08.	287	1	22,8	17,2
SM 05/8	29.08.	05.09.	349	1	23,5	20,3
Sucrosorgo 405	25.08.	01.09.	335	1	24,6	19,8
Sucrosorgo 506	27.08.	01.09.	359	1	24,2	21,6
Sugar Graze	09.09.	12.09.	284	4	20,3	12,3
Super Sile 18	27.08.	03.09.	236	1	22,7	16,5
Super Sile 20	29.08.	05.09.	261	1	20,8	15,7
Zerberus	27.08.	03.09.	372	1	27,8	21,1

\* 1 = gute Standfestigkeit, 9 = totales Lager

Tabelle 43: Bonitur- und Ertragsparameter von *Sorghum bicolor* (Körnerhirse) 2008

Sorte	Rispenschieben	Rispenblüte	Einkörmung*	Trockensubstanz- gehalt in %	Trockenmasse- ertrag in t/ha
Alföldi	30.07.	02.08.	2	29,8	15,55
Arlys	01.08.	04.08.	2	33,9	15,68
Arsenio	14.08.	18.08.	2	25,6	14,09
DK18	06.08.	12.08.	2	32,2	14,91
Friggo	02.08.	05.08.	2	32,8	15,33
GK Emese	28.07.	01.08.	3	29,7	15,24
J1052	23.08.	29.08.	4	28,7	18,9
Silo 901	18.08.	20.08.	3	27,4	17,3
Top Silo	24.08.	27.08.	5	22,1	16,66
Zsofie	26.07.	02.08.	5	28,5	11,71

\* 1 = 80 – 100 % Kornansatz, 6 = 0 – 10 % Kornansatz

Tabelle 44: Bonitur- und Ertragsparameter von *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* (2008)

Sorte	Rispenschieben	Rispenblüte	Wuchshöhe in cm	Lager**	Trockensub- stanzgehalt in %	Trockenmasse- ertrag in t/ha
Bovital	09.08.	11.08.	320	4	29,3	17,53
CW 2-60-25	09.08.	11.08.	279	4	24,6	17,76
Everlush	01.09.	06.09.	334	3	23,8	17,91
Frugal	20.08.	22.08.	268	4	22,4	14,34
GK Aron	22.08.	26.08.	332	5	22,7	16,34
GK Balazs	08.08.	13.08.	277	2	23,6	15,09
Grazer N	08.08.	11.08.	292	4	24,9	17,29
Green Grazer	24.08.	29.08.	334	2	25,9	21,09
GW9122G	16.08.	19.08.	317	6	23,9	19,17
Jumbo	01.10.	-	339	2	22,7	20,89
King 61	09.08.	13.08.	296	5	24,5	16,25
KSH 6021	27.08.	05.09.	304	4	23,3	10,85
Latte	21.08.	25.08.	339	3	24,3	18,53
Lussi	07.08.	15.08.	317	1	35,5	19,43
Mithril	13.08.	18.08.	314	2	25,2	18,22
MX 702	27.08.	03.09.	289	2	23,0	17,92
Nutri Honey	09.08.	11.08.	279	4	23,9	15,82
Super Dolce 15	08.08.	11.08.	311	5	24,4	16,78

Sweet Jumbo	-	-	267	1	20,2	17,96
Sweeter-N-Honey	24.08.	28.08.	324	1	23,6	19,27

\* 1 = gute Standfestigkeit, 9 = totales Lager

**Tabelle 45: Bonitur- und Ertragsparameter von Sorghum sudanense (2008)**

Sorte	Rispenstadien	Rispenblüte	Wuchshöhe in cm	Trockensub- stanzgehalt in %	Trockenmasse- ertrag in t/ha
Akklimat	08.08.	13.08.	267,8	25,4	13,5
Trudan Headless	28.08.	05.09.	312,8	24,4	18,5

**Tabelle 46: Ertragswerte der Maisreferenzsorten 2008 (frühe Aussaat)**

Sorte	FAO-Zahl	Trockensub- stanzgehalt in %	Trockenmasse- ertrag in t/ha
Deco	S-280	37,2	26,6
Franki	S-280	35,5	25,6
LG 3391	S-280	36,8	25,1
PR38H20	S-260	39,0	27,8
Seiddi	S-260	35,9	26,4
Taranis	S-300	38,5	26,7

**Tabelle 47: Ertragswerte der Maisreferenzsorten 2008 (späte Aussaat)**

Sorte	FAO-Zahl	Trockensub- stanzgehalt in %	Trockenmasse- ertrag in t/ha
Amadeo	S-220	35,9	20,6
Amatus	S-210	36,4	21,7
Kalvin	S-220	35,2	21,4
NK Bull	S-200	38,1	21,2
Salgado	S-200	36,6	20,3
Saludo	S-210	35,4	21,7

Tabelle 48: Ertragswerte im produktionstechnischen Versuch 2008 (Sorte Goliath)

Faktorstufen			Ertragswerte	
Reihenweite in cm	Saatstärke in kfk/m <sup>2</sup>	N-Düngung in kg N/ha	Trockensubstanzgehalt in %	Trockenmasseertrag in t/ha
29,5	25	0	26,1	18,4
29,5	25	50	27,0	19,9
29,5	25	100	26,6	21,5
29,5	25	150	26,7	18,9
29,5	25	200	27,8	20,8
29,5	40	0	26,2	17,1
29,5	40	50	25,8	19,5
29,5	40	100	27,3	21,7
29,5	40	150	28,1	21,8
29,5	40	200	28,7	21,6
29,5	80	0	25,4	16,9
29,5	80	50	27,3	20,4
29,5	80	100	27,1	20,5
29,5	80	150	27,8	23,1
29,5	80	200	28,0	26,2
37,5	25	0	27,4	20,8
37,5	25	50	27,7	21,4
37,5	25	100	28,2	23,9
37,5	25	150	27,5	21,7
37,5	25	200	27,4	23,7
37,5	40	0	27,8	20,4
37,5	40	50	28,0	21,6
37,5	40	100	28,1	24,2
37,5	40	150	27,0	22,6
37,5	40	200	27,7	22,0
37,5	80	0	28,1	20,3
37,5	80	50	28,5	22,6
37,5	80	100	28,4	23,9
37,5	80	150	28,1	23,0
37,5	80	200	27,3	21,9

Tabelle 49: Ertragswerte im produktionstechnischen Versuch 2008 (Sorte Sucrosorgo 405)

Faktorstufen			Ertragswerte	
Reihenweite in cm	Saatstärke in kfK/m <sup>2</sup>	N-Düngung in kg N/ha	Trockensubstanzgehalt in %	Trockenmasseertrag in t/ha
29,5	25	0	24,7	12,9
29,5	25	50	25,2	17,6
29,5	25	100	26,5	19,9
29,5	25	150	25,8	19,1
29,5	25	200	26,5	20,9
29,5	40	0	25,2	13,1
29,5	40	50	29,4	20,0
29,5	40	100	24,9	21,6
29,5	40	150	25,2	18,9
29,5	40	200	26,1	20,3
29,5	80	0	24,8	14,8
29,5	80	50	24,7	18,1
29,5	80	100	26,0	21,6
29,5	80	150	24,2	19,5
29,5	80	200	25,5	21,6
37,5	25	0	25,5	19,0
37,5	25	50	26,3	20,0
37,5	25	100	26,2	22,5
37,5	25	150	25,6	20,5
37,5	25	200	25,4	20,8
37,5	40	0	25,8	21,5
37,5	40	50	25,9	23,1
37,5	40	100	25,0	22,8
37,5	40	150	25,5	23,8
37,5	40	200	24,6	21,0
37,5	80	0	26,2	21,3
37,5	80	50	26,0	21,6
37,5	80	100	25,2	22,7
37,5	80	150	25,5	22,3
37,5	80	200	25,6	22,3

Tabelle 50: Ertragswerte im produktionstechnischen Versuch 2008 (Sorte 5111/02)

Faktorstufen			Ertragswerte	
Reihenweite in cm	Saatstärke in kfk/m <sup>2</sup>	N-Düngung in kg N/ha	Trockensubstanzgehalt in %	Trockenmasseertrag in t/ha
29,5	25	0	22,1	15,5
29,5	25	50	22,2	17,8
29,5	25	100	22,5	17,1
29,5	25	150	22,2	14,9
29,5	25	200	22,2	18,0
29,5	40	0	21,5	13,2
29,5	40	50	23,3	17,1
29,5	40	100	22,5	18,5
29,5	40	150	22,0	12,4
29,5	40	200	22,4	26,8
29,5	80	0	22,3	13,7
29,5	80	50	22,7	15,2
29,5	80	100	22,7	16,2
29,5	80	150	22,4	16,0
29,5	80	200	22,3	18,6
37,5	25	0	23,4	14,2
37,5	25	50	22,7	14,4
37,5	25	100	22,0	14,6
37,5	25	150	23,0	16,3
37,5	25	200	21,5	17,0
37,5	40	0	23,5	18,0
37,5	40	50	21,7	15,1
37,5	40	100	22,4	15,6
37,5	40	150	22,7	13,9
37,5	40	200	22,7	17,1
37,5	80	0	22,4	17,3
37,5	80	50	21,8	17,8
37,5	80	100	22,1	16,4
37,5	80	150	21,5	16,5
37,5	80	200	21,9	19,0



Tabelle 51: Ertragswerte im produktionstechnischen Versuch 2008 (Sorte Silo 901)

Faktorstufen			Ertragswerte	
Reihenweite in cm	Saatstärke in kfK/m <sup>2</sup>	N-Düngung in kg N/ha	Trockensubstanzgehalt in %	Trockenmasseertrag in t/ha
29,5	25	0	29,82	17,05
29,5	25	50	29,19	17,09
29,5	25	100	29,89	18,78
29,5	25	150	30,11	17,21
29,5	25	200	28,93	17,41
29,5	40	0	29,27	16,99
29,5	40	50	30,11	17,89
29,5	40	100	29,29	17,48
29,5	40	150	29,35	18,39
29,5	40	200	30,39	19,10
29,5	80	0	28,88	17,12
29,5	80	50	29,26	18,89
29,5	80	100	29,09	18,84
29,5	80	150	28,81	18,83
29,5	80	200	28,51	19,00
37,5	25	0	31,77	17,73
37,5	25	50	29,95	17,53
37,5	25	100	30,46	18,16
37,5	25	150	31,40	18,66
37,5	25	200	30,44	18,31
37,5	40	0	30,94	17,97
37,5	40	50	30,88	18,21
37,5	40	100	30,88	18,38
37,5	40	150	30,80	19,07
37,5	40	200	30,26	18,91
37,5	80	0	28,80	16,94
37,5	80	50	30,24	19,21
37,5	80	100	30,05	19,25
37,5	80	150	30,27	19,70
37,5	80	200	29,28	19,32

Tabelle 52: Ertragswerte im produktionstechnischen Versuch 2008 (Sorte Lussi)

