Bernburger Agrarberichte

Heft 3/2002

„Silo- und Körnermais“

Inhalt:

Vorwort

Anforderungen an die Silomaisqualität für die Hochleistungskuh 4
SCHWARZ, F.J.

Ergebnisse der Landessortenversuche Silomais 2001 in Sachsen-Anhalt und Hinweise zur Sortenwahl 10
NAETHER, J.

Ergebnisse der Landessortenversuche Körnermais 2001 in Sachsen-Anhalt und Hinweise zur Sortenwahl für die kommende Vegetation 13
NAETHER, J.

Was bringt die enge Reihe bei der Maisaussaat? (Ergebnisse aus Sachsen-Anhalt) 18
BOESE, L.

Pflanzenschutz im Mais – Erfahrungen und aktuelle Probleme 24
PAPENFUß, J.; HARTLEB, H.; MATTHES, P.; FAßHAUER, M.

Zur Ökonomik der Maisproduktion 27
HEINRICH, J.

Die Eignung des Körnermaises für die industrielle Verwertung 36
ACKERMANN, R.

Sommergerste nach Vorfrucht Zuckerrüben? 56
BISCHOFF, J.

IMPRESSUM

Herausgeber: Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau
des Landes Sachsen-Anhalt
Strenzfelder Allee 22, 06406 Bernburg
Tel.: (03471)334-0; Fax: (03471)334-105
www.llg-lsa.de

Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt.
Eine Veröffentlichung und Vervielfältigung (auch auszugsweise) ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet.

Vorwort

Mehr als 100 Interessenten nahmen am 15. Januar 2002 an der Vortragstagung zu Silo- und Körnermais in der Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau am Standort Bernburg teil.

Mit knapp 13 % Anbauanteil an der Ackerfläche setzt sich der seit mehreren Jahren rückläufige Trend fort, wobei die Entwicklung beim Silomais in Bezug zu den sinkenden Rinderbeständen gesehen werden muss. Die positive Entwicklung beim Körnermais konnte aber das Gesamtbild nicht schönen.

Die Palette von Fachinformationen umriss die derzeitige Anbausituation, Anforderungen an die Grundfutterqualität, standortspezifische Sortenempfehlungen, Produktionstechnik, ökonomische Betrachtungen der Maisproduktion sowie die industrielle Verwertung von Körnermais.

Im vorliegenden Heft sind die Beiträge der Referenten wiedergegeben.

Die Redaktion

Anforderungen an die Silomaisqualität für die Hochleistungskuh

SCHWARZ, F. J.
Department für Tierwissenschaften, Bereich Tierernährung, Wissenschaftszentrum für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München

1. Einleitung

Die jährlichen Mitteilungen aller Landeskontrollverbände zeigen einen steten Anstieg in den mittleren Laktationsleistungen der Milchkühe. Je nach Rasse und Region ergeben sich zwar erhebliche Leistungsunterschiede, wobei jedoch in den neuen Bundesländern im Mittel aller geprüften Kühe schon nahezu 8000 kg Milch bei sehr beachtlichen Milchinhaltsstoffen von 4,25 % Fett und knapp 3,40 % Eiweiß erreicht werden (LKV, 2001). Die erfolgreiche Milchviehhaltung im Sinne einer hohen mittleren Herdenleistung ist letztlich ein Produkt aus Züchtung, Haltung („Kuh-Komfort"), Gesundheitsprophylaxe und Fütterung. Im Bereich der Fütterung kommt der Grundfutterqualität nach wie vor ein entscheidender Stellenwert zu. Aus einer neueren deutschen Praxiserhebung zur Fütterung von Hochleistungsherden geht hervor (Weiß et al., 1999), dass in diesen Hochleistungsherden überwiegend Grassilage und Maissilage in Kombination verabreicht wird. Allerdings werden je nach Region Maissilage bzw. Maisprodukte zunehmend zu den Hauptkomponenten der Ration, so dass nach den wichtigsten Kriterien zur Beschreibung einer optimalen Silomaisqualität gefragt werden muss.

Vorausgehend sollen einige Gedanken einer zukunftsorientierten Rationsgestaltung für Hochleistungskühe angesprochen werden. Normalerweise orientieren sich die Empfehlungen zur Fütterung neben der notwendigen Energiezufuhr im wesentlichen an den klassischen Nährstoffen Protein, Mineralstoffe und Vitamine (GfE, 2001). Für die Gesamtversorgung der Mikroorganismen des Pansens und des Stoffwechsels ist jedoch eine leistungsorientierte Futteraufnahme entscheidend, so dass Einzelfuttermittel auch nach ihrem Futteraufnahmevermögen zu beurteilen sind. Darüber hinaus sind die Ansprüche der Pansenorganismen hinsichtlich der notwendigen Strukturwirksamkeit, der Versorgung mit ruminal abbaubaren Strukturkohlenhydraten (pflanzlichen Gerüstsubstanzen) und Nichtstrukturkohlenhydraten (z.B. Stärke), Stickstoff und Aminosäuren und andere getrennt zu der Versorgung des Stoffwechsels der Milchkuh zu sehen und futtermittelspezifisch abzudecken. Für die Stoffwechselversorgung gewinnt neben der Energieversorgung die „Substrat"zufuhr für die Milchbildung mit den Vorstufen der Fettsäuren, Glucose und den Aminosäuren zur Synthese von Milchfett, Lactose und Milcheiweiß an Bedeutung. Damit müssen Futtermittel auch nach ihrem Beitrag zur „Substrat"lieferung eingestuft werden. Erschwerend ist allerdings anzumerken, dass sich durch die von der Höhe der Futteraufnahme abhängige Passagerate unterschiedliche Voraussetzungen für den ruminalen Nährstoffabbau und die Syntheserate bzw. die postruminale Verdauung ergeben.

2. Inhaltsstoffe sowie in vitro- und in vivo-Verdaulichkeit unter Berücksichtigung von Erntezeitpunkt und Sorte

Grundlage der weiteren Ausführungen ist Datenmaterial von Silomais, das von einem Standort (Versuchsstation Hirschau) unter identischen pflanzenbaulichen und erntetechnischen Maßnahmen über Jahre hinweg gewonnen wurde. Insgesamt kamen 16 Sorten der Reifegruppen S190-S240 zum Anbau. Alle Sorten wurden im Erntezeitraum Ende August/Anfang September bis Mitte Oktober an wenigstens vier, maximal acht Erntezeitpunkten beprobt und dabei in Kolben (entliescht) und Restpflanze aufgetrennt. Zur Messung der in vivo-Verdaulichkeit mit Schafen erfolgte die Silierung an drei (zwei) Erntezeitpunkten. Für diese Bestimmung der in vivo-Verdaulichkeit in sechs Versuchsreihen

ergab sich ein zweifaktorieller Versuchsansatz (Erntezeitpunkt x Sorte) mit insgesamt 37 Einzelbehandlungen. Anhand des TS-Gehaltes von Restpflanze und Kolben sowie der gesamten Maissilage konnte der jeweilige Reifestatus beschrieben werden.

In enger positiver Beziehung stehen „Reifestatus Restpflanze“ und die Gehalte der pflanzlichen Gerüstsubstanzen, z.B. NDF, ADF oder Rohfaser. Die in vitro-Verdaulichkeit (ELOS) nimmt mit zunehmender Reife – Sorten- bzw. Genotyp gleichgerichtet – ab (siehe Schwarz und Ettle, 2000). Allerdings ist das Verdaulichkeitsniveau der Restpflanze unabhängig von Reifestatus sortenspezifisch sehr unterschiedlich. Damit kann im Einzelfall eine bereits abgereifte Restpflanze der einen Sorte durchaus noch eine ähnliche Verdaulichkeit haben wie eine noch grüne Restpflanze einer anderen Sorte. Der Kolben weist gegenüber der Restpflanze stets eine deutlich höhere Verdaulichkeit auf. Der Stärkegehalt nimmt mit zunehmender Reife (TS-Gehalt des Kolbens) zu, wobei sich damit auch die in vitro-Verdaulichkeit des Kolbens etwas erhöht. Für die Gesamtverdaulichkeit kommt damit dem Gehalt an Stärke und der Verdaulichkeit von NDF und deren Veränderungen mit zunehmender Reife die größte Bedeutung zu.

In **Tabelle 1** sind beispielhaft von einem Erntejahr (siehe Schwarz, 1998) die Verdaulichkeiten der organischen Substanz und der Rohfaser der Maissilagen verschiedener Sorten und Erntezeitpunkte aufgeführt. Im Unterschied zu den bereits diskutierten Ergebnissen der in vitro-Verdaulichkeit von Restpflanze bzw. Kolben des frischgeernteten Probenmaterials werden mit der Maissilage die Gesamtpflanze und mögliche Auswirkungen des Siliervorganges erfasst. Damit können die „Konturen“ durchaus etwas abgemildert werden. Im Mittel über alle Versuche hinweg kann eine leichte Erhöhung der Verdaulichkeit der organischen Substanz bei TS-Gehalten der Maissilage >30 % („mittlerer“ Erntezeitpunkt) gegenüber <30 % („früher“ Erntezeitpunkt) beobachtet werden. Eine Minderung der Verdaulichkeit mit weiter zu-nehmender Reife tritt im allgemeinen erst dann ein, wenn die Verdaulichkeitsdepression der pflanzlichen Gerüstsubstanzen nicht mehr durch die Zunahme des Kolbenanteils bzw. Stärkegehaltes aufgefangen wird. Insgesamt zeigen die Daten eine beachtliche Flexibilität im Erntezeitpunkt von Silomais – vor allem im Vergleich zu den Produkten des Grünlandes. Allerdings ergeben sich sortenspezifisch – auch bei vergleichbarer Siloreifezahl – Unterschiede im optimalen Erntezeitpunkt, so dass dazu ein hoher Informationsbedarf besteht.

3. Optimierung des Maissilageverzehrs unter Berücksichtigung von Erntezeitpunkt und Strukturierung

Aus älteren Arbeiten (Kirchgeßner und Schwarz, 1984) ist bekannt, dass ein enger, positiver Zusammenhang zwischen dem Anstieg im TS-Gehalt der Maissilage und der Höhe des Maissilageverzehrs von Milchkühen besteht. Gleichzeitig zeigte sich, dass sich bei Austausch von Heu gegen trockensubstanzreiche Maissilage der Fettgehalt der Milch als ein Merkmal der Strukturwirksamkeit nicht verschlechterte, so dass einer trockensubstanzreichen Maissilage auch ein hoher Strukturwert zugesprochen werden kann (Böhm et al., 1985). Allerdings lag die Spannweite der TS-Gehalte dieser überprüften Maissilagen ausgehend von etwa 23 bis 25

Tab. 1: Einfluss von Erntezeitpunkt und Sorte auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz und der Rohfaser von Maissilage (Schwarz, 1998)

Erntezeitpunkt	Sorte A (S210)	Sorte B2 (S220)	Sorte H (S230)	Mittelwert
"früh" (28,4 % TS) Verdaulichkeit				
Organ. Subst. (%)	73,0	72,4	68,4	71,3[a]
Rohfaser (%)	55,3	56,1	50,4	53,9[a]
"mittel" (34,7 % TS) Verdaulichkeit				
Organ. Subst. (%)	72,8	73,5	72,2	72,8[a]
Rohfaser (%)	52,2	50,9	51,2	51,4[ab]
"spät" (39,4 % TS) Verdaulichkeit				
Organ. Subst. (%)	72,7	71,5	72,7	72,3[a]
Rohfaser (%)	51,0	48,2	49,7	49,6[b]
Mittelwert Org. Subst. (%)	72,8[A]	72,5[A]	71,1[A]	
Rohfaser (%)	52,8	51,7	50,4	

% bis etwa 30 bis 32 % in einem deutlich niedrigeren TS-Bereich als sich die TS-Gehalte der heutigen Maissilagen befinden. Maissilagen, die derzeit in der Milchviehfütterung eingesetzt werden, haben zumeist TS-Gehalte im Bereich von 30 bis etwa 40 %. In einer neueren zweifaktoriellen Versuchsanstellung (Schwarz und Ettle, 2002) wurden von zwei verschiedenen Maissorten Silagen von zwei verschiedenen Erntezeitpunkten sowohl im Anbaujahr 1999 als auch im Anbaujahr 2000 erzeugt. Im Mittel über beide Sorten und Erntejahre wurden zum Erntezeitpunkt 1 ein TS-Gehalt der Maissilage von 31,5 % und zum Erntezeitpunkt 2 von 41,9 % erreicht (**Tabelle 2**). Dabei wurden von der TS-reicheren Maissilage unabhängig von der Maissorte etwa 1,1 bis 1,4 kg TS pro Kuh und Tag gefressen. Auch neue Ergebnisse bei Mastbullen (Richter et al., 2000) bestätigen einen Anstieg in der Futteraufnahme für diesen hohen TS-Bereich. Damit ist sicherlich die verschiedentlich geäußerte Meinung wiederlegt, dass bei hohen TS-Gehalten der Maissilagen eine abnehmende Futteraufnahme zu erwarten ist. Voraussetzung für diese Ergebnisse ist natürlich, dass sich die Silierqualität bei diesen hohen TS-Gehalten nicht verschlechtert. Da die Siliereignung (z.B. Frage der Verdichtung u.a.) bei TS-Gehalten >35 % deutlich schwieriger einzuschätzen ist, werden für die Praxis TS-Gehalte von Maissilagen, in denen vor allem eine starke Abreife der Restpflanze auftritt, von >35 bis 37 % nicht empfohlen.

Tab. 2: Einfluss einer unterschiedlichen Restpflanzen- und Kolbenabreife verschiedener Silomaissorten und des damit unterschiedlichen T-Gehaltes der Maissilage auf die Maissilageaufnahme von Milchkühen (Mittelwert von 2 Versuchsjahren; Schwarz und Ettle, 2001)

	Erntezeitpunkt (TS- Gehalt der Maissilagen)	
	I (31,5 %)	II (41,9 %)
Sorte A		
Maissilage-Aufnahme (kg TS/Tier x d)	10,5	11,9
Sorte B		
Maissilage-Aufnahme (kg TS/Tier x d)	10,5	11,6
Restpflanzen-TS (%)	21,8	28,5
Kolben-TS (%)	53,6	60,2

Neben dem TS-Gehalt der Maissilage ist die Häcksellänge bei der Ernte von Silomais für die Futteraufnahme und Strukturierung der Ration von größter Bedeutung. Die richtige Häcksellänge steht in unmittelbarer Beziehung zur Abreife (TS-Gehalt) der Restpflanze. Pauschaliert gesehen sollte die Häcksellänge mit zunehmender Abreife kürzer werden. Nach Ergebnissen zur Verdaulichkeit und Futteraufnahme bei Milchkühen wird bei einer noch grünen Restpflanze (TS-Gehalte der Restpflanze <23 %) eine theoretische Häcksellänge von 8 mm empfohlen (Preißinger et al., 1998). Wie die Ergebnisse in **Tabelle 3** (Preißinger et al., 1998) zeigen, kann bei abgereifter Restpflanze (TS-Gehalte der Maissilage von 37 %) eine weitere Minderung der Häcksellänge die Futteraufnahme noch erhöhen. Da allerdings durch die Entnahmetechnik und Mischtechnik bei Futtervorlage die Gefahr der Nachzerkleinerung besteht, wird grundsätzlich von einer theoretischen Häcksellängeneinstellung von 8 mm ausgegangen. Diese kurzen Häcksellängen verbessern gegenüber Häcksellängen >12 bis 15 mm eindeutig auch die Verdichtung des Erntematerials. Gleichzeitig ist wichtig, darauf hinzuweisen, dass bei den praxisüblichen, hohen TS-Gehalten des Maiskornes zur Ernte eine gute Kornzerkleinerung mit Hilfe eines Korncrackers für einen hohen energetischen Futterwert unerlässlich ist (siehe auch Tabelle 3).