Faktorstufen			Ertragswerte	
Reihenweite in cm	Saatstärke in kfk/m <sup>2</sup>	N-Düngung in kg N/ha	Trockensubstanzgehalt in %	Trockenmasseertrag in t/ha
29,5	25	0	32,6	15,5
29,5	25	50	33,6	18,5
29,5	25	100	32,3	18,3
29,5	25	150	33,2	18,9
29,5	25	200	32,2	19,0
29,5	40	0	41,0	20,0
29,5	40	50	31,9	16,5
29,5	40	100	30,0	16,6
29,5	40	150	32,5	18,4
29,5	40	200	31,7	18,2
29,5	80	0	32,2	15,8
29,5	80	50	33,1	17,5
29,5	80	100	30,4	16,3
29,5	80	150	31,2	17,8
29,5	80	200	30,8	17,5
37,5	25	0	34,3	17,7
37,5	25	50	34,2	18,0
37,5	25	100	34,2	17,8
37,5	25	150	33,9	18,6
37,5	25	200	33,9	17,8
37,5	40	0	35,9	17,8
37,5	40	50	34,4	17,7
37,5	40	100	35,8	19,3
37,5	40	150	31,9	16,6
37,5	40	200	34,1	18,0
37,5	80	0	32,2	16,3
37,5	80	50	32,7	17,1
37,5	80	100	33,2	17,7
37,5	80	150	32,2	16,3
37,5	80	200	32,8	19,4

Tabelle 53: Ertragswerte im produktionstechnischen Versuch 2008 (Sorte Trudan Headless)

Faktorstufen			Ertragswerte	
Reihenweite in cm	Saatstärke in kfK/m <sup>2</sup>	N-Düngung in kg N/ha	Trockensubstanzgehalt in %	Trockenmasseertrag in t/ha
29,5	25	0	24,5	15,7
29,5	25	50	24,8	18,2
29,5	25	100	23,6	17,4
29,5	25	150	24,1	18,4
29,5	25	200	23,5	19,2
29,5	40	0	24,8	16,9
29,5	40	50	24,0	17,5
29,5	40	100	23,5	19,2
29,5	40	150	23,5	18,4
29,5	40	200	24,2	21,1
29,5	80	0	24,1	16,3
29,5	80	50	24,1	17,7
29,5	80	100	24,1	18,8
29,5	80	150	24,0	20,3
29,5	80	200	23,7	19,6
37,5	25	0	23,8	18,5
37,5	25	50	25,0	18,5
37,5	25	100	23,6	18,6
37,5	25	150	25,2	20,1
37,5	25	200	24,8	20,1
37,5	40	0	25,8	19,7
37,5	40	50	25,0	20,2
37,5	40	100	24,2	19,8
37,5	40	150	24,2	18,0
37,5	40	200	24,8	20,4
37,5	80	0	25,0	19,7
37,5	80	50	25,3	21,1
37,5	80	100	25,2	21,3
37,5	80	150	23,6	20,3
37,5	80	200	23,8	19,9

Tabelle 54: Trockenmasseertrag in t/ha im bayernweiten Sortenvergleich 2007

Sorte	Almesbach	Euerhausen	Günzburg	Karolinenfeld	Neuhof	Neuötting	Sausenhofen	Schesslitz	Steinach	Straubing
Akklimat	9,6	8,5	10,8	6,9	6,5	9,2	11,7	10,1	12,2	14,8
Csaba	13,4	13,1	10,4	6,5	10,1	10,3	13,1	12,8	13,4	16,1
Frugal	13,7	10,1	10,1	10,8	9,5	11,1	13,8	13,1	16,8	16,3
Goliath	17,4	18,9	10,0	6,3	13,2	15,0	20,0	18,5	21,4	19,2
Grazer N	13,9	13,3	10,4	6,2	9,8	13,2	14,5	14,5	18,5	17,1
Green Grazer	15,7	14,5	12,7	7,6	11,2	13,8	15,0	13,5	17,6	18,2
King	14,8	11,7	9,2	9,1	10,2	13,3	15,0	14,6	15,2	17,3
Lussi	17,5	15,3	13,4	7,0	12,3	14,0	16,0	15,9	20,3	19,1
Mithril	14,9	13,2	9,5	9,9	9,5	13,3	15,5	15,2	19,0	18,5
MMR1	11,4	11,1	10,6	8,0	6,9	10,7	12,7	12,8	13,6	11,8
Rona	15,6	14,9	9,5	10,5	10,6	3,9	17,7	13,9	18,1	17,0
Sucrosorgo 506	18,9	17,9	11,4	6,4	12,2	14,3	18,0	16,0	21,1	21,2
Super Sile 20	12,2	14,0	10,5	10,2	8,6	13,4	14,1	14,3	16,6	18,0
Susu	13,0	13,0	10,6	7,5	10,0	12,8	14,3	13,1	17,6	19,4
Vercors	12,0	8,7	12,2	5,5	6,4	9,4	12,4	10,9	11,4	11,9

Tabelle 55: Trockensubstanzgehalt in % im bayernweiten Sortenvergleich 2007

Sorte	Almesbach	Euerhausen	Günzburg	Karolinenfeld	Neuhof	Neuötting	Sausenhofen	Schesslitz	Steinach	Straubing
Akklimat	22,8	23,1	19,7	12,1	18,5	22,2	22,9	25,3	23,2	25,5
Csaba	23,1	23,7	19,8	12,5	19,2	22,7	23,0	27,7	22,5	25,4
Frugal	22,8	24,0	20,3	16,6	19,0	22,6	24,2	26,2	26,0	26,7
Goliath	20,3	25,7	19,1	12,3	18,7	23,0	26,4	27,8	28,2	26,9
Grazer N	23,0	23,2	19,4	11,8	18,3	22,8	22,7	24,7	23,7	25,1
Green Grazer	20,5	23,2	18,8	12,9	18,3	22,4	23,3	25,4	23,8	25,3
King	22,2	22,3	19,3	14,6	18,6	22,6	23,1	24,3	20,4	25,0
Lussi	30,3	30,2	27,4	14,8	24,9	29,5	31,3	32,5	32,5	34,6
Mithril	21,3	23,2	19,2	14,7	17,9	22,5	24,1	26,1	24,8	25,9
MMR1	20,8	21,0	17,9	13,2	17,6	19,8	21,7	23,7	21,5	21,2
Rona	21,2	22,4	19,1	16,8	17,2	24,9	22,5	25,4	23,7	23,2
Sucrosorgo 506	18,3	21,6	16,7	11,6	16,5	19,3	21,8	24,2	22,7	23,2
Super Sile 20	19,9	21,2	18,1	14,7	17,9	20,7	21,1	23,7	21,6	22,9
Susu	21,8	23,4	19,1	13,3	18,3	22,6	22,9	26,4	24,3	25,4
Vercors	25,7	26,1	22,2	11,7	19,3	25,5	26,6	28,7	27,0	26,7

Tabelle 56: Trockenmasseertrag in t/ha im bayernweiten Sortenvergleich 2008

Sorte	Almesbach	Everhausen	Günzburg	Karolinenfeld	Neuhof	Steinach	Straubing
5111/02	15,0	14,7	13,4	13,8	15,1	12,8	14,7
Frugal	12,0	12,6	14,9	10,9	13,9	16,5	15,5
Goliath	15,3	16,0	20,3	17,4	20,0	20,1	21,1
Grazer N	11,1	14,4	16,5	13,0	17,4	15,7	14,1
Green Grazer	12,6	15,1	17,7	15,9	17,4	18,2	19,2
Lussi	14,8	15,4	18,3	16,0	19,5	18,9	18,9
Mithril	14,5	15,4	16,7	14,4	16,5	19,3	16,8
Rona	6,5	13,3	16,9	13,7	16,2	16,7	14,7
Sucrosorgo 405	10,7	13,5	18,1	15,2	18,2	23,3	18,7
Sucrosorgo 506	15,5	17,8	18,4	16,1	20,1	16,5	20,6
Super Sile 20	11,5	13,4	15,9	13,9	15,9	16,5	15,4
Susu	11,8	14,0	16,5	13,3	14,5	17,7	16,0

Tabelle 57: Trockensubstanzgehalt in % im bayernweiten Sortenvergleich 2008

Sorte	Almesbach	Everhausen	Günzburg	Karolinenfeld	Neuhof	Steinach	Straubing
5111/02	19,3	23,3	20,2	22,7	22,1	18,2	20,3
Frugal	20,5	29,6	25,9	25,3	24,1	22,4	26,0
Goliath	20,7	29,9	27,0	27,5	25,5	25,9	28,3
Grazer N	20,0	27,8	22,7	23,3	25,1	20,8	23,5
Green Grazer	17,0	27,6	24,4	24,4	23,3	24,0	25,1
Lussi	29,0	37,7	34,8	35,1	34,0	31,5	34,1
Mithril	20,2	29,4	24,1	25,4	23,4	23,4	25,5
Rona	19,2	25,0	21,3	21,6	22,0	17,9	22,8
Sucrosorgo 405	18,5	26,7	23,5	23,5	23,8	24,3	25,0
Sucrosorgo 506	16,7	26,2	22,2	22,9	23,2	21,3	23,9
Super Sile 20	16,9	24,8	20,8	21,2	22,2	19,9	21,5
Susu	19,3	27,7	22,4	22,9	23,1	21,3	23,1

Tabelle 58: Ergebnisse der Weender- und Van Soest-Analyse (*S. bicolor*) 2006

Sorte	Roh- protein	Roh- faser	Rohfett	Roh- asche	Stärke	NDF	ADF	ADL	Ges. C	N org.	Ges. P	Ges. K	Ges. Ca	Ges. Mg	Ges. S
	in %TM														
1990		32,9	1,46	7,8	< 0,01	64,2	38,6	5,7	44,59	1,25	0,27	2,03	0,47	0,22	0,14
2-way	7,4	27,0	1,17	6,5	< 0,01	53,9	31,9	4,9	43,99	1,18	0,23	1,58	0,39	0,24	0,13
2-way BMR	7,3	27,0	1,36	6,4	< 0,01	51,0	30,3	4,1	43,89	1,12	0,23	1,65	0,39	0,29	0,13
2-way SRS	8,0	27,2	1,17	6,4	< 0,01	56,3	34,3	3,6	43,29	1,33	0,25	2,07	0,43	0,27	0,15
36327	8,0	30,1	1,16	7,0	< 0,01	57,3	35,7	3,9	43,60	1,29	0,24	1,89	0,42	0,25	0,16
36445 DIA	7,4	25,3	1,17	5,9	< 0,01	59,2	34,4	5,6	44,57	1,15	0,20	1,35	0,37	0,23	0,12
811 F		30,9	1,33	6,9	< 0,01	60,8	37,2	5,5	44,39	1,49	0,21	1,95	0,42	0,27	0,14
Bereny						63,5	38,9	6,4	45,41	1,01	0,26	1,31	0,33	0,21	0,11
Biomasse-128	8,2	35,9	1,18	6,0	< 0,01	66,6	42,6	7,1	44,87	1,30	0,15	1,34	0,38	0,26	0,15
Biomasse-133	8,3	35,8	1,11	5,7	< 0,01	67,2	42,6	7,0	44,82	1,32	0,15	1,29	0,40	0,29	0,15
Biomasse-952	7,9	36,4	1,19	5,7	< 0,01	67,7	43,4	7,0	45,14	1,27	0,15	1,30	0,44	0,30	0,14
BMR 56912	-	29,8	1,42	6,8	< 0,01	57,2	33,4	3,0	43,72	1,43	0,16	1,45	0,42	0,27	0,15
Canex	7,2	25,3	1,02	5,4	< 0,01	47,6	26,6	3,5	43,99	1,17	0,30	1,37	0,29	0,17	0,12
Canex BMR 208	6,6	24,0	0,97	5,0	< 0,01	47,1	25,3	3,1	44,07	1,06	0,26	1,22	0,27	0,15	0,12
CWS 2-60-22 P						58,9	32,5	5,6							
Dekalb FS 25 E	8,7	27,3	1,2	6,4	< 0,01	55,9	33,8	4,5	43,83	1,39	0,25	1,77	0,35	0,23	0,15
DSM 8-829		31,9	1,26	6,8	< 0,01	61,3	37,2	5,0	44,52	1,21	0,17	1,18	0,38	0,22	0,14
FS 5		27,9	1,21	5,7	< 0,01	55,5	34,0	5,6	44,61	1,24	0,19	1,59	0,36	0,20	0,12
Goliath	7,6	32,4	1,05	5,0	< 0,01	61,8	38,2	6,3	45,15	1,22	0,16	1,21	0,35	0,26	0,10
GW 7828 F BMR	7,6	31,6	1,23	5,6	< 0,01	53,4	29,2	2,9	44,20	1,22	0,14	0,81	0,40	0,19	0,14
GW 9110 F		28,3	1,19	6,8	< 0,01	55,2	33,4	4,8	43,96	1,20	0,24	1,51	0,39	0,20	0,13
H 405		31,1	1,14	6,0	< 0,01	59,7	36,3	6,0	44,49	1,16	0,13	0,80	0,32	0,20	0,12
H 506	7,7	32,0	1,10	6,1	< 0,01	58,4	33,7	4,7	44,23	1,79	0,27	1,63	0,47	0,34	0,17
H 952	6,7	31,0	1,01	6,1	< 0,01	59,9	36,1	5,2	44,57	1,07	0,20	1,45	0,34	0,21	0,14
Hikane 2	7,0	26,2	1,13	6,0	< 0,01	53,5	31,7	5,0	44,08	1,28	0,25	2,08	0,44	0,27	0,14

Sorte	Roh- protein	Roh- faser	Rohfett	Roh- asche	Stärke	NDF	ADF	ADL	Ges. C	N org.	Ges. P	Ges. K	Ges. Ca	Ges. Mg	Ges. S
	in %TM														
Hikane II		25,9	1,14	5,4	< 0,01	50,3	29,2	3,9	44,03	1,10	0,16	0,84	0,30	0,22	0,12
KI 06/01	7,9	26,2	1,36	5,9	< 0,01	58,3	33,4	5,0	44,00	1,47	,26	1,71	0,39	0,29	0,15
Monori Edes	7,7	23,7	1,28	5,5	< 0,01	51,1	27,8	4,2	44,43	1,24	0,28	1,24	0,31	0,17	0,13
Moo Chow	7,6	26,6	1,11	6,2	< 0,01	62,2	37,5	6,2	44,60	1,23	0,21	1,55	0,38	0,25	0,13
NC + Nutricane II	7,8	32,8	1,22	5,5	< 0,01	56,0	33,8	4,6	44,27	1,25	0,13	0,80	0,36	0,24	0,14
Nectar	7,8	25,4	1,16	6,5	< 0,01	52,9	30,3	3,9	43,83	1,28	0,26	1,65	0,32	0,19	0,13
Nutrigreen BMR	8,0	31,0	1,27	7,4	< 0,01	58,8	34,5	3,6	43,85	1,28	0,28	2,01	0,47	0,24	0,15
Nutrigreen BMR	7,9	30,2	1,25	7,2	< 0,01	58,6	35,4	2,7	43,85	1,28	0,28	2,01	0,47	0,24	0,15
Nutritop Plus	8,3	29,6	1,32	7,5	< 0,01	53,3	31,8	5,1	44,09	1,23	0,19	1,47	0,38	0,25	0,13
Red Top Candy	7,3	25,0	1,11	5,9	< 0,01	53,2	31,8	4,3	43,71	1,26	0,26	1,39	0,39	0,24	0,13
Rona	8,1	26,1	1,27	6,1	< 0,01	55,9	31,9	5,2	44,43	1,28	0,25	1,34	0,33	0,21	0,13
SG-R-001	7,8	25,3	1,3	5,8	3,39	54,0	30,7	2,9	43,87	1,17	0,25	1,48	0,35	0,23	0,13
SG-R-002 M		25,5	1,26	5,7	< 0,01	53,7	30,1	4,9	44,35	1,27	0,18	0,80	0,36	0,20	0,13
Silex BMR		26,9	1,14	6,4	< 0,01	53,6	31,9	2,4	43,63	1,23	0,21	1,62	0,41	0,23	0,15
SS 405	7,2	31,8	0,91	5,6	< 0,01	62,3	37,7	5,8	44,63	1,13	0,17	1,56	0,37	0,22	0,12
Sucrosorgo 506	8,0	30,2	1,11	5,8	< 0,01	61,2	38,1	6,4	44,93	1,29	0,21	1,58	0,32	0,25	0,13
Super Sile 18	7,1	27,2	1,10	6,5	< 0,01	59,9	38,8	6,5	44,93	1,14	0,19	1,60	0,39	0,22	0,12
Super Sile 20	7,3	27,5	1,12	6,3	< 0,01	53,8	32,2	4,8	44,02	1,18	0,19	1,29	0,33	0,21	0,13
Sweet Bee	7,9	25,6	1,12	5,8	6,30	53,7	31,0	4,4	44,18	1,27	0,20	1,32	0,31	0,21	0,12
Sweet Bee sterile II	7,8	26,6	1,09	6,0	< 0,01	51,8	30,0	4,3	43,84	1,23	0,27	1,68	0,32	0,22	0,13
WX 03447						51,3	27,8	2,7							
WXF-124						48,4	26,7	3,3							

Tabelle 59: Ergebnisse der Weender- und Van Soest-Analyse (*S. bicolor*, Körnerhirse) 2006

Sorte	Roh-protein	Roh-faser	Rohfett	Roh-asche	Stärke	NDF	ADF	ADL	Ges. C	N org.	Ges. P	Ges. K	Ges. Ca	Ges. Mg	Ges. S
	in %TM														
02555 DIA	10,1	26,2	1,6	7,1	< 0,01	57,7	31,0	4,7	44,92	1,71					0,19
07555 DIA	9,7	28,0	1,6	7,0	< 0,01	59,6	32,8	5,0	44,73	1,65					0,18
Albita	9,8	24,4	1,8	6,6	4,99	55,5	30,9	4,4	44,51	1,66					0,18
Alföldi	9,4	22,5	1,8	6,5	13,44	52,2	28,9	4,8	44,86	1,60					0,18
Arkan	10,3	22,4	2,1	6,4	14,52	52,5	27,7	4,3	45,00	1,76					0,17
Arllys	10,2	19,1	2,4	5,8	25,98	48,0	24,6	3,6	45,18	1,75					0,17
DK 18	10,0	20,3	2,3	6,2	23,60	51,1	26,6	4,0	45,05	1,71					0,19
DK 39 T	9,2	24,5	1,8	6,1	11,24	55,6	29,4	5,1	45,02	1,56					0,18
DK 51	9,5	25,4	1,3	6,9	< 0,01	55,4	30,8	4,1	44,35	1,62					0,18
DK 52	10,1	25,2	1,5	7,3	< 0,01	57,6	32,0	4,7	44,60	1,72					0,19
DK 61 T	9,1	26,3	1,3	6,1	1,23	55,9	31,5	5,5	44,89	1,54					0,17
DK 68 T	9,2	26,1	1,4	8,4	0,56	57,6	31,8	4,8	43,31	1,56					0,18
DKS 29-28	10,7	26,1	1,7	7,9	3,51	59,3	30,8	4,2	44,45	1,82					0,20
Friggo	10,7	18,3	2,3	6,2	26,25	44,0	23,4	3,8	44,94	1,83					0,17
GK Emese	9,3	20,5	2,1	6,1	20,14	52,2	26,5	4,5	44,91	1,59					0,17
GK Zsofia	10,3	23,3	2,0	7,2	12,47	54,9	30,0	5,1	44,70	1,76					0,20
Graze-N-Sile	9,0	27,1	1,4	6,7	< 0,01	57,3	31,6	4,2	44,52	1,54					0,17
Kinggo	10,0	21,0	2,1	6,4	18,01	50,5	26,8	4,3	44,88	1,70					0,18
MSC 531	10,0	27,2	1,5	7,2	< 0,01	57,0	31,5	4,4	44,53	1,69					0,19
NC+6B50	10,5	25,9	1,5	7,0	< 0,01	57,1	31,3	4,2	44,92	1,79					0,19
NC+Y 363	10,8	27,6	1,4	7,5	< 0,01	61,4	34,7	5,5	44,86	1,83					0,19
Pulsar	9,9	26,3	1,6	7,0	3,75	55,0	29,7	4,6	44,51	1,69					0,18
Reward	10,5	21,9	2,0	6,7	13,84	51,0	28,4	4,4	44,71	1,77					0,18
Shaku	7,7	25,8	1,3	5,7	< 0,01	54,4	29,5	3,8	44,49	1,32					0,16
Silo 8416	9,5	26,0	1,6	7,0	< 0,01	-	-	-	44,78	1,61					0,18
SR 162/06	10,0	25,0	1,6	7,1	4,08	57,1	31,8	4,8	44,65	1,70					0,20



Sorte	Roh- protein	Roh- faser	Rohfett	Roh- asche	Stärke	NDF	ADF	ADL	Ges. C	N org.	Ges. P	Ges. K	Ges. Ca	Ges. Mg	Ges. S
	in %TM														
SR 163/06	9,6	21,7	2,1	6,1	20,08	50,3	26,0	3,5	44,99	1,63					0,17
SR 164/06	9,8	25,2	1,8	6,3	13,69	53,3	27,5	4,6	44,86	1,66					0,19
VDH 422	8,4	26,0	1,4	6,7	< 0,01	57,0	31,3	4,6	44,32	1,42					0,20
WX 03447	7,3	24,8	1,2	6,0	< 0,01	51,3	27,8	2,7	44,05	1,24					0,16
WX-124	6,3	23,1	1,1	5,0	< 0,01	-	-	-	44,18	1,07					0,14

Tabelle 60: Ergebnisse der Weender- und Van Soest-Analyse (*S. bicolor*, Zuckerhirse) 2006