4. Inhaltsstoff Stärke

Stärke ist neben den pflanzlichen Gerüstsubstanzen der bedeutendste und interessanteste Inhaltsstoff von Maissilage. Stärke ist mit dem Abbauprodukt der Propionsäure durch die Mikroorganismen im Pansen und in geringem Umfang mit der im Dünndarm durch körpereigene Enzyme hydrolysierten Glucose der wichtigste Substratlieferant für die Laktosebildung zur Milchsynthese der Kuh. Damit steht die Höhe der Propionsäureanflutung in unmittelbarer, positiver Beziehung zur Milchleistung (Rulquin et al., 2000).

Tab. 3: Mittlere Grundfutteraufnahme (Maissilage ad libitum + 2 kg Heu) und Milchmenge von Milchkühen in Abhängigkeit von der Häcksellänge und dem Einsatz eines Korncrackers (TS-Gehalt der Maissilage 37 %, Preißinger et al., 1998)

	Häcksellänge			
	4 mm		8 mm	
	++	--	++	--
Grundfutteraufnahme (kg TS/Kuh x Tag)	15,2	13,7	13,4	12,7
	(14,5)		(13,0)	
Milchmenge (kg/Kuh x Tag)	21,5	19,5	20,8	19,7

++ = mit Korncracker (Nachzerkleinerung)
-- = ohne Korncracker

Ein hoher Stärkegehalt der Maissilage (z.B. >30 % i.d. TS) verbessert den Futterwert und ist daher wünschenswert. Darüber hinaus unterscheidet sich die Stärke von Maisprodukten gegenüber der Stärke von Getreide durch eine geringere ruminale Abbaubarkeit (siehe Loose, 2000). Das heißt, bei Maisprodukten ergibt sich gegenüber Getreide ein höherer Anteil Durchflussstärke. Umfangreiche Ausführungen zum Futterwert von Mais unter besonderer Berücksichtigung der Maisstärke für die Glucoseversorgung der Hochleistungskuh sind einem gemeinsamen Tagungsband des DMK und der FAL (siehe Lebzien et al., 2000) zu entnehmen.

Durchflussstärke bis in einen Bereich von 1,5 bis 1,8 kg pro Kuh und Tag kann zu einer höheren Glucoseanflutung und besseren energetischen Effizienz dieser Stärke führen (Flachowsky et al., 2000). Darüber hinaus ist gleichzeitig ein stabilerer pH-Wert im Pansen aufgrund des langsameren und weniger intensiven Stärkeabbaues bei Maisprodukten im Pansen zu erwarten. Damit wird bei sehr hohen Stärkegehalten in der Gesamtration die Verdaulichkeit der pflanzlichen Gerüstsubstanzen signifikant verbessert (Schwarz et al., 1995), so dass für die Gesamtration auch ein höherer Futterwert zu erwarten ist. Allerdings variiert der Anteil der Durchflussstärke erheblich in Abhängigkeit der Passagerate und damit der Höhe der Futteraufnahme sowie der Aufbereitung der Stärke (siehe **Tabelle 4**). Für die Stärke von Maissilage sind insbesondere Unterschiede in Abhängigkeit des Genotyps (Sorte) und der Ausreife des Maiskorns zu erwarten (Ettle et al., 2001). Maissilage mit einer höheren Kornreife wird auch einen höheren Anteil Durchflussstärke aufweisen.

5. Schlussfolgerungen

Kennzahlen zum Futterwert von Maissilage orientieren sich daher zunächst an den bisherigen Merkmalen wie dem Trockenmassegehalt, der Hinweise zur Abreife bzw. dem Kolbenanteil und den Rohnährstoffgehalten ermöglicht, wobei die Kohlenhydratfraktion nach den pflanzlichen Gerüstsubstanzen (Rohfaser) und der Stärke aufzugliedern ist (siehe **Tabelle 5**).
Als Anforderungen an die Silomaisqualität lassen sich vereinfacht eine hohe ruminale Abbaubarkeit (Verdaulichkeit) der pflanzlichen Gerüstsubstanzen (Restpflanze) und gleichzeitig ein hoher Kolben-/Kornanteil an der Gesamtpflanze unter Berücksichtigung einer ausreichenden Ausreife des Kornes darstellen. Damit gehen gleichzeitig eine hohe Gesamtverdaulichkeit und ein hoher Energiegehalt einher. Allerdings ist die Wichtung der

beiden Nährstoffgruppen von dem Anteil der Maissilage in der Grundfutterration und von der Gesamtrationsgestaltung abhängig. Die Verdaulichkeit der Maissilage weist über einen eher weiten TS-Bereich (z.B. 32-38 %) ein weitgehendes Plateau auf, wobei sich allerdings eindeutig sortenspezifische Unterschiede ergeben. Die Veränderung wird von der gegenläufigen Entwicklung einer abnehmenden Verdaulichkeit der pflanzlichen Gerüstsubstanzen und einer Zunahme des Stärkegehaltes mit zunehmender Reife des Silomaises bestimmt. Weiterhin sollten die Kriterien zur Optimierung der Futteraufnahme ebenso wie die Kriterien zur Siliereignung berücksichtigt werden.

Tab. 4: Ruminale Abbaubarkeit der Stärke von Körnermais und Weizen in Abhängigkeit von Passagerate und Aufbereitung (Loose, 2000; Ettle et al., 2001)

	Ruminale Abbaubarkeit (%)	
	Weizen	Mais
Passagerate/Futteraufnahme		
„mittel“	90-95	50-70*
„hoch“	80-90	40-50*
Aufbereitung		
Maiskorn, getrocknet		60
Maiskorn, hitze- u. dampfbehandelt		70-80
Maissilage, 35 % TS		75-85

*Körnermais

Tab. 5: Kennzahlen einer hochwertigen Maissilage

TS-Gehalt :	32-36 %
Rohasche :	< 4,0 % i.d. TS
(Rohprotein :	~ 8,5 % i.d. TS)
Rohfaser :	17-19 % i.d. TS
Stärke :	> 30 % i.d. TS (ruminale Abbaubarkeit im Bereich von 80 %)
(Kolbenanteil:	> 55 %, TS-Gehalt > 55 %)
(Restpflanze :	TS-Gehalt 22-24%)
Energiegehalt:	6,6-6,8 MJ NEL pro kg TS
Häcksellänge:	im Bereich von 8 mm
Einsatz eines Korncrackers	

Ergebnissen der Landessortenversuche Silomais 2001 in Sachsen-Anhalt und Hinweise zur Sortenwahl

NAETHER; J.
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Zentrum für Acker- und Pflanzenbau, 06406 Bernburg, Strenzfelder Allee 22

Im vergangenem Jahr wurde nach vorläufigen Angaben in Sachsen-Anhalt auf 55.584 ha Silomais angebaut. Das ist ein leichter Rückgang gegenüber dem Vorjahr (56.772 ha) und entspricht dem allgemeinen Trend. Insgesamt war es eine gute Saison insbesondere für die Regionen mit den größten Viehbeständen.
Die Aussaat war nicht überall optimal, weil durch Nässe auf den Feldern verspätet, teilweise erst im Mai, gesät werden konnte. Das nachfolgende trockene und warme Wetter führte zu guten Ausgangsbeständen. Die Jugendentwicklung war verhalten und führte erst mit einer Woche Verspätung zur Blüte. Bis auf die sehr leichten Sandböden, besonders im Gebiet von Wittenberg und Zerbst, gab es vergangenes Jahr keinen ausgeprägten Trockenstress. Im Zeitraum Sprossstreckung bis Blüte und danach fielen zumeist ausgiebige Niederschläge für eine optimale Kornfüllung und Kolbenausreife. Letztere verlief relativ schnell zum Vorteil der frühzeitig Stärke einlagernden Sorten.

Die Sorten wurden letzte Saison bei uns bzgl. der Standfestigkeit in der Vegetation wenig beansprucht, d. h. aber auch , sie waren alle durch ihre Wurzeln gut im Boden verankert. Zum Siliertermin waren die Bestände noch relativ grün und damit unanfällig für Fusarium-Stengelbruch. Gebrochene Pflanzen hatten als Ausgangsursache zumeist Zünslerbefall, sichtbar durch Bohrlöcher und Bohrmehl an den Pflanzen. Durch die noch relativ frischen Restpflanzen war das Erntematerial sehr gut verdaulich: Mittelwert ELOS (enzymlösliche organische Substanz) im frühen Sortiment 71,7 % und bei den Mittelfrühen 70,2 %. Daraus folgt rechnerisch eine InVIVO - Verdaulichkeit von 76 bzw. 75 % des Grundfutters. Deutlich geringer sind nur die ELOS-Werte in Gadegast (früh: 67,8 %, mittelfrüh: 66,7 %). Hier konnte aus technischen Gründen erst sehr spät geerntet werden. Das Erntegut war viel zu trocken und ohne Zusätze nicht mehr gut silierfähig.

Die Stärkegehalte zur Ernte liegen auf gutem bis sehr gutem Niveau (frühes Sortiment: 34,2 %, mittelfrühes Sortiment: 35,5 %). Daraus ergaben sich entsprechend günstige Stärkeerträge von 60 – 70 dt/ha an den einzelnen Prüforten. Während in Beetzendorf und Gadegast die frühen Sorten 4 – 5 dt/ha Stärke im Mittel mehr erreichten, wurde in Iden von den Mittelfrühen 7 dt/ha Stärke mehr geerntet. Die Leistungen der Sorten bzgl. Stärkegehalt im Erntegut und Stärkeertrag pro Hektar sind sehr unterschiedlich und erlauben eine sehr spezifische Sortenwahl entsprechend betrieblichen Anforderungen an die Grundfutterqualität bei der optimalen Rationsgestaltung. In den vollständigen Versuchsberichten werden deshalb alle relevanten Inhaltsstoffe aus der NIRS-Analyse sortenspezifisch ausgewiesen, neben der Verdaulichkeit auch Rohfaser und Rohprotein sowie umsetzbare Energie (MJ bzw. GJ ME) für die Mastleistung. Sie sind im Internet abrufbar unter: http://www.llg-lsa.de.
Mit den LSV-Ergebnissen 2001 erreichten folgende neue Sorten den Nachweis spezifischer Anbaueignung in Sachsen-Anhalt:

Sorten mit hohem Gesamt-TM- und Energieertrag
Frühes Sortiment: Calas, Diplomat, Pernel (alle erst zweijährig geprüft)
Mittelfrühes Sortiment: Fernando, Fjord, Romario

Sorten im kolbenbetonten Wuchstyp mit hohem Stärkeertrag
Frühes Sortiment: Birko, Dono, Justina, Oldham, Tassilo, Total (zweijährig geprüft)
Mittelfrühes Sortiment: Domenico, Rivaldo (zweijährig geprüft)

Sorten mit sehr früher Abreife für die klimatischen Grenzlagen
Dono, Justina, Tassilo, Total (zweijährig geprüft)

Tab. 1: LSV Silomais früh Sachsen-Anhalt 2001

		GTS % rel.	GTME rel.	GJ NEL/ha rel.	Stärke-ertrag rel.	Stärke-gehalt %	Energie-ertrag MJ NEL/kg TM
1	**Tassilo**	110	98	99	101	35,6	6,64
2	**Justina**	104	98	99	103	36,3	6,65
3	**Dono**	98	91	91	94	35,3	6,56
4	**Oldham**	94	105	105	108	35,2	6,55
5	**Symphony**	98	100	101	102	35,1	6,59
6	**Pernel**	102	104	103	97	32,2	6,47
7	**Schumi**	102	101	97	93	31,3	6,31
8	**Diplomat**	103	104	104	102	33,7	6,54
9	**Sagitta**	98	97	97	98	34,7	6,56
10	**Ambros**	98	103	102	94	31,3	6,45
11	**PR39G12**	91	112	110	106	32,2	6,41
12	**Companero**	95	100	98	94	32,3	6,43
13	**Ravenna**	102	96	98	104	37,3	6,67
14	**Talman**	102	99	100	104	36,2	6,59
15	**Early Star**	102	98	99	101	35,6	6,63
16	**PR39P49**	98	100	101	101	34,4	6,62
17	**Barbados**	90	97	95	90	31,8	6,40
18	**Abraxas**	108	97	98	105	37,2	6,59
19	**Caruso**	105	102	102	102	34,3	6,50
20	**Silvio**	98	99	98	89	30,7	6,43
21	**Birko**	103	100	102	110	39,1	6,87
22	**Jet**	106	109	106	103	33,9	6,53
23	**Calas**	100	107	105	100	33,4	6,64
24	**Total**	99	92	93	100	38,7	6,82
25	**Orient**	99	103	100	97	33,3	6,50
	Mittel BB Mittelwert	**38,2**	**172,4**	**113,1**	**59,3**	**34,2**	**6,53**

Silvio D-Standorte
Birko, Jet, Calas, Total, Orient nur Walbeck

Tab. 2: LSV Silomais mittelfrüh Sachsen-Anhalt 2001

		GTS % rel.	GTME rel.	GJ NEL/ha rel.	Stärke-ertrag rel.	Stärke-gehalt %	Energie-ertrag MJ NEL/kg TM
1	**Probat**	101	96	95	103	34,3	6,46
2	**Attribut**	104	102	102	100	31,4	6,47
3	**Caballero**	102	91	92	96	33,5	6,50
4	**Domenico**	98	97	97	98	32,0	6,47
5	**Fjord**	108	100	102	103	33,2	6,59
6	**Fernando**	97	103	104	101	30,7	6,52
7	**Romario**	99	103	104	105	32,0	6,52
8	**Perfect**	97	94	95	98	33,1	6,52
9	**Eurostar**	99	102	100	97	29,8	6,35
10	**Effekt**	99	102	103	103	31,8	6,50
11	**Gavott**	101	103	103	101	30,6	6,41
12	**Rivaldo**	100	96	98	98	32,1	6,55
13	**Flavi**	89	106	103	94	27,8	6,28
14	**Antilles**	95	100	97	89	28,0	6,26
15	**Acapulco**	102	99	99	102	32,7	6,47
16	**Topper**	108	96	99	106	35,4	6,65
17	**Lukas**	104	107	110	116	34,2	6,58
18	**Tripoli**	102	100	99	101	31,9	6,41
19	**Veritis**	101	101	99	94	29,4	6,31
20	**Sandrina**	97	104	101	99	29,7	6,27
21	**Rodrigo**	104	99	97	95	30,1	6,25
22	**Altess**	100	99	99	95	31,2	6,49
23	**Power**	96	96	95	96	32,5	6,48
	Mittel BB	**34,6**	**183,6**	**118,9**	**58,6**		
	Mittelwert					**31,6**	**6,45**