Sorte	Roh- protein	Roh- faser	Rohfett	Roh- asche	Stärke	NDF	ADF	ADL	Ges. C	N org.	Ges. P	Ges. K	Ges. Ca	Ges. Mg	Ges. S
	in %TM														
38445 BIA	8,2	30,3	1,07	6,2	< 0,01	57,9	34,5	5,0	44,38	1,33					0,13
ATX 623 x Della	7,0	25,6	0,92	5,6	< 0,01	53,0	31,2	4,5	44,20	1,12					0,13
ATX 623 x Keller	7,9	28,8	1,12	5,1	< 0,01	57,7	33,9	5,1	44,90	1,25					0,13
BMR 601 D I	8,4	24,0	1,09	6,5	< 0,01	49,5	29,7	3,7	43,34	1,36					0,13
Cowlev	7,6	22,4	0,93	5,0	< 0,01	46,2	24,8	3,5	43,83	1,21					0,12
CWS 5-2	7,6	26,1	1,08	5,7	< 0,01	50,4	30,3	4,7	43,80	1,21					0,13
Dale	7,8	27,7	1,11	5,5	< 0,01	51,7	32,4	4,3	43,57	1,25					0,12
Della	6,9	25,3	0,93	4,9	< 0,01	49,2	28,8	4,0	43,70	1,12					0,11
EST SVSSO 1	8,7	27,0	1,13	6,8	< 0,01	54,1	33,6	4,9	43,88	1,40					0,17
Hunnigreen 38445 BIA	8,3	30,8	1,10	6,3	< 0,01	58,4	37,1	5,1	44,28	1,34					0,14
Keller	7,6	27,7	0,95	5,7	< 0,01	54,1	32,8	4,7	44,08	1,22					0,13
M 81 E	7,9	28,7	1,10	5,4	< 0,01	55,6	34,1	5,0	44,33	1,27					0,13
Rio	7,5	26,6	1,06	6,2	< 0,01	52,0	30,3	3,8	43,88	1,21					0,12
Rox Orange	7,1	23,9	1,21	5,1	< 0,01	47,2	27,3	4,1	43,26	1,13					0,12
SS 1	7,6	24,2	1,12	6,0	< 0,01	49,4	28,6	4,1	43,78	1,22					0,13
SS 2	7,6	28,6	1,12	5,6	< 0,01	58,6	35,5	5,9	44,51	1,23					0,13
SS 3	7,9	31,1	1,13	5,9	< 0,01	60,5	36,2	6,0	44,44	1,26					0,13
SS Silage	8,0	27,8	1,10	6,4	< 0,01	52,9	31,1	4,7	43,97	1,28					0,14
Sugar Drip	7,4	24,1	1,04	5,2	< 0,01	47,9	29,2	4,2	43,75	1,18					0,13
Sugar Graze	7,6	25,5	1,02	6,1	< 0,01	50,1	29,3	4,2	43,46	1,22					0,13
Sugar Leaf	8,4	30,8	1,23	6,5	< 0,01	58,7	34,9	5,0	44,02	1,34					0,14
Theis	7,6	25,6	1,07	5,4	< 0,01	49,5	29,8	4,2	43,79	1,21					0,13
Top 76-6	7,3	26,7	0,96	5,0	< 0,01	49,6	30,0	4,8	44,35	1,17					0,13
Umbrella	6,8	24,4	1,35	4,9	< 0,01	46,9	27,6	3,4	43,86	1,10					0,12
ZH 530	7,8	29,5	1,03	5,1	< 0,01	58,4	33,9	5,4	44,97	1,24					0,13

Tabelle 61: Ergebnisse der Weender- und Van Soest-Analyse (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) 2006

Sorte	Roh-protein	Roh-faser	Rohfett	Roh- asche	Stärke	NDF	ADF	ADL	Ges. C	N org.	Ges. P	Ges. K	Ges. Ca	Ges. Mg	Ges. S
	in %TM														
30555BIA	7,9	31,9	1,23	6,5	< 0,01	60,1	36,6	5,7	44,82	1,26	0,19	1,70	0,44	0,28	0,14
Arrovito AD	8,1	30,0	1,28	6,0	< 0,01	59,4	33,9		45,07	1,31	0,22	1,32	0,36	0,25	0,15
Bovital	8,8	30,1	1,81	5,6	10,70	59,9	35,4	6,3	45,60	1,41	0,21	1,02	0,36	0,27	0,14
Ceres	7,6	26,6	1,16	5,6	< 0,01	53,0	28,8		44,52	1,23	0,19	1,16	0,44	0,23	0,15
CWS2-60-22 P	8,7	28,7	1,65	6,4	9,15	58,9	32,5		45,15	1,40	0,28	1,57	0,41	0,26	0,16
Don Verdeo 46	7,9	28,4	1,24	5,9	< 0,01	54,1	29,6	3,0	44,56	1,26	0,20	1,32	0,46	0,23	0,17
EST SVSSO 2	9,1	31,2	1,76	6,2	8,47	63,4	36,6	5,9	45,69	1,45	0,26	1,30	0,41	0,24	0,15
Everlush	8,3	33,0	1,17	6,4	< 0,01	63,2	39,0	7,1	45,23	1,31	0,19	1,30	0,36	0,25	0,14
GK Csaba	9,8	27,3	2,21	6,7	14,46	54,8	32,3	5,6	45,20	1,56	0,25	1,38	0,42	0,23	0,15
Grazer N	7,5	34,2	1,18	6,1	< 0,01	61,8		6,4	45,31	1,18	0,17	1,40	0,38	0,22	0,13
Green Grazer	9,1	33,7	1,30	8,0	< 0,01	61,7	34,8	3,0	43,92	1,45	0,25	1,94	0,54	0,31	0,16
Gro-N-Graze Dream		31,7	1,18	6,2	< 0,01	60,1	35,5	5,6	44,84	1,27	0,14	1,11	0,40	0,23	0,12
GW9511 G	8,4	28,9	1,97	6,4	11,45	64,3	34,2	6,5	45,36	1,36	0,23	1,27	0,39	0,25	0,15
Hochland 160	6,7	25,6	1,13	4,8	< 0,01	49,8	28,5	4,2	44,38	1,07	0,18	0,77	0,28	0,22	0,12
Honey-CW2	8,4	30,2	1,68	6,5	8,94	59,4	35,2		45,20	1,36	0,23	1,38	0,40	0,25	0,14
Jumbo	8,2	33,5	1,18	6,8	< 0,01	62,3	38,3	5,8	44,78	1,32	0,19	1,54	0,39	0,27	0,14
King 61	8,3	29,8	1,47	6,0	5,99	58,2	34,3	5,9	44,91	1,32	0,21	1,46	0,40	0,25	0,15
Mithril	8,0	34,4	1,13	6,5	< 0,01	64,3	38,5	5,9	44,99	1,28	0,19	1,60	0,39	0,27	0,14
NC+Sweet leaf	8,7	30,5	1,27	6,0	< 0,01	58,4	33,1	3,2	43,98	1,40	0,23	1,74	0,44	0,29	0,15
Speedfeed	8,5	29,5	1,47	6,4	1,65	61,0	36,0	6,3	44,95	1,37	0,19	1,30	0,42	0,24	0,14
Sucrosse S-1	8,4	31,3	1,71	6,0	9,07	62,8	37,5	6,6	45,54	1,34	0,18	0,97	0,39	0,25	0,14
Sucrosse2-S	8,3	28,8	1,84	6,0	11,22	57,3	36,1	6,4	45,25	1,33	0,16	0,96	0,40	0,23	0,14
Sucrosse5-R BMR	8,4	26,5	1,55	6,7	5,58	57,6	32,4	3,9	44,60	1,35	0,21	1,25	0,48	0,27	0,16
Sucrosse6-R BMR	8,9	27,8	1,53	7,1	3,92	57,0	32,0		44,18	1,44	0,25	1,36	0,46	0,29	0,16
Sucrosse9-R PS	8,3	34,2	1,32	6,9	< 0,01	65,2	39,3	5,9	45,12	1,33	0,18	1,70	0,44	0,27	0,14
Susu	8,4	28,2	1,75	6,3	10,85	56,1	31,8	5,0	45,10	1,35	0,22	1,28	0,41	0,25	0,14

Sorte	Roh-protein	Roh-faser	Rohfett	Roh-asche	Stärke	NDF	ADF	ADL	Ges. C	N org.	Ges. P	Ges. K	Ges. Ca	Ges. Mg	Ges. S
	in %TM														
Sweet Creek	8,6	28,4	1,19	6,8	< 0,01	57,4	33,9	5,4	44,35	1,38	0,19	1,42	0,40	0,30	0,15
Sweet Jumbo	9,0	31,7	1,25	7,2	< 0,01	60,3	37,4	5,8	44,25	1,45	0,20	1,78	0,46	0,29	0,15
SX 17	8,3	33,4	1,55	7,2	7,24	64,5		7,1	45,66	1,32	0,25	1,20	0,45	0,26	0,14
Wüste 1	7,4	27,3	1,14	5,7	< 0,01	54,2	33,3	5,1	44,44	1,19	0,23	1,48	0,33	0,24	0,12

Tabelle 62: Ergebnisse der Weender- und Van Soest-Analyse (S. sudanese) 2006

Sorte	Roh-protein	Roh-faser	Rohfett	Roh-asche	Stärke	NDF	ADF	ADL	Ges. C	N org.	Ges. P	Ges. K	Ges. Ca	Ges. Mg	Ges. S
	in %TM														
Akklimat	9,2	31,1	1,68	5,9	7,73	59,7	34,9	5,9	45,58	1,48	0,23	1,22	0,43	0,27	0,15
Krokio	10,0	28,9	1,55	7,1	4,81	63,3	36,1	5,8	45,12	1,60	0,25	1,15	0,47	0,24	0,16
Piper	9,5	33,7	1,68	6,1	5,91	67,8	40,9	7,1	45,75	1,52	0,23	1,08	0,47	0,28	0,16
Trudan Headless	8,2	33,7	1,22	5,9	< 0,01	62,6	39,1	5,9	45,06	1,30	0,16	1,34	0,42	0,26	0,14
Vercors	7,4	30,4	1,21	6,0	1,75	59,3	34,3	5,5	45,12	1,19	0,19	1,33	0,32	0,21	0,13

Tabelle 63: Ergebnisse der Weender- und Van Soest-Analyse (Demonstrationsanbau 2006)

Sorte	Roh-protein	Roh-faser	Rohfett	Roh- asche	Stärke	NDF	ADF	ADL	Ges. C	N org.	Ges. P	Ges. K	Ges. Ca	Ges. Mg	Ges. S
	in %TM														
23327	7,6	25,3	0,98	6,0	< 0,01	52,1	28,2	2,6	44,36	1,53	0,26	1,46	0,48	0,33	0,16
27327	8,0	30,2	0,94	6,5	< 0,01	56,6	33,3	4,6	44,35	1,12	0,17	1,29	0,31	0,22	0,14
31306	8,4	27,2	1,15	6,8	< 0,01	49,7	30,7	4,6	44,41	1,64	0,38	1,54	0,53	0,28	0,17
70327	7,4	28,6	1,02	6,9	< 0,01	57,8	32,6	3,0	44,95	1,65	0,30	1,48	0,46	0,25	0,18
31445BIA	8,5	29,5	1,28	6,6	< 0,01	57,7		5,3	44,15	1,13	0,26	1,71	0,38	0,19	0,14
33555AIA	8,4	28,0	1,32	5,9	4,67	55,1	31,9	5,0	44,31	1,14	0,25	1,65	0,41	0,16	0,15
47352-02V430*429	8,2	29,8	1,38	7,7	< 0,01	58,6	34,0	4,7	44,85	1,63	0,34	1,38	0,57	0,27	0,18
01555DIA	10,2	26,3	1,40	7,4	< 0,01	55,9	30,4	4,3	44,13	1,28	0,26	1,50	0,53	0,17	0,14
Aralba	10,2	25,9	1,36	7,1	0,56	55,1	31,6	4,5	44,64	1,60	0,32	1,67	0,44	0,28	0,18
Brise	11,6	24,6	1,53	6,8	1,70	53,2	28,0	3,7	45,47	1,44	0,30	1,34	0,46	0,22	0,15
Burggo	10,8	20,0	2,23	7,0	17,44	47,6	-	4,1	44,19	1,63	0,31	1,72	0,46	0,25	0,17
Canex BMR 208	8,0	26,0	1,09	6,4	< 0,01	50,8	-	0,0	44,61	1,28	0,19	1,77	0,42	0,22	0,15
Canex II	7,1	25,1	1,06	6,0	< 0,01	49,2	28,8	3,8	44,04	1,22	0,20	1,49	0,41	0,21	0,15
Cellu	8,4	27,5	1,26	6,1	3,40	59,8	33,3	5,5	43,97	1,59	0,32	1,70	0,46	0,25	0,17
Choice BMR 3655AIA	7,1	26,4	1,03	6,1	< 0,01	50,5	28,5	2,6	44,50	1,90	0,36	1,99	0,64	0,31	0,19
Chun Tian Nr.2	5,7	25,8	0,87	5,6	< 0,01	51,4	30,6	4,5	44,41	1,86	0,38	1,40	0,60	0,25	0,19
Cow Pow	8,9	31,8	1,20	7,5	< 0,01	60,4	36,2	5,3	44,28	1,16	0,19	1,32	0,35	0,21	0,13
Dekalb FS5	8,2	29,9	1,22	6,7	< 0,01	55,3	32,7	4,8	45,06	1,34	0,29	1,48	0,41	0,23	0,15
DKS 35-70	10,8	25,0	1,32	6,9	< 0,01	54,7	29,2	4,5	43,82	1,14	0,26	1,53	0,43	0,20	0,14
DKS 36-16	11,8	27,0	1,58	7,7	< 0,01	56,7	30,8	4,3	44,35	1,31	0,26	2,19	0,47	0,23	0,14
DKS 37-07	10,0	24,4	1,41	7,0	2,04	54,7	-	4,9	43,93	1,13	0,21	1,75	0,34	0,19	0,13
DKS 42-20	10,5	25,8	1,45	6,8	< 0,01	54,6	29,5	4,5	43,84	1,13	0,25	1,91	0,39	0,21	0,14
DKS 54-00	10,4	26,2	1,31	6,7	< 0,01	54,3	-	4,8	44,11	1,33	0,27	1,80	0,41	0,19	0,14
DSM 09-720	8,4	31,1	1,36	6,3	< 0,01	58,4	34,9	4,4	44,17	1,39	0,19	1,88	0,53	0,28	0,16
DSM 12-426	8,5	27,1	1,25	6,5	< 0,01	53,4	30,6	2,8	44,69	1,36	0,19	1,88	0,45	0,26	0,15
DSM14-080	7,7	30,2	1,10	5,7	< 0,01	57,1	32,6	5,0	44,92	1,24	0,16	1,29	0,40	0,22	0,15

Sorte	Roh-protein	Roh-faser	Rohfett	Roh- asche	Stärke	NDF	ADF	ADL	Ges. C	N org.	Ges. P	Ges. K	Ges. Ca	Ges. Mg	Ges. S
	in %TM														
DSM22-890	8,6	30,5	1,31	6,7	< 0,01	56,8	32,2	3,2	45,07	1,21	0,18	1,53	0,39	0,21	0,14
Gardavan	9,1	30,3	1,57	6,5	8,30	61,9	36,3	0,0	44,16	1,18	0,21	1,99	0,47	0,23	0,14
GW9122G	7,6	29,0	1,36	5,8	< 0,01	59,4	34,7	5,7	44,71	1,35	0,24	1,46	0,49	0,24	0,15
GW9161F	7,1	26,7	0,98	7,1	< 0,01	51,9	30,9	4,2	44,67	1,66	0,29	1,58	0,45	0,28	0,18
GW9590G	8,5	30,9	1,14	7,0	< 0,01	58,2	34,8	5,2	44,65	1,25	0,16	1,95	0,35	0,18	0,14
GW9910F	7,1	26,2	1,13	5,8	< 0,01	56,2	32,8	4,7	44,74	1,67	0,31	1,60	0,44	0,32	0,18
Hay day	8,2	28,4	1,07	5,9	3,64	57,4	32,5	5,4	45,16	1,67	1,49	1,49	0,55	0,27	0,17
Jumbo	7,8	31,6	1,16	6,8	< 0,01	59,2	35,9	5,6	44,54	1,13	0,24	1,54	0,43	0,16	0,15
Keller	7,8	29,8	0,84	5,2	< 0,01	58,0	32,5	5,1	44,00	1,35	0,25	1,43	0,55	0,28	0,16
La Holandesa G2000	9,9	26,2	1,47	7,4	< 0,01	52,4	28,5	3,7	44,24	1,44	0,26	1,46	0,42	0,27	0,16
Macia	9,6	25,1	1,37	6,5	< 0,01	51,9	28,4	3,8	44,27	1,61	0,31	1,59	0,48	0,26	0,18
Megasweet	8,1	28,2	1,23	6,7	< 0,01	55,1	32,8	0,0	44,85	1,35	0,21	1,65	0,48	0,26	0,15
Mezőkovác Hazi	7,9	33,7	1,01	5,3	0,79	66,5	39,1	5,9	44,69	1,63	0,34	1,60	0,46	0,27	0,18
MR Buster	10,4	24,9	1,33	7,7	< 0,01	53,9	29,5	4,3	44,14	1,31	0,20	1,79	0,43	0,18	0,16
MR Maxi	10,2	25,9	1,32	6,8	< 0,01	55,2	29,3	4,3	44,17	1,30	0,25	1,61	0,43	0,21	0,16
MR32	10,4	24,7	1,49	7,6	0,40	53,3	28,9	4,2	44,01	1,35	0,23	1,66	0,39	0,24	0,14
MR43	10,3	26,0	1,44	6,5	< 0,01	55,3	29,6	4,2	44,25	1,42	0,21	1,87	0,45	0,24	0,14
Revolution BMR 33445 DIA	8,4	27,8	1,22	6,4	5,92	55,9	30,9	4,6	44,40	0,90	0,20	1,57	0,32	0,15	0,13
Silo 901	8,9	25,7	1,42	6,8	< 0,01	51,7	28,5	4,1	44,22	1,63	0,31	1,83	0,48	0,26	0,18
Sugar Graze	8,0	26,5	0,92	6,4	< 0,01	52,2	29,4	4,1	45,71	1,26	0,24	1,43	0,34	0,21	0,14
SuperSile15	7,1	25,6	1,13	6,8	< 0,01	55,5	31,8	4,5	45,07	1,25	0,16	1,25	0,35	0,18	0,13
SuperSile18	8,2	27,5	1,16	6,9	< 0,01	55,0		4,5	43,74	1,27	0,19	1,90	0,42	0,25	0,14
SuperSile20	7,0	26,4	1,07	6,5	< 0,01	53,9	31,3	4,5	45,04	1,31	0,20	1,45	0,43	0,20	0,14
Susu									44,44	0,20	0,27	2,01	0,35	0,21	0,15
Szegedi 1023	10,2	32,1	1,31	7,6	1,98	63,5	36,3	5,6	44,62	1,44	0,29	1,54	0,46	0,24	0,16
Szegedi 185	10,3	31,6	1,40	7,1	2,10	64,8	36,8	5,8	44,56	1,05	0,16	1,36	0,26	0,20	0,13
Szilard	9,0	28,5	1,58	6,6	4,43	58,6	32,4	4,4	44,00	0,17	0,21	1,63	0,46	0,21	0,16

Sorte	Roh- protein	Roh- faser	Rohfett	Roh- asche	Stärke	NDF	ADF	ADL	Ges. C	N org.	Ges. P	Ges. K	Ges. Ca	Ges. Mg	Ges. S
	in %TM														
VDH 302	10,2	26,5	1,42	7,7	< 0,01	53,7	30,9	4,3	44,56	1,36	0,23	2,01	0,48	0,26	0,14
VDH 303	10,1	25,3	1,37	7,4	< 0,01	54,1	28,8	3,9	44,55	1,36	0,26	1,51	0,50	0,23	0,15
VDH 314	9,8	25,6	1,22	6,8	< 0,01	52,8	28,4	4,0	43,45	1,47	0,26	2,37	0,49	0,28	0,15
WX 03451	7,8	28,3	1,30	6,3	< 0,01	55,0	30,0	2,7	44,37	1,65	0,34	1,61	0,54	0,26	0,18
WXF-121	6,6	28,2	0,99	5,4	< 0,01	53,3		4,5	44,62	1,73	0,32	1,54	0,46	0,29	0,18
WXF-122	7,0	27,1	0,88	5,0	< 0,01	53,3	31,4		44,55	1,66	0,33	1,67	0,49	0,25	0,17
WXF-123	7,3	25,6	0,98	5,3	< 0,01	51,0	29,1	3,6	44,64	1,74	0,40	1,26	0,50	0,24	0,17
X56912	9,2	30,5	1,18	7,5	< 0,01	56,9	32,5	2,7	44,38	1,12	0,22	1,78	0,39	0,21	0,14
Zao Shu Nr.1	7,1	27,4	0,88	6,1	< 0,01	51,0	29,8	4,0	44,36	1,57	0,27	1,71	0,47	0,25	0,16