Rodrigo D-Standorte
Altess und Power Lö-Standorte

Ergebnisse der Landessortenversuche Körnermais 2001 in Sachsen-Anhalt und Hinweise zur Sortenwahl für die kommende Vegetation

NAETHER; J.
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Zentrum für Acker- und Pflanzenbau

In Sachsen-Anhalt wurden im Jahr 2001 fünf Versuche mit frühen und drei Versuche mit mittelfrühen Sorten angelegt. Die Aussaat erfolgte an allen Orten in der letzten April-Dekade. Die Bedingungen zum Aufgang waren gut, die nachfolgende Jugendentwicklung etwas langsam, aber ohne Sortendifferenzierungen bzgl. Kälte-Stresstoleranz. Die Blüte war etwa eine Woche später. Wegen der besseren Korrelationen zum Kornertrag wird jetzt das Erscheinen der Narbenfäden festgehalten und damit der Zeitpunkt des Beginns der generativen Entwicklung bestimmt. Üblicherweise herrscht beim Mais „Protandrie“ (Vormännlichkeit), d.h. der Pollen wird vor dem Erscheinen der Narben reif. Es gibt jetzt Zuchtmaterial, bei dem die Narbenfäden vor dem Pollenschütten der Fahne reif sind. In diesem Fall spricht man von „Protogynie“ (Vorweiblichkeit).
Durch viele Niederschläge nach der Blüte bestanden gute Bedingungen für die Kornfüllung. Die Abreife der Kolben verlief dann wieder relativ schnell. Die Restpflanzen dagegen blieben lange Zeit sehr grün und die Bestände bis zum Drusch relativ standfest. Die gute Standfestigkeit in den letzten drei Jahren verhinderte auf unseren Standorten eine genaue sortenspezifische Einschätzung im Komplex Standfestigkeit/Stengel-Fusariumtoleranz.
Für Ostdeutschland ergibt sich folgendes: Problematisch bei den Frühen sind Sagitta, Symphony und Tassilo. Aus dem ersten Prüfjahr 2001 deuten sich auch bei Acapulco, Barbados, Early Star und PR39G12 Schwächen in der Standfestigkeit für den Mähdrusch bei Korn-TS-Gehalten unter 30 % an. Auch bei den mittelfrühen Sorten kann es im Endstadium der Kornabreife große Standfestigkeitsmängel geben, wie z.B. bei Aldo, Probat und Power, ebenso bei mehreren der erst einjährig geprüften Sorten, wie Ruperto, Topper und Veritis. Ein anderes Problem sind die Standfestigkeitsmängel schon während der Vegetation durch nicht genügend im Boden verankerte Pflanzen oder Abknicken bei stürmischem Wind. Beispiele für solche Probleme finden sich bei Benicia und Eurostar.
Durch den Zünslerbefall, im Mittel vier bis acht Prozent (frühes und mittelfrühes Sortiment ziemlich im gleichen Umfang betroffen), bekommen die Pflanzen Probleme mit der Standfestigkeit/Fusariumtoleranz. Die Fraßstellen der Zünslerraupen werden einerseits zu Eintrittspforten für Fusariumpilz-Infektionen und andererseits reduzieren sie schon rein mechanisch die Stabilität des Stengels. Besonders kritisch wird es, wenn der Kolben durch Stengelbruch Bodenberührung bekommt und durch Fäulnis geschädigt werden kann. Wenige faule Kolben beim Mähdrusch können den hygienischen Status des Erntegutes erheblich verschlechtern. Nur die Altmark ist derzeit bzgl. Zünsler noch relativ befallsfrei. Besonders stark ist der Zünslerbefall im mitteldeutschen Trockengebiet. Bei 30 % befallener Pflanzen treten erhebliche Verluste sowohl durch direkte Fraßschäden als auch indirekt durch geringere Assimilationsleistungen nach Fusariumbefall und zusätzlich durch erhöhtes Lager ein. Zerkleinerung der Stoppeln und sauberes Unterpflügen kann als gute fachliche Praxis breit angewendet künftige Schäden stark vermindern.
Die Körnermaiserträge sind in diesem Jahr insgesamt gut bis sehr gut. Auf den Lö-Standorten entsprechen sie denen vom Vorjahr, liegen aber deutlich unter den Maximalerträgen der 1999er Saison. Auf den D-Standorten in der Altmark erreichen die frühen Sorten im Mittel 114 dt/ha, das entspricht dem standortspezifischen Höchstniveau. Auf dem sehr leichten Grenzstandort Gadegast wurden dieses Jahr bis 70 dt/ha erreicht, sehr viel mehr als in den Vorjahren mit zerstörerischer Sommertrockenheit.
Durch höhere Energiepreise und niedrigere Marktpreise verringerte sich die durch Trocknungskosten bereinigte Marktleistung von 1999 auf 2001 sehr erheblich. Im Mittel der

fünf Standorte des frühen Sortimentes lag die bereinigte Marktleistung im Jahr 2001 nur noch bei 1.719 DM/ha, im mittelfrühen Sortiment über drei Orte noch bei 1.565 DM/ha. Gegenüber 1999 ist das ein Verlust von über 500 DM/ha. Eine sehr negative und schmerzliche Bilanz für den Körnermaisanbau in unserer Region.

Frühe und mittelfrühe Körnermaissorten mit spezifischer Anbaueignung, Aussaat 2002

Reifegruppe	aus aktuellen LSV-Ergebnissen	aus früheren LSV-Ergebnissen
frühe Körnerreifezahl bis K 220	Domenico (D) Fuego (W, sp.) Palermo (fr.)	Achat, Antares Banquise (W), Green (W) Loft (W) Manatan (D) Sponsor
mittelfrühe Körnerreifezahl K 230 - K 250	Benicia (sp.) Cardoso (2 j. D) Etendard (sp.) Eurostar (2 j.) Fjord (fr.) Rivaldo (2 j.) Romario	Akim (fr.), Banguy Carat (fr.), Carrera Ilias, Lenz (D) Marignan (D), Monopol (W) Prinz

Sorte: erstmalig genannt
(2j.): vorläufige Einschätzung;
W: ausreichende Wasserversorgung notwendig

fr.; sp.: frühe bzw. späte Druschreife
D: gute Leistung auf D-Standorten

Eigenschaften der Körnermaissorten
Frühe Reifegruppe:

Domenico
Ausgeprägte stay-green Sorte mit sehr stabilen überdurchschnittlichen Erträgen an Korn und Marktleistung

Fuego
Sehr großwüchsige Sorte mit hohem Kolbenansatz und stabiler Standfestigkeit; hohes Ertragspotential auch auf den D-Standorten, sofern die Feuchteversorgung gesichert ist; etwas höhere Trocknungskosten

Palermo
Früher Beginn der generativen Entwicklung zu einem großkörnigen Erntegut, sehr gute und stabile Marktleistung nach Abzug der geringeren Trocknungskosten; stabile und fusarium-tolerante Bestände

Mittelfrühe Reifegruppe:

Benicia
Sehr großwüchsige Hybride für niedrige Bestandesdichten mit späterer Druschreife; die hohen Erträge werden durch die Trocknungskosten stark relativiert

Etendard
Ertragsstabile, später druschreife Sorte mit sehr stabilen Feldbeständen ohne Bestockung und Beulenbrand; höhere Trocknungskosten senken die Marktleistung pro Hektar

Fjord
Stay-green Sorte mit frühzeitiger generativer Entwicklung und schnell austrocknenden großen Körnern (beschleunigtes dry down), etwas größere Ertragsschwankungen

Romario
Auf höchsten Ertrags- und Marktleistungsstand sehr stabil über Jahre und Standorte; sehr sicher standfest und fusariumtolerant

LSV Körnermais – früh 2001 Sachsen-Anhalt
Kornertrag und TS-Gehalt Korn relativ zum Mittelwert

		Kornertrag						**TS-Gehalt Korn im Mittel**
	Orte	**Walbeck**	**Gade-gast**	**Bad Lauch-städt**	**Beet-zendorf**	**Iden**	**Mittel-wert**	
1	Tassilo	89	91	94	95	98	**94**	**104**
2	Palermo	103	110	93	100	95	**99**	**101**
3	Symphony	94	76	95	102	97	**95**	**101**
4	Domenico	101	104	96	102	103	**101**	**99**
5	Perseus	98	96	99	94	94	**97**	**98**
6	Sagitta	103	96	101	99	100	**100**	**99**
7	Pernel	102	96	105	101	104	**102**	**100**
8	Berlingo	94	95	87	93	95	**92**	**98**
9	PR39G12	109	103	120	107	110	**110**	**98**
10	Companero	101	114	100	100	100	**102**	**101**
11	Acapulco	104	109	102	102	104	**104**	**99**
12	Barbados	96	104	102	99	96	**99**	**100**
13	Caruso	102	110	101	101	101	**102**	**100**
14	Early Star	104	93	105	104	103	**103**	**101**
15	Silvio		101		86	84	**88**	**103**
16	Airbus		105		91	89	**93**	**102**
17	Fuego		96		97	98	**97**	**97**
18	Birko	96		98			**97**	**103**
	Mittelwert	**111,9**	**61,6**	**113,7**	**113,7**	**114,5**	**103,1**	**70,8**

LSV Körnermais – früh 2001 Sachsen-Anhalt
Bereinigte Marktleistung (ohne MwSt) und Trocknungskosten relativ zum Mittelwert

		bereinigte Marktleistung						Trocknungs-kosten im Mittel
	Orte	**Walbeck**	**Gade-gast**	**Bad Lauch-städt**	**Beet-zendorf**	**Iden**	**Mittel-wert**	
1	Tassilo	96	96	97	99	103	**98**	**83**
2	Palermo	107	113	93	103	96	**101**	**94**
3	Symphony	94	78	95	103	100	**95**	**93**
4	Domenico	99	100	95	102	102	**100**	**104**
5	Perseus	95	95	97	92	91	**94**	**102**
6	Sagitta	101	96	100	97	100	**99**	**103**
7	Pernel	100	98	107	101	103	**102**	**102**
8	Berlingo	90	93	85	90	93	**90**	**98**
9	PR39G12	103	101	120	103	108	**108**	**116**
10	Companero	104	113	100	104	103	**104**	**97**
11	Acapulco	101	109	104	98	103	**103**	**107**
12	Barbados	99	103	102	98	97	**99**	**98**
13	Caruso	105	110	98	103	99	**102**	**103**
14	Early Star	106	95	108	106	102	**104**	**99**
15	Silvio		106		89	88	**92**	**79**
16	Airbus		108		95	92	**97**	**85**
17	Fuego		90		96	95	**94**	**104**
18	Birko	100		102			**101**	**88**
	Mittelwert	**1778**	**1086**	**1999**	**1881**	**1850**	**1719**	**483**

LSV Körnermais – mittelfrüh 2001 Sachsen-Anhalt
Bereinigte Marktleistung in DM/ha, Kornertrag relativ zum Mittelwert, TS-Gehalt Korn in % und Trocknungskosten in DM/ha

		bereinigte Marktleistung in DM/ha				Kornertrag				TS-Gehalt Korn in %				Trocknungskosten DM/ha			
		relativ				relativ				relativ				relativ			
	Orte	Wal-beck	Gade-gast	Bad Lauch-städt	Mittel-wert	Wal-beck	Gade-gast	Bad Lauch-städt	Mittel-wert	Wal-beck	Gade-gast	Bad Lauch-städt	Mittel-wert	Wal-beck	Gade-gast	Bad Lauch-städt	Mittel-wert
1	Fjord	111	105	96	**103**	103	99	98	**100**	105	104	99	**102**	90	86	102	**93**
2	Etendard	100	95	96	**97**	100	99	100	**100**	100	97	98	**98**	100	107	108	**104**
3	Probat	92	98	97	**95**	92	97	93	**94**	100	100	103	**101**	92	97	84	**90**
4	Attribut	93	91	95	**93**	96	89	98	**95**	98	101	98	**99**	100	85	106	**99**
5	Benicia	98	96	99	**98**	103	102	102	**102**	98	97	98	**97**	110	114	110	**111**
6	Romario	107	110	101	**105**	104	111	104	**105**	102	99	98	**100**	98	113	111	**106**
7	Eurostar	99	103	104	**102**	100	103	105	**103**	100	100	99	**99**	102	105	107	**104**
8	Power	100	89	95	**95**	99	91	95	**96**	100	99	100	**100**	98	95	96	**97**
9	Monumental	99	93	97	**97**	96	94	94	**95**	102	100	102	**101**	91	94	87	**90**
10	Cardoso	96	108	97	**99**	98	108	95	**99**	99	100	101	**100**	102	106	91	**99**
11	Rivaldo	100	101	95	**98**	97	104	97	**99**	101	98	98	**99**	94	109	103	**100**
12	Asket	103	101	97	**100**	101	104	97	**100**	101	99	100	**100**	99	109	96	**100**
13	Rio	100	95	95	**97**	102	98	99	**100**	99	98	97	**98**	104	105	107	**105**
14	Ikos	100	103	105	**103**	104	102	105	**104**	98	101	100	**100**	110	99	104	**105**
15	Ruperto	98	110	103	**103**	102	104	102	**102**	98	105	101	**101**	110	89	100	**102**
16	Sombrero	106	88	109	**103**	102	93	108	**102**	102	97	101	**100**	97	103	106	**101**
17	Veritis	104	98	110	**105**	101	96	105	**101**	102	101	104	**102**	96	91	92	**93**
18	Lukas	101	116	104	**106**	104	110	102	**105**	98	104	102	**101**	109	97	96	**102**
19	Sandrina	94	98	104	**99**	100	101	103	**101**	97	98	101	**99**	109	106	100	**105**
20	Topper	99	102	102	**101**	96	98	100	**98**	102	103	102	**102**	92	88	94	**92**
21	Santorin	97		105	**101**	90		97	**94**	105		106	**106**	78		78	**78**
22	Rodrigo		99		**99**		102		**102**		98		**98**		108		**108**
23	Aldo		95		**95**		90		**90**		104		**104**		80		**80**
24	Beltana		93		**93**		103		**103**		94		**94**		126		**126**
25	Elebor		97		**97**		92		**92**		104		**104**		81		**81**
26	Prelude			102	**102**			104	**104**			99	**99**			108	**108**
27	Richmond			104	**104**			95	**95**			106	**106**			76	**76**
28	Roxane			91	**91**			94	**94**			97	**97**			104	**104**
	Mittelwert	**1641**	**1102**	**1953**	**1565**	**111,4**	**68,7**	**115,6**	**98,6**	**65,3**	**68,8**	**71,2**	**68,4**	**664**	**349**	**524**	**512**

Was bringt die enge Reihe bei der Maisaussaat? (Ergebnisse aus Sachsen-Anhalt)

BOESE, L.
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt

Zusammenfassung

Die Aussaat des Maises in Doppelreihe (30 und 45 cm im Wechsel) hat im Vergleich zur Standardreihenweite von 75 cm bei konstanter Saatstärke (11 Körner/m^2) im Mittel von drei Versuchsjahren, sieben Sorten und Prüfung als Silo- und Körnermais am Standort Bernburg zu keiner Erhöhung des Ertrages geführt. Verschiedene Merkmale der Silomaisqualität und die Kornfeuchte beim Anbau als Körnermais ließen ebenfalls keine Verbesserung durch Engreihensaat erkennen. Diese Aussage trifft angesichts teilweise stark wechselnder Reaktionen in den Versuchsjahren im Prinzip auch für die einzelnen Sorten zu. Der N_{min}-Überhang nach der Ernte wurde durch Verengung der Reihenweite bei repräsentativer Bodenprobenahme um 6 kg/ha N (ein Versuchsjahr) vermindert. Die Ergebnisse eines Produktionsexperiments zum Vergleich der Reihenweiten über drei Jahre auf einer Fläche von jeweils 6 ha unterschieden sich von Jahr zu Jahr. Im Mittel war auch hier Ertragsgleichheit zu verzeichnen. Von anderen Versuchsanstellern wird auf aus ökologischer Sicht positive Effekte einer Engreihensaat verwiesen (früherer Bestandesschluss, dadurch Erosionsminderung; intensivere Durchwurzelung der Reihenzwischenräume, dadurch Minderung des N_{min}-Überhangs nach der Ernte). Aus Sicht der Ergebnisse am Standort Bernburg kann angesichts erhöhter Maschinenkosten (zur Aussaat doppelte Anzahl Säeinheiten an der Legemaschine sowie zur Silomaisernte reihenungebundenes Schneidwerk nötig) die Engreihensaat unter vergleichbaren Produktionsbedingungen aus betriebswirtschaftlichen Gründen nicht empfohlen werden.

Einführung

Nachdem zunächst engere Reihenweiten üblich waren, hatte sich in der ersten Hälfte der 80er Jahre im deutschen Maisanbau die 75-cm-Reihe mit ihren technologischen Vorteilen im Wesentlichen durchgesetzt. Die verlustmindernde Konstruktion reihengebundener Erntetechnik, der geringere maschinelle Aufwand (weniger Säeinheiten bei gleicher Arbeitsbreite), ein geringerer Raddruck auf die Reihen und bessere Möglichkeiten der mechanischen Unkrautbekämpfung waren Argumente dafür. Versuche hatten gezeigt, dass die damals im Anbau befindlichen ausschließlich großrahmigen Sorten eine relativ weite Reihenentfernung tolerierten. Eine neue Situation trat Ende der 80er Jahre auf, als Sorten eines anderen Wuchstyps mit geringerer Wuchshöhe und aufrechter Blattstellung (z.B. Aviso, Boss) die Angebotspalette erweiterten. Es wurde vermutet, dass insbesondere diese „Kompaktsorten“ zur Ausschöpfung ihres Ertragspotentials engere Reihenweiten und möglicherweise auch höhere Bestandesdichten benötigten.

In der Folge wurden zu dieser Frage in verschiedenen Bundesländern und im Ausland Versuche angestellt. Die Ergebnisse waren nicht immer eindeutig, der erhoffte Ertragszuwachs, auch bei Sorten des Kompakttyps, nicht immer gegeben. Von verschiedenen Versuchsanstellern wird auf weitere positive Effekte der engeren Reihe aus ökologischer Sicht hingewiesen (vgl. den Beitrag von W. PEYKER in diesem Heft), nämlich

- den schnelleren Bestandesschluss, verbunden mit einem günstigeren Bestandesklima, einer besseren Unterdrückung der Spätverunkrautung und einer Verringerung der Erosionsgefahr durch Starkregenfälle im Frühsommer und

- die schnellere und vollständigere Durchwurzelung der Reihenzwischenräume, verbunden mit einer besseren Ausnutzung des Dünger- und Bodenstickstoffs und damit einer Verminderung des N_{min}-Überhangs im Boden nach der Ernte.

Auch in Sachsen-Anhalt wurden Versuche zur optimalen Reihenweite durchgeführt. Eine erste Feldversuchsserie am Standort Bernburg mit vier Sorten in den Jahren 1993-96 konnte die Hypothese, dass insbesondere Kompakttypen auf eine engere Reihenweite ertraglich positiv reagieren würden, nicht eindeutig bestätigen. Zwar verhielten sich die beiden als Silomais angebauten Sorten Legat und Marshall, die sich im Wuchstyp nicht sehr unterschieden, gleichgerichtet und erzielten durch Verengung der Reihenweite von 75 auf 50 bzw. 30 cm im Mittel einen Zuwachs an Gesamttrockenmasse von 4 bzw. 8 dt/ha (= 2,3 bzw. 4,5 %). Die als Körnermais angebaute Normalsorte Graf reagierte auf die engere Reihenweite jedoch negativ, die Kompaktsorte Aviso indifferent.

Feldversuche am Standort Bernburg

Angesichts der nicht eindeutigen Ergebnisse dieser Versuche wurde in den Jahren 1997-99 in Bernburg eine zweite Feldversuchsserie durchgeführt. Der Standort (Löss-Schwarzerde, nicht grundwasserbeeinflusst) liegt im mitteldeutschen Trockengebiet am südlichen Rand der Magdeburger Börde. Im 30jährigen Mittel fallen jährlich nur 469 mm Niederschlag. Die für den Maisanbau entscheidende Mitteltemperatur der Monate Mai bis September ist dagegen mit 16,0 °C relativ günstig.

In die Versuche wurden insgesamt neun ertragreiche und im Anbau verbreitete Sorten der frühen und mittelfrühen Reifegruppe einbezogen, wobei fünf als Silo- und Körnermais, zwei nur als Silomais und zwei weitere nur als Körnermais angebaut wurden. Die Sorten wurden jährlich auf ihren Habitus hin bonitiert und die Bestandeshöhen zur Blüte gemessen. Die Unterschiede diesbezüglich waren nicht sehr groß. Eine ausgesprochen kleinwüchsige und kompakte Sorte, wie ehemals Boss oder Aviso, war nicht darunter.

Neben der Standardreihenweite von 75 cm wurde die Engreihensaat als sogenannte Doppelreihe im wechselnden Abstand von 30 und 45 cm geprüft. Gegenüber einem konstanten Reihenabstand hat die Doppelreihe hier den Vorteil der schonenderen Befahrung (geringerer Raddruck auf die Maisreihen) bei Aussaat und Pflege durch die praxisübliche Technik, wenn in den jeweils weiteren Abständen gefahren wird. Der mittlere Reihenabstand betrug somit 37,5 cm, d.h. die Hälfte der Standardreihe. Die Aussaat erfolgte mit praxisüblicher Legetechnik in 3,0 m Arbeitsbreite. Die Doppelreihe wurde mit einer Maschine vom Typ Optima-Accord, die Standardreihe mit einer Becker-Maschine gelegt. Generell wurden 11 Körner/m² ausgesät. Der Kornabstand in der Reihe betrug somit 12,1 (Standardreihe) bzw. 24,2 cm (Doppelreihe). Die Parzellen in vierfacher Wiederholung wurden in einer Größe von 7,75 x 3,0 m angelegt und (um Rand- und Nachbarwirkung der unterschiedlichen Reihenweiten auszuschließen) als Kern mit 6,75 x 1,5 m beerntet.

Gesamttrockenmasse und Kornertrag

Im ersten Versuchsjahr (1997) lag der Gesamttrockenmasseertrag der Doppelreihe im Mittel der sieben geprüften Sorten 4 % unter dem Ertrag der Standardreihe (**Tabelle 1**). Es gab jedoch deutliche Sortenunterschiede. Als beste Sorte erreichte Lenz einen Ertrag von 107 %, als schlechteste Santiago 87 % im Vergleich zum Reihenabstand 75 cm. In der Körnermaisprüfung schnitt die Doppelreihe im gleichen Versuchsjahr mit 98 % im Durchschnitt ebenfalls etwas schlechter ab. Die Spanne der Relativerträge der Sorten zur Standardreihe betrug hier 93...103 %. Es zu bemerken ist, dass im Vergleich von Silo- und Körnermais einzelne

Sorten nicht beständig reagierten. Dies betrifft insbesondere Türkis, die als Silomais auf die enge Reihenweite negativ, als Körnermais jedoch positiv reagierte.

Tab. 1: Gesamttrockenmasseertrag (GTM) und Kornertrag (KE) verschiedener Maissorten bei Aussaat in Doppelreihe relativ zu 75 cm Reihenweite (in %) in drei Versuchsjahren

Sorte	Reifezahl (S / K)	Jahr								
		1997		1998		1999		**Mittel 3 Jahre**		
		GTM	KE	GTM	KE	GTM	KE	GTM	KE	**Mittel**
Antares	(190 / 220)	98	97	106	96	101	95	102	96	**99**
Lincoln	200 / -	99	-	106	-	96	-	100	-	**-**
Manatan	(220 / 220)	-	100	-	102	-	99	-	100	**-**
Türkis	230 / 230	92	103	109	106	110	100	104	103	**103**
Prinz	240 / 230	-	98	-	103	-	97	-	99	**-**
Santiago	240 / 230	87	96	110	98	105	98	101	98	**99**
Lenz	240 / 240	107	98	111	95	101	106	106	100	**103**
Banguy	(250 / 250)	101	93	116	93	102	96	106	94	**100**
Magister	(250 / 260)	88	-	99	-	102	-	96	-	**-**
Mittel		**96**	**98**	**108**	**99**	**103**	**99**	**102**	**98**	**100**

Im zweiten Versuchsjahr schnitt die Engreihensaat gegenüber der Standardsaat in der Silomaisprüfung mit durchschnittlich 108 % deutlich positiv ab. Bei der Prüfung als Körnermais trat dieser Effekt jedoch nicht ein. Wiederum können wechselnde Sortenunterschiede in der Reaktion auf die Reihenweite beobachtet werden. Im dritten Versuchsjahr wirkte sich die Aussaat in enger Reihe auf den Gesamttrockenmasseertrag ebenfalls positiv, auf den Kornertrag wiederum indifferent aus.

Im Durchschnitt aller drei Versuchsjahre und beider Prüfungen führte die Aussaat in Doppelreihe mit relativ 100 % zum gleichen Ertrag wie die Standardsaat in 75 cm Reihenweite, wobei in der Silomaisprüfung die Engsaat mit + 2 % etwas besser und in der Körnermaisprüfung mit - 2 % etwas schlechter abschnitt. Anzumerken ist die wechselnde Reaktion der Sorten in den einzelnen Jahren und Prüfungen. Banguy z.B. reagierte als Silomais auf die enge Reihe positiv, als Körnermais negativ. Auch von Jahr zu Jahr gibt es bei einigen Sorten stark wechselnde Reaktionen. Angesichts dieser Differenziertheit muss der im Durchschnitt über alle sechs Versuche erreichte Ertragszuwachs von 3 % bei den Sorten Türkis und Lenz als zufällig angesehen werden.

Qualität

Der **Stärkegehalt** in der Gesamttrockenmasse (99 % relativ zur Standardreihe) hat sich durch die Verengung der Reihenweite im Mittel aller Versuche kaum verändert (**Tabelle 2**). Die relativen Unterschiede zwischen den Sorten sind in diesem Merkmal z.T. jedoch größer. Lincoln fällt durch die Reihenverengung in allen drei Versuchsjahren deutlich ab. Die **Nettoenergielaktation** als Maß für die Energiekonzentration in der Gesamttrockenmasse reagiert mit relativ 98 % ähnlich (**Tabelle 3**). Hier liegen die Werte der einzelnen Jahre und Sorten eng beieinander. Der **Trockensubstanzgehalt** der gedroschenen Körner zur Ernte (**Tabelle 4**) wurde durch die Reihenverengung ebenfalls nur wenig beeinflusst. Im Mittel konnte hier eine leichte Erhöhung registriert werden. Nur die Sorte Santiago reagierte negativ.

Tab. 2: Stärkegehalt in der Gesamttrockenmasse verschiedener Maissorten bei Aussaat in Doppelreihe relativ zu 75 cm Reihenweite (in %) in drei Versuchsjahren

Sorte	Reifezahl (S / K)	Jahr 1997	1998	1999	**Mittel 3 Jahre**
Antares	(190 / 220)	97	94	96	**96**
Lincoln	200 / -	87	95	93	**92**
Türkis	230 / 230	98	96	114	**102**
Santiago	240 / 230	97	103	103	**101**
Lenz	240 / 240	92	109	97	**99**
Banguy	(250 / 250)	104	98	99	**100**
Magister	(250 / 260)	104	98	99	**100**
Mittel		**97**	**99**	**100**	**99**

Tab. 3: Nettoenergielaktation (MJ/kg TM) [1)] in der Gesamttrockenmasse verschiedener Maissorten bei Aussaat in Doppelreihe relativ zu 75 cm Reihenweite (in %) in drei Versuchsjahren

Sorte	Reifezahl (S / K)	Jahr 1997	1998	1999	**Mittel 3 Jahre**
Antares	(190 / 220)	99	96	99	**98**
Lincoln	200 / -	96	98	99	**98**
Türkis	230 / 230	100	96	102	**99**
Santiago	240 / 230	100	99	100	**100**
Lenz	240 / 240	99	98	98	**98**
Banguy	(250 / 250)	101	98	99	**99**
Magister	(250 / 260)	101	97	97	**98**
Mittel		**99**	**97**	**99**	**98**

[1)] nach WEISSBACH

N_{min} nach der Ernte

In den Jahren 1997 und 1999 wurden im Silomaisversuch nach der Ernte Bodenproben gezogen und auf ihren Rest-N_{min}-Gehalt hin untersucht. Die Methodik der Probenahme war in beiden Jahren unterschiedlich. 1997 wurden die Proben exakt in der Mitte zwischen den Drillreihen entnommen, wo wegen der schwächeren Durchwurzelung am ehesten mit Unterschieden zwischen den Gehalten zu rechnen ist. Diese Technik führte im Mittel über zwei Sorten zu einer Verminderung des Gehaltes durch die Engreihensaat um 55 kg/ha N in 0-60 cm Tiefe (**Tabelle 5**). Sie ist jedoch nicht repräsentativ für die Fläche. Im Jahr 1999 wurden die Einstiche in üblicher Weise gleichmäßig über die Probenahmefläche verteilt. In diesem Jahr betrug die Verminderung des Rest-N_{min}-Wertes durch Engreihensaat, bei einem allerdings relativ geringen Ausgangsgehalt von 31 kg/ha, nur 6 kg/ha N.