Tabelle 64: Ergebnisse der Weender- und Van Soest-Analyse (*S. bicolor*) 2007

Sorte	Roh-protein	Roh-faser	Rohfett	Roh-asche	NDF	ADF	ADL	Ges.C	N org.	Ges. P	Ges. K	Ges. Ca	Ges. Mg	Ges. S
	in %TM													
1990	8,2	28,6	1,3	7,5	60,5	36,7		44,3	1,31	0,25	1,92	0,44	0,27	0,12
2-way	6,8	26,2	1,2	7,1	52,0	30,8		43,9	1,09	0,24	1,54	0,34	0,21	0,1
2-way BMR	6,6	26,7	1,0	6,3	52,5	30,2		43,6	1,05	0,22	1,3	0,42	0,25	0,1
2-way SRS	8,5	25,9	1,0	7,5	53,1	31,5		43,6	1,36	0,32	1,66	0,35	0,27	0,12
36327	7,8	28,5	0,9	7,5	55,7	34,4		43,2	1,25	0,21	1,76	0,46	0,23	0,12
36445DIA	7,2	25,8	1,2	6,6	48,7	28,0	2,0	43,4	1,15	0,26	1,41	0,38	0,26	0,13
47352 - 02V430*429	7,7	29,3	1,1	7,0	59,0	-	-	44,3	1,23	0,21	1,82	0,45	0,28	0,1
5111/01	7,0	22,7	0,6	6,0	49,5	30,6		44,1	1,13	0,22	1,17	0,32	0,18	0,1
5111/02	5,8	30,9	0,6	5,2	61,7	38,8		45,1	0,94	0,17	0,99	0,29	0,2	0,1
6211/01	8,1	25,2	1,0	6,3	53,1	33,9		44,1	1,29	0,28	1,52	0,3	0,24	0,11
6311/06	7,0	25,2	0,8	6,8	53,0	-		44	1,12	0,24	1,55	0,33	0,24	0,11
6312/03	7,7	28,5	0,9	6,8	54,8	33,9		43,9	1,23	0,25	1,46	0,38	0,23	0,12
6312/04	7,2	28,8	1,0	7,4	54,9	34,0		43,7	1,15	0,22	1,89	0,4	0,25	0,11
70327	7,7	28,4	1,1	8,0	55,8	33,7		43,7	1,24	0,22	1,86	0,48	0,3	0,12
811F	8,6	29,1	1,3	8,4	60,5	-		43,9	1,38	0,28	2,18	0,44	0,28	0,15
849F	6,9	26,2	0,8	6,0	53,7	32,2		44,3	1,1	0,22	1,37	0,35	0,18	0,11
88Y20	10,6	25,6	1,3	7,5	58,2	30,8		44,2	1,7	0,37	1,56	0,45	0,27	0,15
88Y41	9,9	26,7	1,3	7,5	60,5	33,8		44,4	1,58	0,34	1,32	0,39	0,22	0,14
Alltime	8,4	27,2	1,1	6,7	56,4	33,7		44,1	1,35	0,23	1,58	0,41	0,21	0,11
Arroyito AD	6,6	26,4	1,0	5,7	52,6	29,9		44,2	1,06	0,2	1,15	0,39	0,17	0,12
Biomass 128	7,0	28,1	0,9	5,7	54,4			44,2	1,12	0,2	1,49	0,33	0,24	0,1
Biomass 133/Goliath	6,7	32,5	0,9	5,9	-	38,2		44,3	1,07	0,17	1,15	0,36	0,22	0,1
Biomass 952	6,7	33,6	0,9	5,6	63,1	40,8		44,9	1,08	0,18	1,05	0,39	0,23	0,11
BMR 56912	7,0	28,5	1,0	7,0	55,7			43,4	0,12	0,21	1,8	0,38	0,23	0,11
Canex	6,3	22,1	1,1	6,1	47,6	28,3	3,3	43,4	1,02	0,25	1,2	0,31	0,2	0,1
Canex BMR 208	6,8	26,6	1,1	5,4	52,5	30,7	2,5	44,2	1,09	0,23	1,18	0,39	0,18	0,12



Sorte	Roh-protein	Roh-faser	Rohfett	Roh- asche	NDF	ADF	ADL	Ges.C	N org.	Ges. P	Ges. K	Ges. Ca	Ges. Mg	Ges. S
	in %TM													
Canex BMR 208	6,7	23,3	1,2	5,3	47,1	27,5	3,2	44,1	1,07	0,26	1,23	0,34	0,18	0,1
Canex II	8,2	25,4	1,2	6,3	50,5	30,7	3,6	43,8	1,31					0,12
Cellu	8,4	28,9	0,9	6,3				44,1	1,35	0,28	1,43	0,34	0,25	0,12
Ceres	8,4	26,7	1,1	6,9	55,1	31,1		43,8	1,34	0,25	1,49	0,39	0,25	0,13
Cow Pow	8,4	29,4	1,0	7,3	55,6	36,5	5,1	43,9	1,34	0,25	1,87	0,28	0,26	0,11
CW 9230-33	10,0	28,5	1,1	7,0	60,6	35,3	-	44,3	1,59	0,32	1,58	0,39	0,27	0,15
CWS 2-60-22P	7,5	28,4	1,1	7,5	56,7			43,5	1,21	0,22	1,87	0,4	0,26	0,13
DEKALB FS 25E	7,9	26,8	1,0	6,0	53,3	31,3	-	44,4	1,27	0,21	1,42	0,33	0,21	0,12
DSM 09-720	8,2	27,7	1,4	7,1	54,7	32,7	3,7	44	1,31	0,26	1,66	0,42	0,26	0,12
DSM 14-080	7,7	26,2	1,1	6,8	51,6	33,6	5,6	43,8	1,24	0,22	1,55	0,38	0,22	0,11
DSM 22-890	8,5	27,9	1,3	8,0	54,7	32,4	2,2	42,3	1,37	0,28	2,1	0,45	0,32	0,13
DSM 8-829	6,8	28,3	0,9	6,9	54,4			44	1,08	0,19	1,56	0,37	0,23	0,11
EST SVSS02	7,3	26,3	0,9	6,7	52,4			43,9	1,17	0,22	1,45	0,44	0,24	0,13
F13 - 800	6,8	27,9	0,7	6,2	54,0			44,2	1,09	0,19	1,33	0,37	0,2	0,11
FS5	7,1	27,3	0,8	6,6	54,6	33,6		43,9	1,14	0,19	1,54	0,34	0,19	0,11
GW 7828F bmr	6,8	27,7	1,0	6,0	52,7	30,0		43,8	1,08	0,24	1,35	0,42	0,19	0,13
GW9110F	8,0	26,4	0,9	6,9	54,1	29,8		43,8	1,28	0,25	1,54	0,4	0,23	0,12
GW9590G	8,5	28,6	1,1	7,9	55,8	35,5		43,8	1,37	0,25	1,83	0,45	0,26	0,11
GW9910F	8,3	25,3	1,1	6,7	53,0	31,8		44	1,34	0,27	1,4	0,39	0,21	0,13
Hikane II	7,0	26,5	1,3	6,8	56,5	32,6		44,2	1,12	0,24	1,52	0,34	0,24	0,1
Hochland 160	6,5	25,9	1,0	5,1	49,1	29,9	3,8	44,2	1,03	0,27	1	0,28	0,21	0,11
J1076	6,7	24,5	0,9	5,7	50,1	28,2		43,8	1,08	0,22	1,29	0,4	0,22	0,11
Leafmaster	8,7	28,4	1,1	6,6	58,3	33,8	-	44,3	1,39	0,3	1,32	0,33	0,25	0,13
Megasweet	7,1	27,2	1,0	7,1	54,4	35,3	4,4	44,1	1,14	0,23	1,37	0,42	0,2	0,11
MezőkovácHazi	6,3	34,6	0,8	5,4				45,2	1,01	0,18	1,03	0,34	0,24	0,1
Monori Édes	7,5	23,6	0,8	5,5				44,1	1,2	0,27	1,17	0,34	0,21	0,11
MooChow	7,2	25,7	1,1	6,4	51,9	32,4		43,9	1,15	0,19	1,21	0,32	0,18	0,11

Sorte	Roh-protein	Roh-faser	Rohfett	Roh- asche	NDF	ADF	ADL	Ges.C	N org.	Ges. P	Ges. K	Ges. Ca	Ges. Mg	Ges. S
	in %TM													
NC+ Nutricane II	7,7	23,6	1,0	6,6	49,7	30,0		43,5	1,24	0,27	1,59	0,38	0,24	0,12
Nectar	8,1	24,4	1,1	6,4	51,4	32,1	5,3	43,7	1,3	0,24	1,45	0,37	0,21	0,12
Nicol/877F	7,4	26,6	0,9	6,6	56,3	32,9		44,3	1,18	0,22	1,22	0,35	0,2	0,12
Nutrigreen BMR	7,6	27,6	1,2	7,3	54,6	32,5		43,6	1,21	0,21	1,74	0,48	0,27	0,11
Nutritop Plus	9,3	24,8	1,5	8,0	52,3	30,4	2,7	43,4	1,49	0,26	1,95	0,52	0,3	0,13
PAC BMR	8,2	25,8	1,3	7,2	52,6	30,9	2,9	43,6	1,32	0,25	1,56	0,52	0,25	0,12
Red Top Candy	6,9	24,2	0,9	5,4	49,8	29,6		44,3	1,11	0,2	1,02	0,33	0,17	0,1
Rona	7,9	24,5	0,9	6,2	50,0	31,7		43,7	1,26	0,24	1,48	0,33	0,21	0,11
Santa Elisa	10,0	26,7	1,4	9,8	57,3	32,3	3,7	43,5	1,6	0,34	2,41	0,56	0,46	0,13
Silex BMR	7,6	27,2	1,2	6,9	52,5	31,0	2,3	43,7	1,21	0,23	1,53	0,44	0,24	0,12
Silo 8416	8,5	27,6	1,3	7,1	59,8			44,5	1,36	0,3	1,36	0,39	0,25	0,13
SS 405	6,9	30,0	0,9	5,7	60,3	36,7		44,9	1,1	0,21	1,18	0,32	0,24	0,1
Sucrosorgo 506	6,3	29,7	0,9	6,3	57,4	37,4		44,3	1,02	0,19	1,31	0,34	0,22	0,1
Sucrosse 6-R BMR	7,6	26,6	1,1	6,5	54,0	32,0		43,8	1,21	0,22	1,23	0,44	0,24	0,12
Sudal	8,5	27,5	1,0	6,5	53,6	33,7		44	1,36	0,29	1,39	0,39	0,22	0,12
Super Sile 18	7,4	26,0	0,9	6,5	53,6			44,1	1,18	0,24	1,46	0,34	0,21	0,11
Super Sile 20	7,5	23,9	0,9	6,8	50,2	30,2		43,6	1,2	0,23	1,45	0,36	0,24	0,12
Sweet Bee	6,7	23,5	1,0	5,4	47,9	27,7		44	1,08	0,19	1,14	0,33	0,2	0,09
Sweet Bee sterile II	6,9	24,5	1,1	6,8	50,2	29,5		43,5	1,11	0,23	1,53	0,33	0,22	0,11
Szegedi 1023	11,1	29,9	1,1	8,5	64,8			44,2	1,77	0,36	1,57	0,47	0,33	0,15
Szegedi 185	9,4	29,2	1,2	7,5	63,9	38,1		44,6	1,5	0,28	1,32	0,42	0,28	0,13
Szilard	9,1	27,9	1,1	7,8	58,9	35,1		43,6	1,45	0,32	1,74	0,38	0,26	0,13
TFZ 701	7,9	27,5	1,1	7,6	54,1	33,5		43,3	1,27	0,26	1,84	0,43	0,3	0,11
Wüste 1	7,0	26,6	1,0	6,3	53,4	31,6	4,0	44,2	1,12	0,24	1,43	0,33	0,21	0,11
WX 03447	7,3	25,4	1,0	6,2	51,7	29,8		44	1,18	0,22	1,33	0,43	0,23	0,12
WX 03451	7,8	28,0	1,0	6,9	56,7	33,5		43,8	1,24	0,24	1,4	0,41	0,26	0,12