Tab. 4: Trockensubstanzgehalt im Druschgut verschiedener Maissorten bei Aussaat in Doppelreihe (Differenz in abs.-% zu 75 cm Reihenweite) in drei Versuchsjahren

Sorte	Reifezahl (S / K)	Jahr 1997	1998	1999	**Mittel 3 Jahre**
Antares	(190 / 220)	- 0,1	+ 1,3	+ 2,0	**+ 0,1**
Manatan	(220 / 220)	0,0	+ 0,4	+ 0,4	**+ 0,3**
Türkis	230 / 230	- 0,4	+ 0,2	+ 0,4	**+ 0,1**
Prinz	240 / 230	+ 0,9	- 0,5	+ 0,3	**+ 0,2**
Santiago	240 / 230	- 0,5	- 2,9	+ 0,8	**- 0,9**
Lenz	240 / 240	+ 0,4	+ 0,6	+ 0,5	**+ 0,5**
Banguy	(250 / 250)	+ 0,6	+ 1,1	+ 0,9	**+ 0,9**
Mittel		**+ 0,1**	**0,0**	**+ 0,7**	**+ 0,3**

Produktionsexperiment

In allen drei Versuchsjahren wurde zum Vergleich beider Reihenweiten auf einer jeweils benachbarten Fläche von 6 ha Größe ein Produktionsexperiment mit Körnermais durchgeführt. Die Hälfte der Fläche wurde in Normalsaat (75 cm Reihenweite), die andere Hälfte analog zum Parzellenversuch in Doppelreihensaat (Mittel 37,5 cm Reihenweite) bestellt. Im ersten Versuchsjahr führte die Doppel- gegenüber der Standardreihe zu einem Ertragsabfall von 3,9 dt/ha (**Tabelle 6**). Das zweite Versuchsjahr brachte demgegenüber einen Ertragsvorteil der Doppelreihe von 4,3 dt/ha. Im dritten Jahr war die Differenz zwischen beiden Varianten nur sehr gering. Der Einfluss der Reihenweite auf die Kornfeuchte zur Ernte unterschied sich in den drei Jahren ebenfalls. Der Pflückdrusch der Doppelreihe war mit einem handelsüblichen sechsreihigen Pflückvorsatz am Mähdrescher ohne Probleme möglich.

Tab. 5: N_{min}-Gehalt im Boden nach der Silomaisernte in Abhängigkeit von der Reihenweite in zwei Versuchsjahren

Sorte	Schichttiefe 0-30 cm				30-60 cm				0-60 cm			
	RW 75	RW 30/45	GD [1]	**Differenz**	RW 75	RW 30/45	GD [1]	**Differenz**	RW 75	RW 30/45	GD [1]	**Differenz**
	N_{min} (kg/ha N)											
	1997 [2]											
Santiago	104	58	41	**-46**	26	22	7	**-4**	130	80	44	**-50**
Banguy	100	41	41	**-59**	25	24	7	**-1**	125	65	44	**-60**
Mittel	**102**	**49**	**29**	**-53**	**25**	**23**	**5**	**-2**	**127**	**72**	**31**	**-55**
	1999 [3]											
Santiago	15	12	5	**-3**	13	9	6	**-4**	28	21	9	**-7**
Banguy	20	17	5	**-3**	14	12	6	**-2**	34	29	9	**-5**
Mittel	**18**	**15**	**3**	**-3**	**14**	**11**	**4**	**-3**	**31**	**25**	**6**	**-6**

1) Grenzdifferenz (Tukey, α = 5 %)
2) Bodenprobenahme in der Mitte zwischen den Reihen
3) Bodenprobenahme repräsentativ über die Fläche verteilt

Tab. 6: Kornertrag und Kornfeuchte zur Ernte von Körnermais in Abhängigkeit von der Reihenweite in drei Versuchsjahren (Produktionsexperiment auf je 6 ha Versuchsfläche)

Reihenweite	Jahr:	**1997**	**1998**	**1999**
	Sorte:	Helix	Helix	Manatan
	Kornertrag (dt/ha)			
75 cm		85,3	77,8	109,2
30 / 45 cm		81,4	82,1	110,0
Differenz		**- 3,9**	**+ 4,3**	**+ 0,8**
	Kornfeuchte (%)			
75 cm		31,4	27,8	26,6
30 / 45 cm		32,5	26,3	26,6
Differenz		**+ 1,1**	**- 1,5**	**0,0**

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse zeigen, dass die Verringerung der Reihenweite beim Versuchsanbau von Silo- und Körnermais am Standort Bernburg im Mittel über drei Versuchsjahre und sieben Sorten zu keiner Erhöhung des Ertrages führte. Eine Verbesserung der Qualität des Silomaises bzw. der Kornfeuchte des Körnermaises durch die engeren Reihen ließ sich ebenfalls nicht nachweisen. Angesichts wechselnder Reaktionen in den einzelnen Versuchsjahren trifft trotz gewisser Unterschiede in den Mittelwerten diese Aussage auch für die einzelnen Sorten zu. Ein Zusammenhang zwischen Wuchstyp und Ertragsreaktion auf die Verringerung der Reihenweite ließ sich nicht ableiten. Die in der Einleitung genannte Hypothese, dass insbesondere Kompakttypen auf die engere Reihenweite positiv reagieren würden, läßt sich anhand dieser Ergebnisse nicht bestätigen. Ausgesprochene Kompakttypen, wie die älteren Sorten Aviso oder Boss, waren im Sortiment allerdings nicht vertreten. Auf den N_{min}-Überhang im Boden nach der Ernte hatte die Verringerung der Reihenweite nur sehr geringen Einfluss.

Schlussfolgernd aus diesen Ergebnissen kann angesichts erhöhter Maschinenkosten (zur Aussaat ist die doppelte Anzahl Säeinheiten an der Legemaschine und zur Silomaisernte ein reihenungebundenes Schneidwerk nötig) die Engreihensaat unter vergleichbaren Produktionsbedingungen aus betriebswirtschaftlichen Gründen nicht empfohlen werden.

Pflanzenschutz im Mais – Erfahrungen und aktuelle Probleme

PAPENFUß, J.; HARTLEB, H.; MATTHES, P.; FAßHAUER, M.
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau, Standort Magdeburg

Unkrautbekämpfung

Der Mais leidet besonders im Jugendstadium (BBCH 12 – 13) stark unter der Unkrautkonkurrenz. Daher ist eine rechtzeitige Unkrautbeseitigung für einen hohen Ertrag von großer Bedeutung. Die in unserem Territorium zum Problem gewordenen Unkrautarten sind vor allem Gänsefuß, Knötericharten, Amarant, Vogelmiere, Schwarzer Nachtschatten und Hühnerhirse.

Der Beseitigung, besonders des Nachtschattens, ist auch wegen der Beeinträchtigung der Silagequalität großes Augenmerk zu geben. Wird die Unkrautregulierung im Keimblatt bis zum Zwei-Blatt-Stadium durchgeführt, ist der Herbizideinsatz kostengünstig und verträglich für die Kulturpflanze durchführbar. Ist ausreichend Bodenfeuchtigkeit für die Wirkung der bodenaktiven Wirkstoffe vorhanden und die Masse der Unkräuter aufgelaufen, ist zum frühen Termin eine Aufwandmengenreduzierung von 25 – 30 % ohne nachfolgende Wirkungsminderung möglich. Bei späteren Herbizidapplikationen (BBCH 14 – 16) sind höhere Präparateaufwandmengen für eine gute Wirkung erforderlich, die aber auch für die Kulturpflanze stärkeren Stress bedeuten. Verträglichkeitsprobleme treten bei unzureichend ausgebildeter Wachsschicht, wechselnden Temperaturen oder nach Regenperioden auf.

Ziel muss es sein, mit einer Behandlung auszukommen. Eine geringfügige Neuverunkrautung wird vom Maisbestand toleriert.

Die Auswahl der Herbizide sollte nach den folgenden Schwerpunkten erfolgen:

1. Art des Unkrautspektrums (dikotyle Unkräuter oder Mischverunkrautung mit Hirsen)
2. Entwicklungsstadium der vorhandenen Unkrautarten
3. Kulturpflanzenbeschaffenheit (Entwicklungsstadium, Wachsschicht)
4. Witterungsbedingungen (Bodenfeuchte, Temperatur, Niederschlag)
5. Pflanzenschutzmitteleigenschaften (Wirkungsweise, Verträglichkeit, Preis)

Kombinationspräparate mit Boden- und Blattwirkung haben sich bewährt. Sie erzielen auf Grund ihrer langen Wirkungsdauer auch bei verschobenem Unkrautauflauf einen sauberen Maisbestand. Die Vielzahl der einsetzbaren Herbizide und Kombinationen ist aus der **Tabelle** ersichtlich.

Neu im Angebot werden in diesem Jahr folgende Präparate sein:

- Gardo Gold (S-Metalachlor + Terbuthylazin)
- Zintan Gold Pack (Gardo Gold + Callisto)
- MaisTer (Foramsulfuron + Irdosulfuron + Safener)
- Spectrum Profi Pack (Spectrum + Artett)

Tierische und pflanzliche Schaderreger

Der verbreitetste Schädling ist die **Fritfliege**, die besonders als Larve der ersten Generation späte Saaten befällt. Die Folge sind aufgeschlissene Blätter und Mehrstängeligkeit, welche die Kolbenausbildung beeinträchtigt. Wenn eine rasche Wanderung der Larven zum Vegetationspunkt der Jungpflanzen erfolgt, können diese völlig absterben. Zur Bekämpfung kann Beizung mit Gaucho 600 FS oder Spritzung mit Karate Zeon erfolgen.

Zunehmende Verbreitung in Sachsen-Anhalt erfährt in den letzten Jahren der **Maiszünsler** (vgl. Abbildung). Die Larven des Kleinschmetterlings bohren sich im Maisstängel abwärts. Es kann zum Abknicken der Stängel mit hohen Ertragsverlusten kommen. Die Raupe überwintert in Stoppelrückständen. Die wichtigste Bekämpfungsmaßnahme ist das tiefe Unterpflügen der Stoppeln bis April, nachdem sie vorher zerkleinert wurden. Auf diese Weise konnte die Befallsstärke im Raum Köthen, einem Zentrum des Körnermaisanbaues, in den letzten Jahren reduziert werden. Insektizideinsatz auf der Basis Cyfluthrin oder Bacillus thuringiensis ist möglich, wobei sich allerdings technische Probleme ergeben (Mais ist zu diesem Termin ca. 1,50 m hoch). Aus diesem Grunde ist der Einsatz von Luftfahrzeugen in Erwägung zu ziehen.

Die größte Bedeutung bei den Pilzkrankheiten erlangt zweifellos die **Fusarium-Stängelfäule**. Im Bereich des ersten Knotens treten dunkle Verfärbungen auf, die sich später vergrößern und eindrücken lassen, da das Gewebe durch den Pilz zerstört wurde. Die Folge kann sein, dass die Pflanzen an dieser Stelle umknicken, besonders unter Einwirkung von Wind. Die Pflanzen werden notreif und die Kolben können von den Erntemaschinen dann nicht mehr erfasst werden.

Die häufig vorherrschende Art Fusarium graminearum überwintert an Ernterückständen, von denen vorrangig die Infektionen ausgehen. Sie ist auch Hauptursache der partiellen Taubährigkeit des Weizens, wenn dieser auf Mais folgt, der pfluglos bearbeitet wurde. In solchen Fällen kann es zu erhöhter Mykotoxinbelastung kommen. Das Krankheitsauftreten ist sehr witterungsabhängig und kann nicht durch Fungizideinsatz verhindert werden. Die sicherste Möglichkeit zur Befallseinschränkung ist die Auswahl resistenter Sorten, die in allen Reifegruppen zahlreich vertreten sind.

Die **Fusarium-Kolbenfäule** tritt besonders an Körnermais auf und wird in der Mehrzahl der Fälle durch die gleichen Fusarien-Arten hervorgerufen. Infektionen können durch die Fraßtätigkeit der Raupen des Maiszünslers am Kolben begünstigt werden. Das Schadbild ist durch das Auftreten eines weiß-rosa gefärbten Pilzmyzels charakterisiert. Infolge des Befalles verkümmern die Körner, die Spindel wird trocken, faul und brüchig. Das Erntegut ist bei verstärktem Befall mit Mykotoxinen belastet. Resistenzunterschiede im Sortiment sind vorhanden, wenngleich sie nicht so deutlich ausgeprägt sind, wie bei der Stängelfäule.

Das auffälligste Schadbild am Mais ist der **Maisbeulenbrand**, der alle oberirdischen Organe der Pflanzen befallen kann. Es bilden sich große blasige Wucherungen, die mit einer silbrigen Haut umgeben und mit schwarz-braunen Sporenmassen ausgefüllt sind. Die Infektionen können durch Verletzungen begünstigt werden (Fritfliege, Hagel). Der Befall kann durch weitgestellte Fruchtfolge und Vermeidung von N-Überdüngung eingeschränkt werden.

Tabelle

Übersicht zu Herbiziden in Mais - Wirkungsbereich Mischverunkrautung (Auszug)

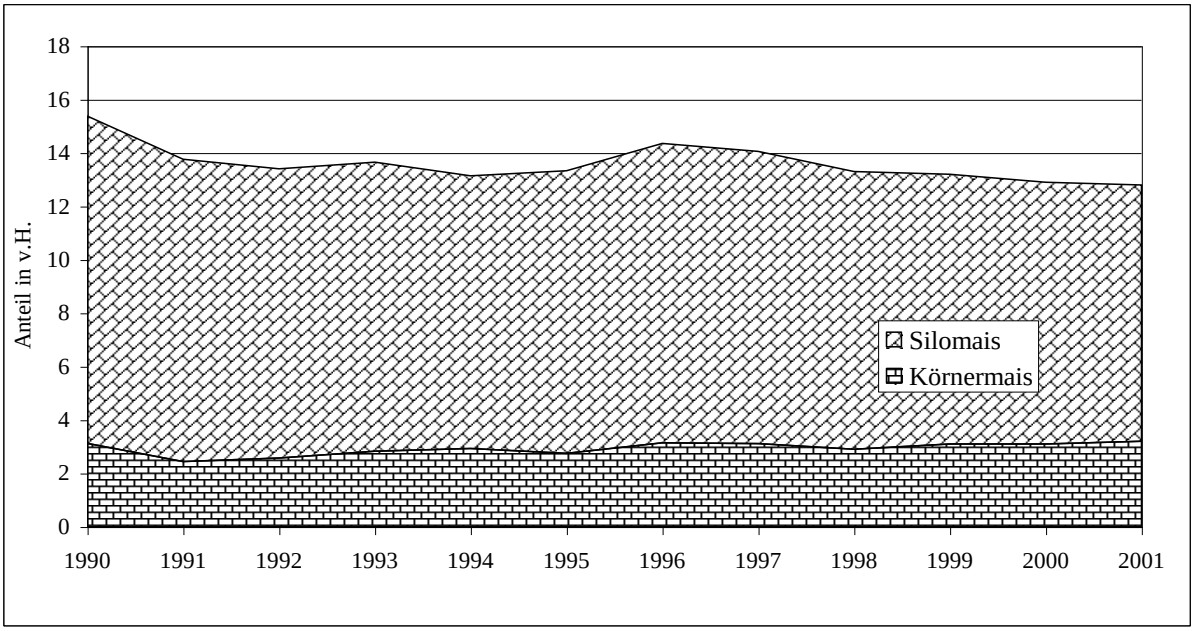
Pflanzenschutzmittel *Wirkstoff*	Aufwandmenge l bzw kg/ha	Verfahren	Wirkungsspektrum Gänse-fuß	Knöter.-arten	Kamil-learten	Kleb-kraut	Nacht-schatten	Ama-rant	Ausfall-raps	Hühner-hirse	Acker-fuchsschw	einj. Rispe	Abst. auf-lagen	Richt - preis EUR/ha
Artett *Terbuthylazin + Bentazon*	4,0 - 5,0	NA ES 12 - 14	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	-	-	+++	**603 15**	60 bis 75
Buctril / Certrol B *Bromoxynil*	1,0 - 1,5	NA ES 14 - 16	+++	++	+++	++	+++	+++	+	-	-	-	601 10	27 bis 41
Callisto *Mesotrione*	1,0 – 1,5	NA ES 12 – 14	+++	+++	++	++	+++	++	++	++	-	-	**603 5**	43 bis 65
Cato + FHS *Rimsulfuron*	0,03 + 0,18	NA bis ES 14	+	+	+++	+++	Sonnenbl ++	+++	+++	+++	+++	+++	600 10	28
Eclat + FHS (Extravon) *Prosulfuron + Bromoxynil*	0,5 + 0,25	NA ES 12 - 16	+++	+++	+++	+	++	+++	+++	-	-	-	**601 5**	22
Gardobuc *Terbuthylazin+Bromoxynil*	1,25 - 2,0	NA ES 12 -14	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	-	+	++	**601 20**	43 bis 69
Gardo Gold *Metolachlor + Terbuzhylazin*	4,0	NA bis ES 16	+++	++	+	+++	+	+++	++	++	+	++	**603 30**	
Lido SC *Terbuthylazin + Pyridate*	2,0 - 3,0	NA bis ES 14	+++	++	++	+++	+++	+++	++	++	+	+	**601 20**	50 bis 75
Mikado *Sulcotrione*	1,50	NA bis ES 14	+++	++	+	++	+++	++	++	++	-	-	601 10	63
Motivell *Nicosulfuron*	0,8 – 1,0	NA ES 12 - 18	+	+	+++	+++	+	++	+++	+++	+++	+++	**603 5**	
Starane 180 *Fluroxypyr*	0,75 - 1,5	NA bis ES 14	-	++	+	+++	++	+	-	-	-	-	**603 5**	24 bis 48
Terano + Rako Binol *Flufenacet*	1,0 + 1,0	VA - NA bis ES 14	++	++	+++	+++	+++	++	+++	++	++	+++	**601 20**	55
Spectrum Profi Pack (Spectrum + Artett)	1,25 - 1,4 + 2,5 - 2,8	NA bis ES 16	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+	++	**603 20**	
Zintan Gold Pack **(Gardo Gold + Callisto)**	3,0 – 4,0 + 0,75 - 1,0	NA ES 12-14	+++	+++	+++	+++	++	+++	++	+++	+	++	**603 30**	
Artett – Motivell - Pack	2,0 – 2,5 + 0,8 – 1,0	NA ES 12 - 18	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	**603 15**	44 bis 55
TM Cato + FHS + Lido SC	0,025+0,15 +2,0	NA bis ES 16	+++	++	+++	+++	+++	+++	++	+++	++	++	**601 20**	73
TM Cato + FHS + **Certrol B/Buctril bzw Duogranol**	0,025+0,15 + 0,5-0,75 bzw. 1,0	NA bis ES 14	+++	++	+++	+++	++	+++	++	+++	++	++	601 10	39 bis 51
TM Mikado + Cato + **FHS + Certol B**	1,0+0,025+ 0,15 + 0,3	NA bis ES14	+++	++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	601 10	73
TM Terano + Mikado	1,0 + 1,0	NA bis ES 14	+++	++	+++	+++	+++	++	+++	+++	++	++	**601/20**	93
TM Tacco + Certrol B	0,15 + 1,0	NA bis ES 14	+++	+++	+++	+++	+++	++	-	-	-	-	601/10	44

TMung +++ = sehr gute Wirkung, ++ = gute Wirkung, + = Nebenwirkung, - = keine Wirkung

Zur Ökonomik der Maisproduktion

HEINRICH, J.
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Landwirtschaftliche Fakultät

Mais insgesamt erreichte 2001 in Deutschland einen Anbauanteil von knapp 13 % der Ackerfläche. Der seit mehreren Jahren rückläufige Verlauf des Silomaisanbaus setzte sich fort, vgl. **Abbildung 1**. Der Körnermais legte weiterhin etwas zu, konnte aber den Anbaurückgang insgesamt nicht aufhalten.

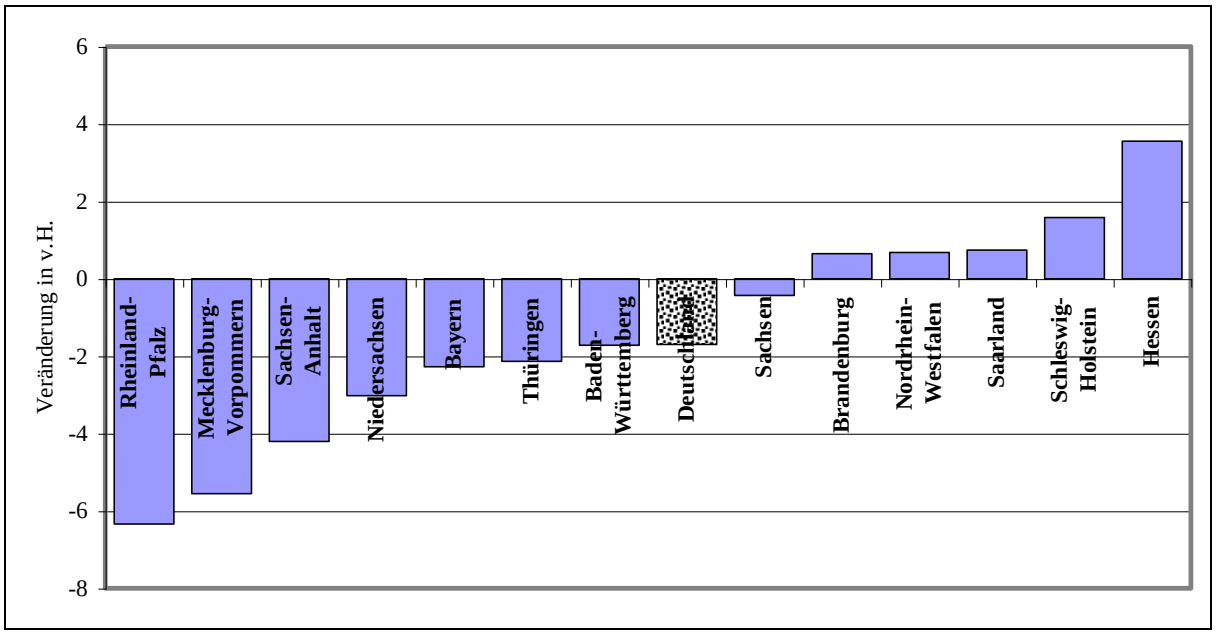


Quelle: nach Angaben des Statistischen Bundesamtes, verschiedene Jahrgänge

Abb. 1: Maisanteil an der Ackerfläche in Deutschland

Silomais verliert

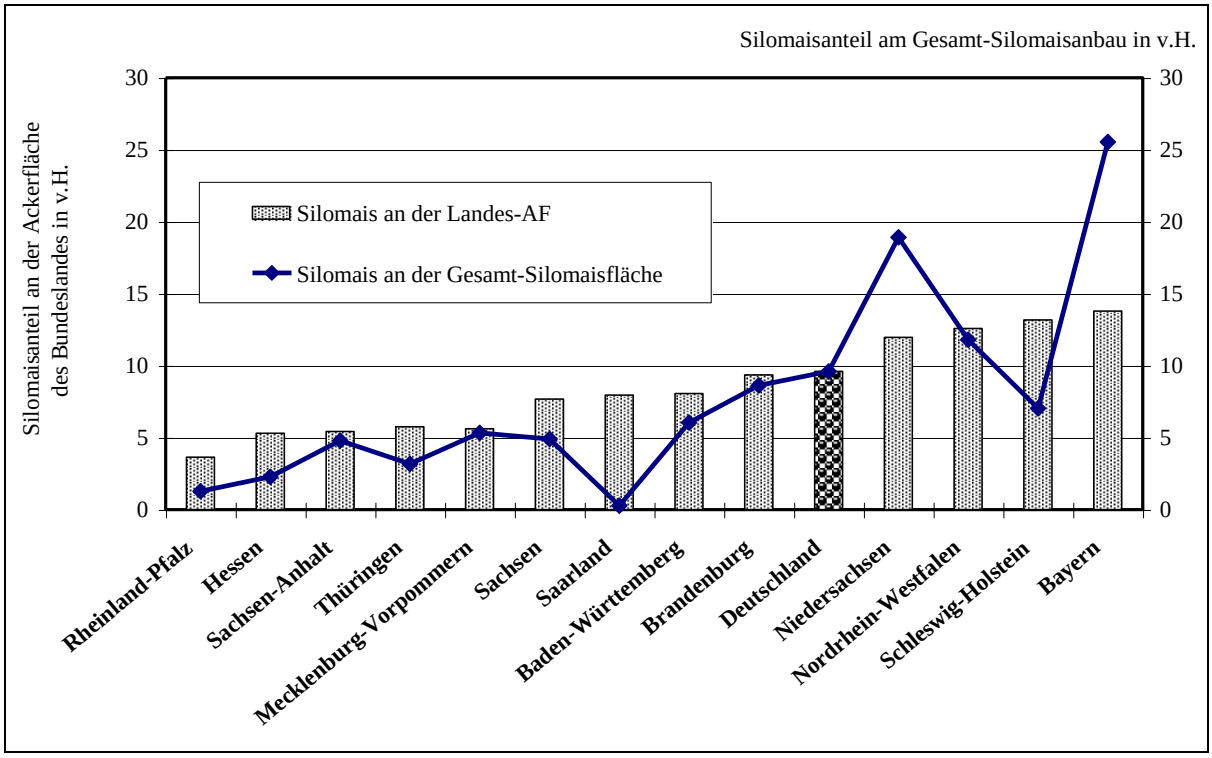
Silomais nimmt weiterhin den überwältigenden Anteil am Maisanbau ein, allerdings folgt sein Anbauanteil in enger Abhängigkeit der Entwicklung der Rinderbestände. In vielen Regionen war der Anbau infolge einer guten Vorjahresernte und der unsicheren Bestandessituation bei den Rindern rückläufig, vgl. **Abbildung 2**. Experten, Saatgutanbieter und Landhändler erwarten auch für 2002 relativ übereinstimmend, dass sich die Situation beim Silomais nicht zum Besseren wendet. Die Unterschiede in veröffentlichten Prognosen ergeben sich nur hinsichtlich der Erwartungen zur weiteren Veränderung der Silomaisanbaufläche. Pessimismus („Anbauanteil sinkt weiter“) überwiegt gegenüber Optimismus („Anbauanteil kann gehalten werden“).



Quelle: nach DMK-Daten, 2001

Abb. 2: Relative Veränderung der Silomaisanbauflächen 2001 zu 2000 nach Bundesländern

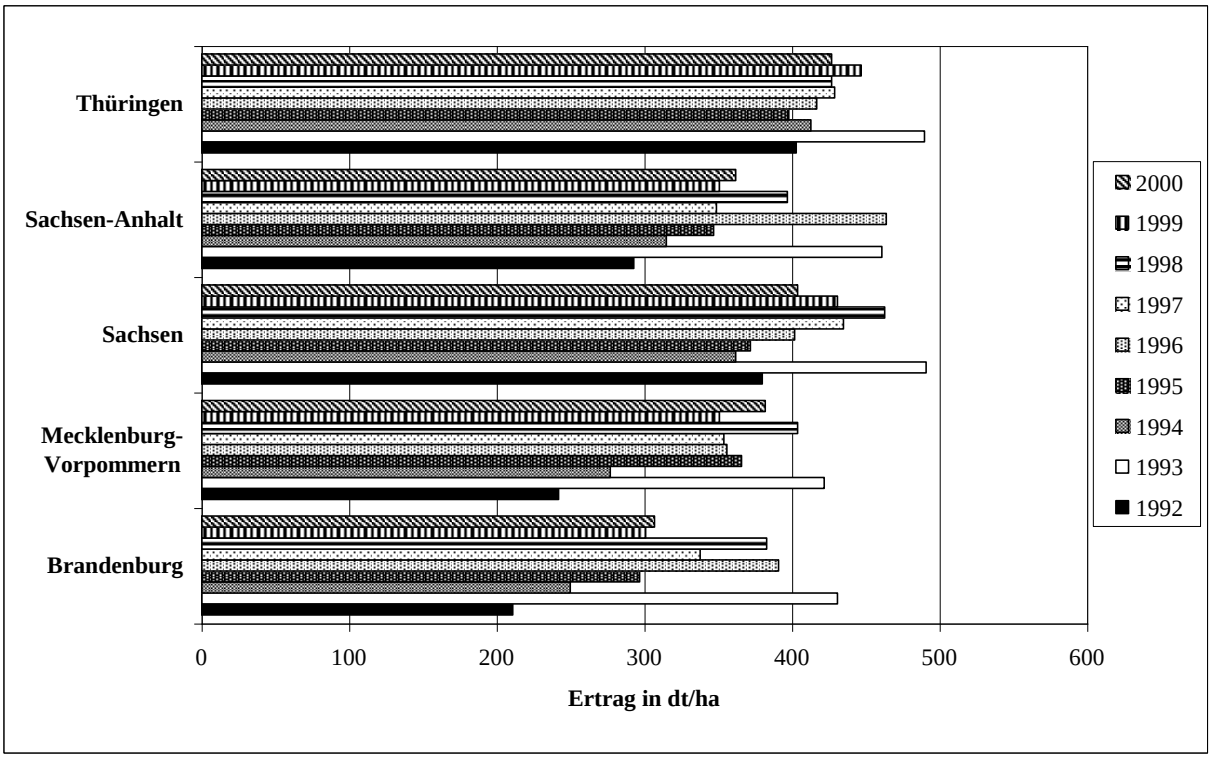
In den neuen Bundesländern wirken sich die relativ niedrigen Tierbesatzwerte deutlich auf den Anteil des Silomaisanbaus an der Landes-AF aus, vgl. Abbildung 3. Lediglich vier Bundesländer übertreffen den Bundesdurchschnitt, zu ihnen gehören die Flächenländer Niedersachsen und Bayern, die auch erhebliche Anteile an der Gesamtsilomaisfläche einnehmen. Bayern allein baut über ein Viertel des deutschen Silomaises an.