Tabelle 65: Ergebnisse der Weender- und Van Soest-Analyse (*S. bicolor*, Körnerhirse) 2007

Sorte	Roh-protein	Roh-faser	Rohfett	Roh- asche	NDF	ADF	ADL	Ges. C	N org.	Ges. P	Ges. K	Ges. Ca	Ges. Mg	Ges. S
	in %TM													
2-way F-103	9,8	24,9	1,2	7,7	56,4	32,2	4,7	43,9	1,57	0,41	1,58	0,42	0,25	0,14
Aföldi 1	10,4	21,5	3,1	7,6			6,0	44,7	1,66	0,46	1,75	0,54	0,24	0,15
Albita	10,1	24,1	1,5	7,7	55,3	31,4		43,7	1,61	0,49	1,56	0,36	0,25	0,14
Arakan	11,3	22,0	2,2	7,8	57,8	27,6	3,3	44,3	1,81	0,41	1,22	0,39	0,15	0,15
Arlys	10,3	18,7	2,0	7,0		26,0	4,0	44,2	1,65	0,38	1,11	0,31	0,14	0,14
Autan	9,3	24,1	1,6	7,6	55,2	31,4	4,4	44,0	1,49	0,43	1,70	0,40	0,24	0,14
Brigga	10,7	20,0	2,1	7,3	52,5	25,2	3,6	43,9	1,71	0,42	1,61	0,44	0,25	0,16
DK 18	10,8	19,0	2,4	7,6			5,2	44,4	1,72					0,14
DK61T	9,1	23,8	2,4	7,0	53,4	31,6		44,6	1,46	0,33	1,27	0,40	0,15	0,12
DKS 29-28	11,7	23,3	1,9	8,8		31,5	3,9	44,2	1,88	0,43	1,37	0,42	0,22	0,16
Friggo	10,7	21,4	2,1	8,4	55,8			44,2	1,71	0,40	1,58	0,39	0,17	0,14
GK Emese	10,2	20,0	1,8	6,8		26,3	3,9	44,3	1,63	0,42	1,67	0,34	0,22	0,13
GW 3072	9,4	25,1	1,3	7,2	55,7	31,1	4,1	44,1	1,50	0,32	1,21	0,30	0,22	0,14
J1061	11,2	24,7	1,6	8,4		32,2	4,0	43,7	1,79	0,54	1,60	0,44	0,31	0,15
J1065	11,0	26,3	1,6	7,9	55,4	31,2	3,9	43,9	1,75	0,48	1,74	0,39	0,26	0,14
MSC 531	10,9	27,9	1,5	8,8	59,2	33,4	4,4	44,0	1,75	0,44	1,53	0,40	0,24	0,15
Reward	11,1	22,0	2,1	8,1	57,6	28,1	3,0	44,1	1,77	0,39	1,36	0,36	0,20	0,14
Shaku	8,7	25,2	1,0	6,8	56,4	30,6	3,7	44,2	1,40	0,30	1,35	0,30	0,15	0,12
SR163/06	10,0	21,5	3,0	7,2	54,2	28,2	3,7	44,7	1,61	0,37	1,14	0,42	0,15	0,13
SR164/06	10,7	25,5	1,7	8,0	58,8	31,3	3,8	44,2	1,70	0,37	1,20	0,37	0,13	0,13
Targga	10,4	19,3	2,2	7,2		25,6	3,5	44,2	1,66	0,40	1,41	0,33	0,22	0,13
VDH 303	10,1	29,4	1,2	8,9		35,9	4,2	44,7	1,62	0,40	1,51	0,36	0,17	0,14
VDH 314	9,8	24,9	2,9	8,6		31,5	4,3	44,6	1,56	0,39	1,51	0,52	0,17	0,15
VDH 422	10,3	26,1	1,5	8,9	61,6	38,1	7,5	44,4	1,64	0,38	1,78	0,33	0,20	0,14

Tabelle 66: Ergebnisse der Weender- und Van Soest-Analyse (*S. bicolor*, Dualtyp) 2007

Sorte	Roh-protein	Roh-faser	Rohfett	Roh-asche	NDF	ADF	ADL	Gesamt C	N org.	Ges. P	Ges. K	Ges. Ca	Ges. Mg	Ges. S
	in %TM													
DKS 59-09	8,7	24,2	1,3	6,5	53,1	28,0	4,3	43,4	1,39	0,25	1,32	0,34	0,22	0,12
Graze-N-Sile	8,4	25,7	1,6	6,8	54,7	30,7	4,4	44,2	1,35	0,27				0,13
H0945	8,5	26,1	1,3	7,4	54,7	31,0	4,3	43,9	1,36	0,36	1,44	0,39	0,21	0,14
J1050	8,6	25,4	1,3	6,7	52,4	30,2	3,5	43,9	1,38	0,29	1,50	0,36	0,23	0,12
J1052	7,8	27,0	1,3	5,7			2,9	44,3	1,25	0,28	1,02	0,38	0,20	0,14
J1054	7,8	24,7	1,1	6,4	49,9	30,8	4,4	43,9	1,24	0,28	1,42	0,35	0,15	0,11
J1055	8,8	24,9	1,1	7,5	51,7	31,7	4,4	43,9	1,40	0,35	1,56	0,35	0,22	0,13
J1056	9,3	23,0	1,4	7,6	51,4	29,0	4,1	43,7	1,49	0,35	1,42	0,38	0,26	0,13
Silo 901	7,9	28,2	1,3	6,5	57,4		4,7	44,2	1,27	0,31	1,21	0,34	0,19	0,12
Top Silo	9,2	24,9	1,3	7,1	51,9	30,4	4,5	43,6	1,48	0,33	1,76	0,38	0,24	0,13

Tabelle 67: Ergebnisse der Weender- und Van Soest-Analyse (*S. bicolor*, Zuckerhirse) 2007

Sorte	Roh-protein	Roh-faser	Rohfett	Roh-asche	NDF	ADF	ADL	Ges.C	N org.	Ges. P	Ges. K	Ges. Ca	Ges. Mg	Ges. S
	in %TM													
38445 BIA	8,4	29,0	1,1	8,0	59,7	35,6	5,5	43,6	1,34	0,28	2,45	0,42	0,11	0,11
ATX 623 x Della	6,6	26,0	0,9	6,3		32,8	4,4	43,7	1,05	0,23	1,64	0,27	0,11	0,10
ATX 623 x Keller	7,6	28,2	1,0	6,2		33,4	4,8	44,2	1,22	0,26	1,50	0,35	0,12	0,11
BMR 601 D I	8,3	26,2	1,0	8,4	54,7		5,4	43,3	1,32	0,30	2,00	0,41	0,17	0,13
BMR 601 D III	8,1	27,5	1,1	9,2	55,3		4,7	42,7	1,29	0,27	2,49	0,51	0,18	0,12
Cowlev	7,4	22,0	1,0	6,4	47,8	29,7	3,5	43,3	1,19	0,24	1,37	0,34	0,14	0,10
CWS 1-1	7,9	28,6	1,1	7,2	56,9		5,4	44,1	1,26	0,28	2,01	0,33	0,16	0,11
CWS 2-1	7,1	27,0	0,9	6,5	54,6	31,0		43,9	1,13	0,27	1,45	0,37	0,16	0,10
CWS 5-2	7,3	29,3	0,8	7,2	57,6	37,5	5,7	43,9	1,17	0,28	1,84	0,37	0,15	0,11

Sorte	Roh-protein	Roh-faser	Rohfett	Roh- asche	NDF	ADF	ADL	Ges.C	N org.	Ges. P	Ges. K	Ges. Ca	Ges. Mg	Ges. S
	in %TM													
Dale	7,7	25,5	1,2	6,9	51,4	33,8	5,4	43,4	1,23	0,29	1,87	0,34	0,12	0,10
Della	6,7	25,2	1,1	5,7	51,8	31,2	4,4	43,9	1,06	0,22	1,49	0,26	0,09	0,08
Della	6,5	25,0	0,9	5,7	48,9	30,0	3,7	43,6	1,04	0,25	1,60	0,24	0,08	0,09
DSM 7-521	7,2	25,6	0,9	7,2	51,5	30,9	4,3	43,5	1,16	0,32	1,70	0,34	0,14	0,11
EST SVSSO 1	7,5	27,8	0,9	7,7	56,6	37,0	6,0	43,9	1,20	0,28	1,84	0,36	0,13	0,11
Hunnigreen 3844	8,0	30,5	1,1	8,4	-	37,5	5,9	43,9	1,28	0,27	2,25	0,40	0,16	0,11
Keller	7,2	26,8	0,9	7,9	53,1	31,4	1,8	43,1	1,15	0,30	1,93	0,42	0,14	0,12
M 81 E	7,5	25,4	1,0	7,1	50,2	31,4	3,2	43,0	1,19	0,30	1,74	0,32	0,13	0,12
Nutri Honey	8,8	25,6	1,7	8,1	56,3	32,8		43,9	1,41	0,33	1,51	0,42	0,14	0,12
Rio	6,9	26,5	1,0	6,0	50,5	35,6	3,6	43,6	1,11	0,29	1,53	0,23	0,17	0,09
Rox Orange	7,1	23,8	1,4	6,1	49,7	31,7	4,5	43,7	1,14	0,33	1,60	0,28	0,11	0,11
Sart	7,5	24,2	1,4	6,0	51,1	32,7	5,2	44,2	1,20	0,27	1,54	0,33	0,11	0,11
SS 1	8,4	26,4	1,0	8,0	51,5		3,7	43,0	1,34	0,34	1,94	0,37	0,16	0,13
SS 2	8,1	26,6	1,0	8,0	53,2			43,5	1,29	0,32	2,05	0,32	0,15	0,12
SS 3	7,7	25,0	1,0	7,1	49,0	30,7	4,3	43,4	1,24	0,35	2,01	0,31	0,13	0,12
SS Silage	7,2	28,1	1,0	7,4	54,5	33,5	4,9	43,5	1,15	0,27	1,75	0,34	0,13	0,11
Sugar Drip	7,2	22,5	1,1	6,2	46,3	37,5	3,0	43,4	1,15	0,29	1,54	0,27	0,11	0,10
Sugar Graze	7,2	25,7	1,1	7,8	53,2	32,3	3,4	43,1	1,16					0,11
Sugar Leaf	8,6	30,5	1,2	8,6	61,6	40,5	6,2	43,9	1,37	0,29	2,31	0,47	0,18	0,15
Sweeter-N-Honey	7,3	30,4	1,2	7,3	58,6	35,6	3,3	44,1	1,16	0,25	1,35	0,33	0,11	0,12
Theis	7,5	25,4	1,3	7,6		33,4	4,8	43,5	1,20					0,11
Top 76-6	7,2	25,6	1,0	6,0				44,2	1,15	0,25	1,65	0,34	0,09	0,11
Umbrella	6,9	25,2	1,4	6,4		29,0	3,0	43,4	1,11	0,32	1,88	0,30	0,09	0,10
ZH 530	7,9	28,4	0,8	6,4	59,3	34,5	5,0	44,7	1,26	0,28	1,51	0,28	0,08	0,11