Quelle: nach DMK-Daten, 2001

Abb. 3: Silomaisanbau 2001 nach Bundesländern

Vergleicht man die Anbauanteile des Silomais mit anderen Ackerfutterpflanzen, so wird die Entscheidung der Landwirte für die wirtschaftlichste Fütterungskomponente offensichtlich. Silomais bietet – nicht zuletzt Dank der Flächenzahlung – vorteilhafte Voraussetzungen für eine kostengünstige qualitativ hochwertige Grundfuttererzeugung. Dies wird auch für leistungsfähige Milchviehbestände im Ökolandbau immer mehr zur Regel. Die Ertragsentwicklung der vergangenen Jahre (vgl. **Abbildung 4**) zeigt, dass in den neuen Bundesländern regional durchaus Unterschiede existieren.



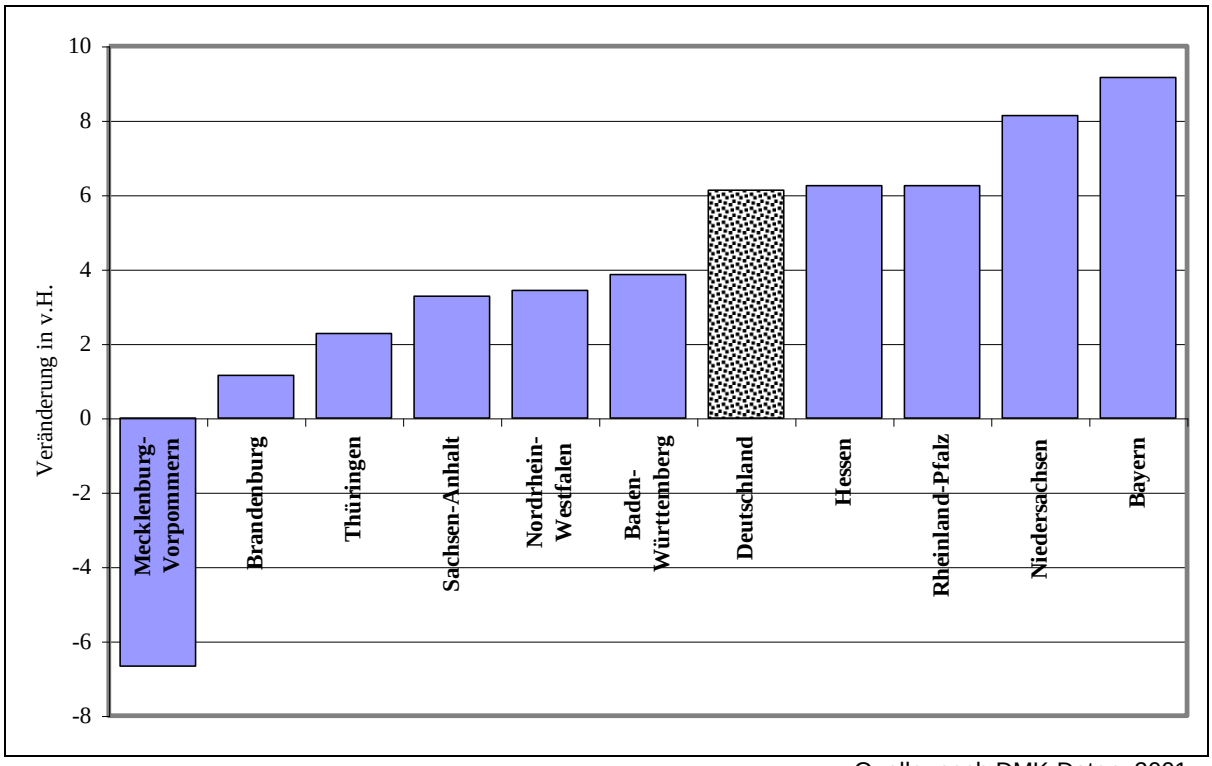
Quelle: nach DMK-Daten mehrerer Jahre

Abb. 4: Silomaiserträge in den neuen Bundesländern 1992 bis 2000

Offensichtlich ist das Ertragspotential noch nicht überall voll ausgeschöpft. Sinnvolle Sortenwahl könnte – im ökologischen wie im konventionellen Bereich – zu höheren Erträgen führen. Außerdem können gezielt nach ihren Qualitätsparametern ausgewählte Sorten, z.B. solche mit höherer Energiedichte, zu einer Steigerung der über das Grundfutter zugeführten Energiemenge führen. Die aktuellen Ergebnisse der Sortenprüfungen und Gespräche mit Anbauberatern vermögen da Klarheit zu verschaffen.

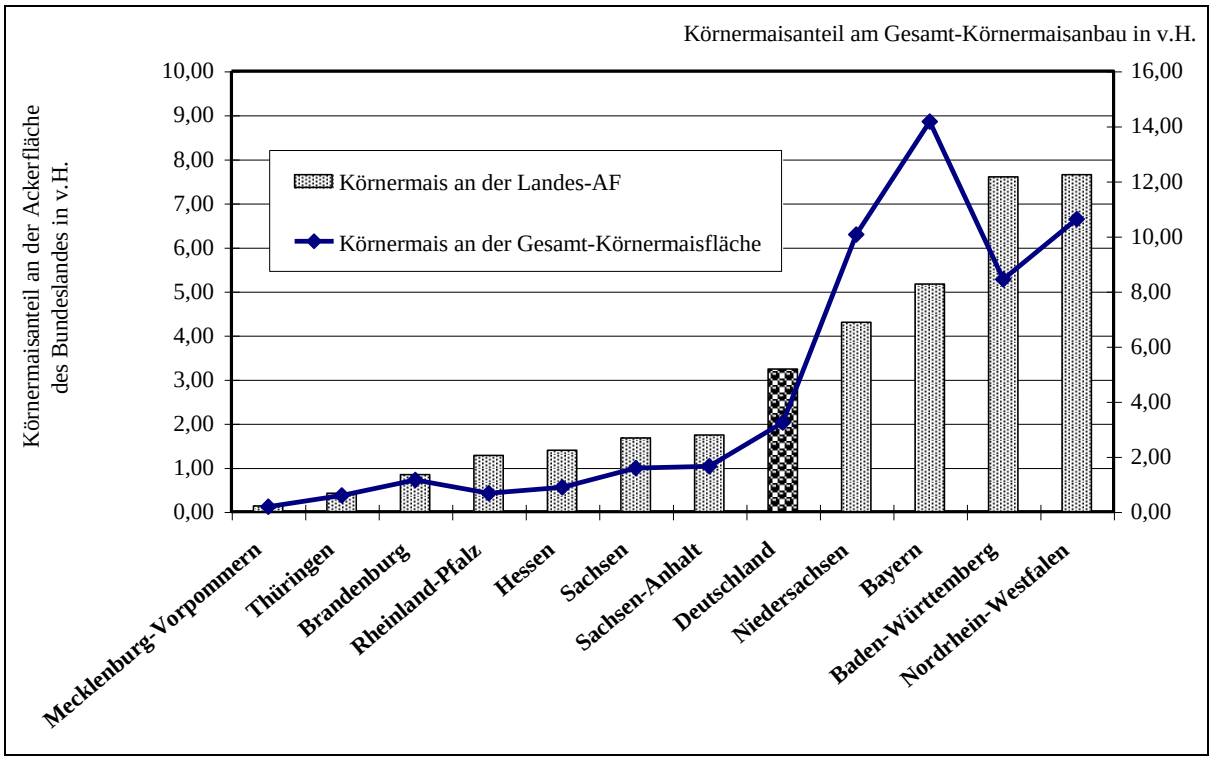
Körnermais gewinnt

Körnermais erreichte in den letzten Jahren Anteile von ca. drei Prozent der Ackerfläche mit leicht zunehmendem Trend. **Abbildung 5** zeigt die regionalen Veränderungen im vergangenen Jahr. Es wird deutlich, dass beim Körnermais im Gegensatz zum Silomais fast alle Regionen im Anbau zugelegt haben. Wie beim Silomais unterscheiden sich die einzelnen Bundesländer jedoch erheblich. **Abbildung 6** ist mit Abbildung 3 nur begrenzt vergleichbar, da auf Grund der geringeren Anbauwerte kleinere Maßstäbe gewählt werden mussten. Neben der verfügbaren Fläche wirken sich hier vor allem die natürlichen Voraussetzungen aus. So fällt vor allem der hohe Anbauanteil im klimatisch begünstigten Baden-Württemberg auf. Die Werte der neuen Bundesländern liegen erheblich unter dem mittleren Anbauflächenanteil.



Quelle: nach DMK-Daten, 2001

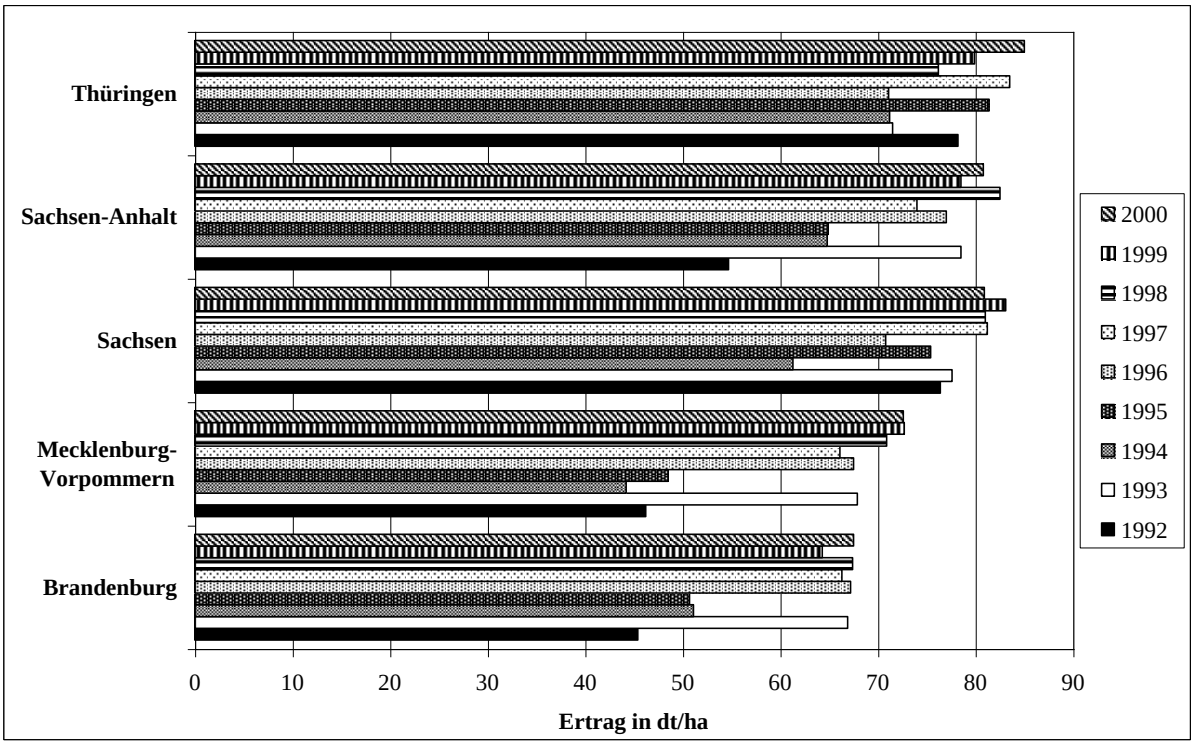
Abb. 5: Relative Veränderung der Körnermaisanbauflächen 2001 zu 2000 nach Bundesländern



Quelle: nach DMK-Daten, 2001

Abb. 6: Körnermaisanbau 2001 nach Bundesländern

Im Unterschied zum Silomais kann in allen neuen Bundesländern die Ertragsentwicklung beim Körnermais positiver eingeschätzt werden. **Abbildung 7** zeigt die in den letzten Jahren erheblich gleichmäßiger und stabiler werdenden Durchschnittserträge.



Quelle: nach DMK-Daten mehrerer Jahre

Abb. 7: Körnermaiserträge in den neuen Bundesländern 1992 bis 2000

Die beschriebene Situation im Maisanbau veranlasst viele landwirtschaftliche Unternehmer zu Überlegungen über die weitere betriebliche Strategie. Rückläufige Silomaiserzeugung setzt Fläche frei, die für den Anbau von Marktfrüchten genutzt werden kann. Welche Rolle sollte in diesem Zusammenhang der Körnermaisanbau spielen?

Wissen erarbeiten

Um dieses Thema zu bearbeiten, sollte sich jeder unternehmerische Landwirt anhand seiner betrieblichen Unterlagen Klarheit verschaffen. Die nachfolgend geschilderte Vorgehensweise kann dazu Anregung sein.

Die **erste Frage**, die es zu beantworten gilt, ist die nach den erreichbaren mittleren Erträgen im Betrieb. Hier helfen die Daten aus Schlagkarteien und Abrechnungen weiter. Grafisch aufgearbeitet könnte die Antwort in einem Betrieb auf gutem Standort so aussehen, wie in **Abbildung 8** dargestellt. Es wird offensichtlich, dass in dem Beispielsbetrieb der Körnermais im Vergleich zu den anderen Fruchtarten erheblich höhere Naturalerträge erzielt hat.

Die **zweite Frage,** die sich unter diesen Voraussetzungen sofort stellt, ist die nach den Kosten. Welche differenzierten Aufwandsgrößen für die Erzeugung der einzelnen Produkte erforderlich waren, lässt sich mit einigem Aufwand aus den betrieblichen Unterlagen herausfinden. Dabei kann ein Unternehmer nur dann eine tragfähige Entscheidung treffen, wenn er alle Kostenpositionen berücksichtigt. **Abbildung 9** zeigt die Stückkosten für die Fruchtarten des Beispielsbetriebes. Relativ einfach ist die Zuordnung der **Direktkosten,** also der Kosten

für Saatgut, Dünge- und Pflanzenschutzmittel sowie für die Hagelversicherung. Dafür ist die Nachweisführung in den meisten Betrieben auch vergleichsweise eindeutig.