Tabelle 68: Ergebnisse der Weender- und Van Soest-Analyse (*S. bicolor* x *S. sudanense*, 2007)

Sorte	Roh-protein	Roh-faser	Rohfett	Roh- asche	NDF	ADF	ADL	Ges.C	N org.	Ges. P	Ges. K	Ges. Ca	Ges. Mg	Ges. S
	in %TM													
30555BIA	7,4	26,6	1,1	6,6	55,5	34,0		44,6	1,18	0,24	1,35	0,30	0,17	0,12
31445BIA	6,8	29,2	0,9	6,5	57,4	37,2		44,8	1,09	0,19	1,40	0,36	0,20	0,10
33555BIA	7,3	26,1	1,4	6,5	-	34,8		44,8	1,17	0,21	1,14	0,40	0,22	0,12
6331/01	7,4	29,9	1,2	7,4	58,3	-		44,5	1,19					0,11
6332/05	7,5	27,5	1,3	6,8	55,6	33,0		44,4	1,20					0,12
800HS	7,4	28,6	1,0	6,7	57,3	37,4		44,2	1,18	0,25	1,63	0,35	0,21	0,11
Bettagraze	8,2	28,5	1,2	7,3	58,3	37,2		44,5	1,31	0,28	1,56	0,32	0,22	0,12
Buffalo Brand SSB 3014	7,3	27,5	1,0	6,9	63,4	-		45,0	1,16	0,28	1,48	0,38	0,20	0,12
Don Verdeo 46	8,5	29,1	1,0	7,0	59,6	36,5		44,6	1,35	0,30	1,64	0,33	0,21	0,12
DSM 12-426	7,4	26,4	1,0	6,6	55,0	33,0		44,1	1,19	0,26	1,27	0,42	0,22	0,12
Gardavan	8,2	29,9	1,1	6,3	64,2	37,7		45,1	1,33	0,27	1,07	0,35	0,21	0,12
GK Csaba	9,1	26,5	1,6	8,4	60,4	37,0		44,4	1,46	0,32	1,93	0,39	0,18	0,13
Grazer N	8,7	25,2	1,3	7,3	57,3	32,7		44,3	1,39	0,31	1,64	0,35	0,21	0,12
Grazex II	7,6	28,2	1,2	6,9	61,4	37,6		44,8	1,22	0,28	1,31	0,36	0,23	0,12
Green Grazer	7,5	30,2	1,0	6,4	58,8	34,7		44,8	1,20	0,22	1,19	0,40	0,20	0,11
Gro-N-Graze Dream	7,1	27,5	1,1	7,0	56,0	33,3		44,2	1,14	0,24	1,52	0,37	0,21	0,11
GW9122G	7,4	31,5	1,1	7,1	57,5	35,5		44,2	1,18	0,23	1,49	0,32	0,18	0,11
GW9511G	6,7	30,8	0,9	6,1	58,4	38,5		44,4	1,08	0,19	1,38	0,34	0,19	0,10
Hay day	7,8	27,9	1,3	7,0	55,8	34,6		44,2	1,24	0,24	1,43	0,36	0,19	0,12
King 61	7,5	26,5	1,2	6,7	56,7	34,8		44,4	1,20	0,28	1,63	0,35	0,21	0,11
Lussi	8,0	29,9	1,4	5,7		39,0		45,7	1,27					0,12
Mithril	8,2	27,2	1,2	7,6	56,5	35,1		44,2	1,31	0,26	1,47	0,37	0,20	0,12
NC+ Sweet leaf	8,5	31,9	1,2	6,6	65,3	40,8		45,2	1,37	0,31	1,27	0,36	0,21	0,14
Nutritop	8,2	25,2	1,2	7,9	51,3	32,5		42,0	1,31	0,26	1,56	0,33	0,19	0,12
Revolution BMR 33445D1A	8,0	28,3	1,2	7,2	55,2	33,9		44,2	1,28	0,24	1,26	0,34	0,19	0,11
Speedfeed	7,6	25,9	1,1	7,3	53,1	32,6		43,7	1,22	0,30	1,66	0,39	0,19	0,11

Sorte	Roh-protein	Roh-faser	Rohfett	Roh- asche	NDF	ADF	ADL	Ges.C	N org.	Ges. P	Ges. K	Ges. Ca	Ges. Mg	Ges. S
	in %TM													
Sucrosse 2-S	8,7	27,3	1,5	7,3	-	34,9		44,5	1,39					0,12
Sucrosse 9-R PS	7,0	29,0	0,4	7,1	56,3	38,0		44,1	1,12	0,23	1,68	0,35	0,18	0,10
Sucrosse 9-R PS	8,1	30,5	1,1	7,7	57,4	-		44,2	1,32					0,12
Sucrosse S-1	7,6	30,0	1,4	7,0	62,8	37,9		44,9	1,21					0,12
Sugar Graze Ultra	7,5	30,7	1,0	7,5	58,1	38,2		44,3	1,20	0,24	1,90	0,41	0,23	0,11
Susu	9,0	30,7	1,1	8,3	64,6	39,4		44,7	1,44	0,33	1,92	0,41	0,23	0,13
Susu long	8,9	29,3	1,2	8,4	57,2	38,5		43,9	1,42					0,12
Sweet Creek	8,3	27,7	1,3	7,5	58,8	36,1		44,5	1,31	0,30	1,75	0,36	0,20	0,12
Sweet Jumbo	8,6	27,0	1,0	8,2	53,0	33,5		43,5	1,38	0,30	2,11	0,40	0,21	0,10
SX 17	8,1	31,0	0,9	6,8	58,5	36,3		44,5	1,30	0,26	1,43	0,34	0,23	0,12
Taureg	8,0	26,3	1,4	6,9	55,9	33,4		44,4	1,29	0,28	1,36	0,38	0,22	0,12
VDH 701	7,3	27,9	1,2	6,8	55,9	36,2		44,1	1,17	0,20	1,52	0,33	0,22	0,10

Tabelle 69: Ergebnisse der Weender- und Van Soest-Analyse (*S. sudanense*) 2007

Sorte	Roh-protein	Roh-faser	Rohfett	Roh- asche	NDF	ADF	ADL	Ges.C	N org.	Ges. P	Ges. K	Ges. Ca	Ges. Mg	Ges. S
	in %TM													
Akklimat	9,3	30,7	1,5	7,3	59,2	36,0	5,3	44,4	1,49	0,32	1,66	0,38	0,24	0,13
Alpilles	9,4	31,2	1,6	7,2	63,0	36,6	5,5	44,9	1,50					0,14
Bovital	8,7	29,0	1,8	6,1	59,9	35,3	5,6	44,8	1,39	0,28	1,19	0,34	0,23	0,11
Deligrass	8,9	28,1	1,4	6,6	56,0	33,8	5,0	44,2	1,43	0,28	1,55	0,37	0,22	0,12
Frugal	8,4	27,0	1,5	6,4	55,7	33,1	4,3	44,1	1,34	0,27	1,32	0,41	0,24	0,12
Jumbo	8,2	32,0	1,3	7,2	60,0	36,7	5,3	44,2	1,31	0,24	1,77	0,41	0,24	0,11
Krokio	8,9	30,2	1,2	7,7	60,3	36,7	5,0	44,1	1,42	0,29	1,78	0,40	0,21	0,13
Monarch V	9,8	30,0	1,7	7,2		37,9	4,5	44,2	1,57	0,34	1,59	0,41	0,24	0,13
Piper	10,1	32,2	1,6	7,9		42,9	7,8	44,6	1,62	0,36	1,76	0,43	0,26	0,15
Trudan Headless	9,6	29,6	1,6	6,8		36,5	5,1	44,6	1,54	0,31	1,54	0,39	0,24	0,13
True	9,4	28,5	1,7	6,9		34,4	5,1	44,2	1,51	0,33	1,47	0,39	0,25	0,13
Vercors	9,9	31,0	1,7	7,1		37,5	5,8	44,5	1,58	0,33	1,50	0,41	0,24	0,14



## Berichte im Rahmen dieser Schriftenreihe

Berichte aus dem TFZ:

1	Qualitätssicherung bei der dezentralen Pflanzenölerzeugung für den Nicht-Nahrungsbereich Projektphase 1: Erhebung der Ölqualität und Umfrage in der Praxis
2	Erprobung der Brennwerttechnik bei häuslichen Holzhackschnitzelheizungen mit Sekundärwärmetauscher
3	Daten und Fakten zur dezentralen Ölgewinnung in Deutschland
4	Untersuchungen zum Feinstaubausstoß von Holzcentralheizungsanlagen kleiner Leistung
5	Qualität von kaltgepresstem Rapsöl als Speiseöl und Festlegung eines Qualitätsstandards
6	Entwicklung einer Prüfmethode zur Bestimmung der Cetanzahl von Rapsölkraftstoff
7	Untersuchung der Wechselwirkungen zwischen Rapsöl als Kraftstoff und dem Motorenöl in pflanzenöлтаuglichen Motoren
8	Wärmegewinnung aus Biomasse – Begleitmaterialien zur Informationsveranstaltung
9	Maize as Energy Crop for Combustion - Agricultural Optimisation of Fuel Supply
10	Staubemissionen aus Holzfeuerungen – Einflussfaktoren und Bestimmungsmethoden
11	Rationelle Scheitholzbereitstellungsverfahren
12	Qualitätssicherung bei der dezentralen Pflanzenölerzeugung für den Nicht-Nahrungsbereich Technologische Untersuchungen und Erarbeitung von Qualitätssicherungsmaßnahmen
13	Getreidekörner als Brennstoff für Kleinfeuerungen - Technische Möglichkeiten und Umwelteffekte –
14	Mutagenität der Partikelemissionen eines mit Rapsöl- und Dieselmotoren betriebenen Traktors
15	Befragung von Betreibern dezentraler Ölsaatenverarbeitungsanlagen
16	Schnellbestimmung des Wassergehaltes im Holzsplit
17	Untersuchungen zum Einsatz rapsölbetriebener Traktoren beim Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Ökologischen Landbau und Tierhaltung Kringell
18	Miscanthus als nachwachsender Rohstoff – Ergebnisse als bayerischen Forschungsarbeiten
19	Miscanthus: Anbau und Nutzung – Informationen für die Praxis
20	Prüfung der Eignung von Verfahren zur Reduktion ablagerungs- und aschebildender Elemente in Rapsölkraftstoff bei der dezentralen Erzeugung

21	Kleine Biomassefeuerungen – Marktbetrachtungen, Betriebsdaten, Kosten und Wirtschaftlichkeit
22	Partikelemissionen aus Kleinf Feuerungen für Holz und Ansätze für Minderungsmaßnahmen
23	Bewertung kostengünstiger Staubabscheider für Einzelfeuerstätten und Zentralheizungskessel
24	Charakterisierung von Holzbriketts
25	Additivierung von Rapsölkraftstoff
26	Status quo der dezentralen Ölgewinnung – bundesweite Befragung
27	Entwicklung einer Siloabdeckung aus nachwachsenden Rohstoffen
28	Sorghumhirse als nachwachsender Rohstoff