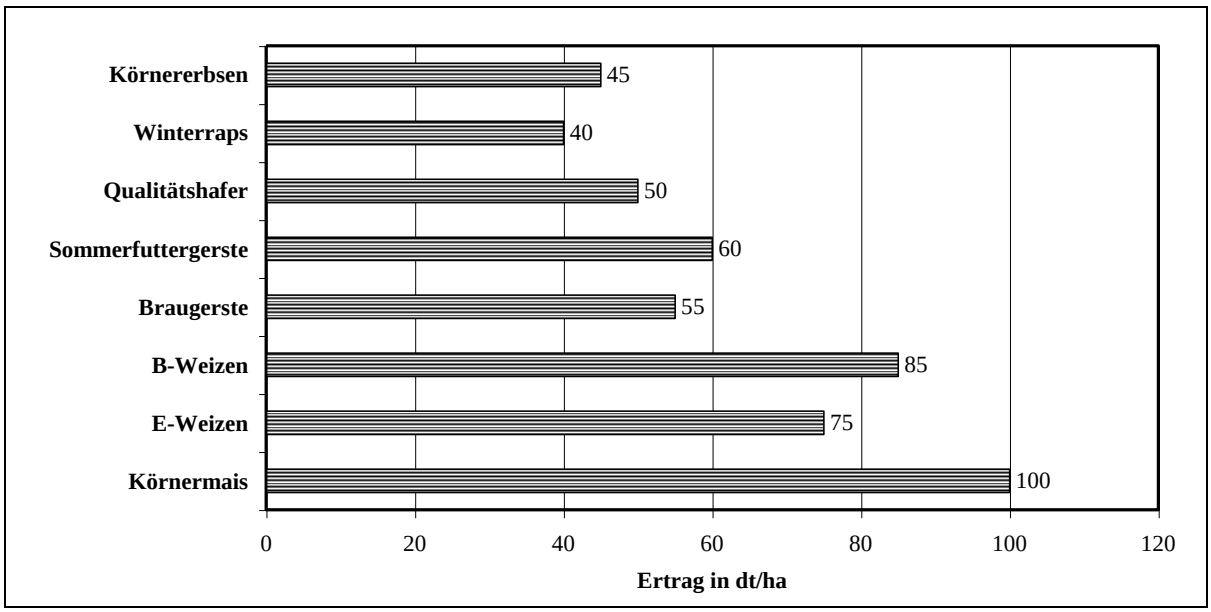


Abb. 8: Mittlere Erträge ausgewählter Fruchtarten in einem Betrieb auf gutem Standort

Schwieriger wird es nach unseren „Vor-Ort-Erfahrungen“, die **Arbeitserledigungskosten** zu ermitteln. Es gelingt meist eine Zuordnung der Lohnkosten und der variablen Maschinenkosten, also der Kraftstoff-, Öl- und Reparaturkosten. Weniger problematisch ist in der Regel auch die Erfassung der Dienstleistungs- und Trocknungskosten. Schwieriger wird schon die Umlage der fixen Maschinenkosten für Abschreibungen und Unterbringung, da die Maschinen ja gewöhnlich für mehrere Fruchtarten zum Einsatz kommen und somit anteilige Werte entstehen.

Bei den **fixen Kosten** entfallen auf alle Fruchtarten gleiche Beträge für Flächenkosten (Pacht, Grundsteuern, Gebühren) und sonstige Kosten (Unternehmensführung, Betriebsversicherungen u.a.). lediglich hinsichtlich der Gebäudefestkosten sind die unterschiedlichen Verkaufsstrategien und Lagerhaltungszeiten zu berücksichtigen.

Der Stückkostenvergleich (**Abbildung 9**) zeigt die differenzierte Situation bei den verschiedenen Fruchtarten. Ganz grob gerastert lassen sich drei Gruppen ausmachen:

- Fruchtarten mit Stückkosten deutlich über 15 €/dt (Körnererbsen, Winterraps)
- Fruchtarten mit Stückkosten um ca. 15 €/dt (Getreidesommerungen)
- Fruchtarten mit Stückkosten um ca. 12 €/dt (Weizen und Körnermais)

Die wesentlichste Ursache für diese Abstufung der Stückkosten liegt neben der absoluten Höhe der Kosten in der Ertragssituation. Die Fruchtarten des Beispielsbetriebes mit den höchsten Erträgen ermöglichen auch eine entsprechende Umlage der Vollkosten auf viele Einheiten. In diesem Wechselspiel kann der Körnermais mit seinem hohen Naturalertrag eindeutige Vorteile nutzen. Absolut gesehen liegt er bei den Vollkosten auf Grund hoher Arbeitserledigungskosten (Trocknung!) mit fast 1.200 €/ha vor allen anderen ausgewählten Fruchtarten des Beispielsbetriebes.

Die **dritte Frage,** die letztlich zu klären ist, ist die Frage nach der Kostendeckung und dem zu erwartenden Überschuss. Dazu sind die möglichen Leistungen der ausgewählten Fruchtarten zu ermitteln. Diese Leistungen setzen sich zusammen aus dem Marktpreis, vgl. **Abbildung 10**, und der Flächenzahlung, die bei dem mittleren Ertrag im Beispielsbetrieb anteilig auf die jeweilige Einheit entfällt.

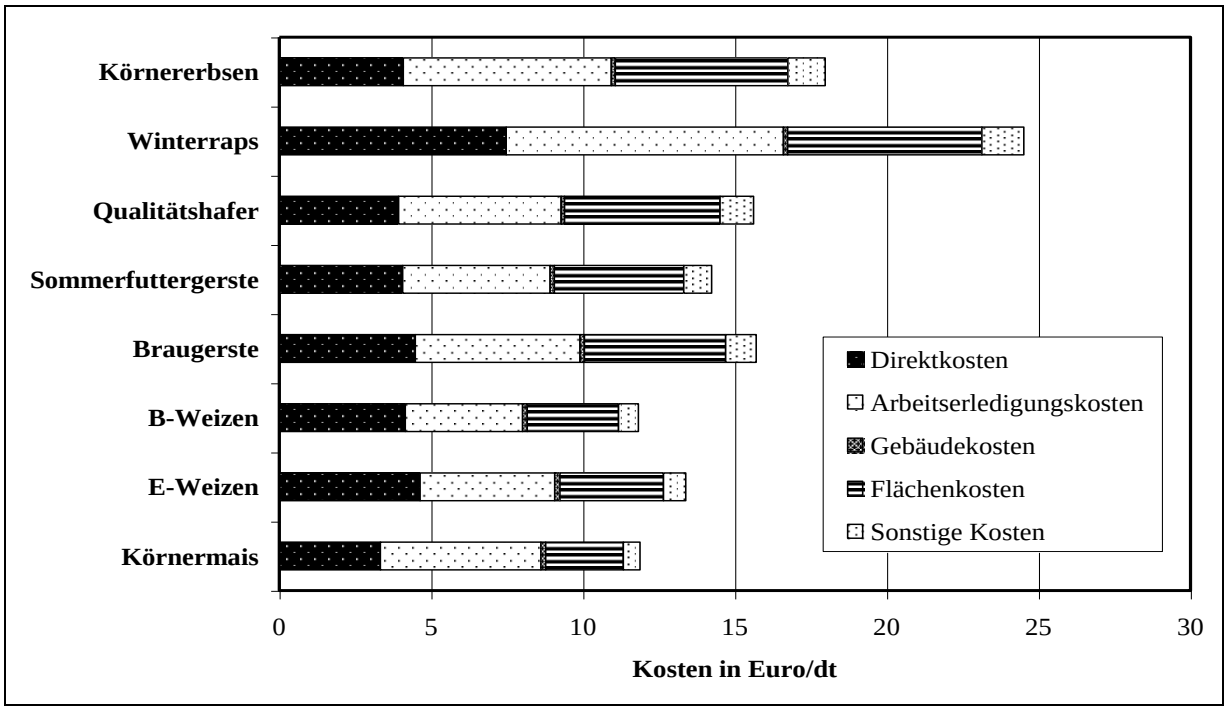


Abb. 9: Stückkosten ausgewählter Fruchtarten in einem Betrieb auf gutem Standort

Werden nun die ermittelten Stückkosten, den Preisen und Leistungen gegenüber gestellt, so erhält der Unternehmer sehr interessante Aufschlüsse zur Wirtschaftlichkeit seiner Produktionsverfahren, vgl. **Abbildung 11**. Zunächst kann für den Beispielsbetrieb festgestellt werden, dass im Vergleich mit den Marktpreisen keine der Fruchtarten kostendeckend produziert wird. Erst die anteilige Inanspruchnahme der Flächenzahlungen ermöglicht eine Kostendeckung. Die verbleibenden Überschüsse (s. **Abbildung 12**) sind nicht unerheblich. Abbildung 12 zeigt den Körnermais neben Winterraps und Körnererbsen im guten Mittelfeld der Überschusserzielung.

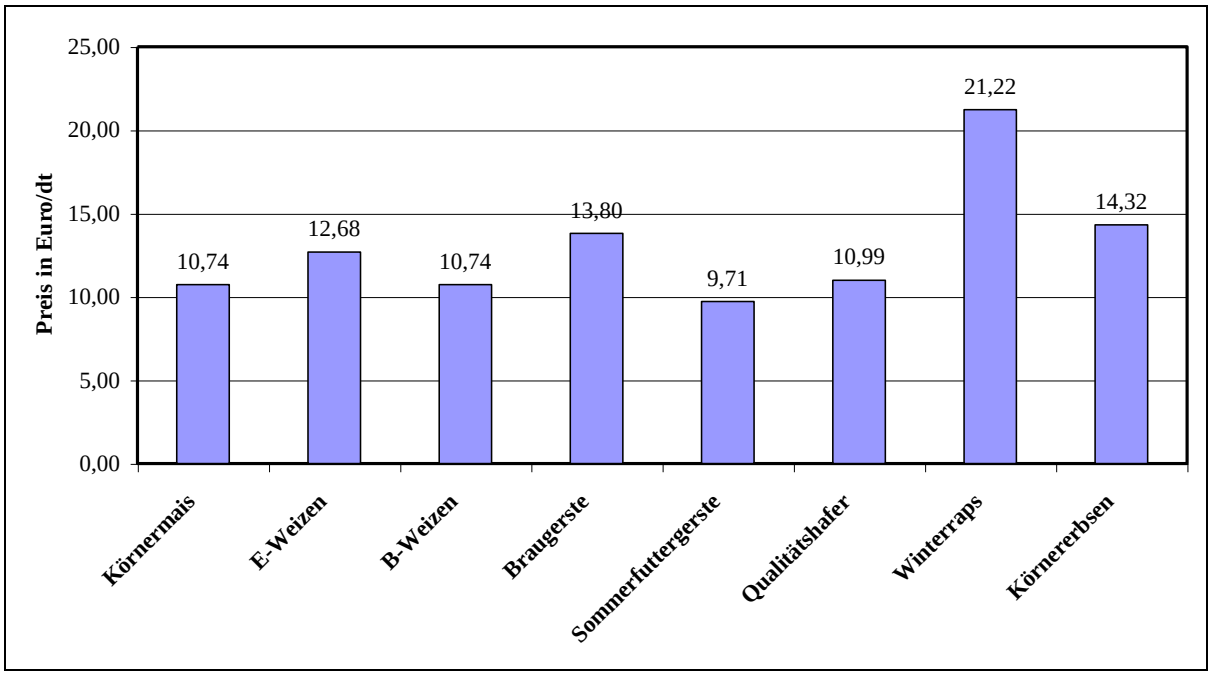


Abb. 10: Erzeugerpreise ausgewählter Fruchtarten 2001/2002

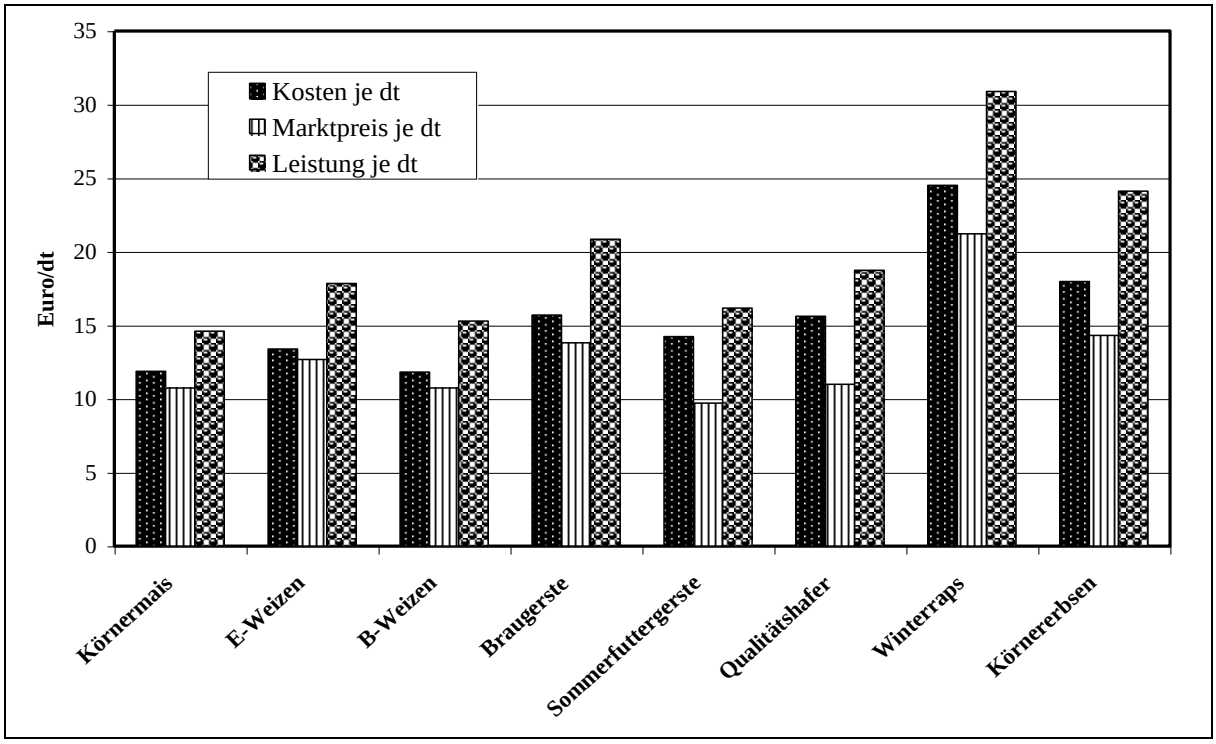


Abb. 11: Kosten-Leistungs-Vergleich je Produkteinheit in einem Betrieb auf gutem Standort

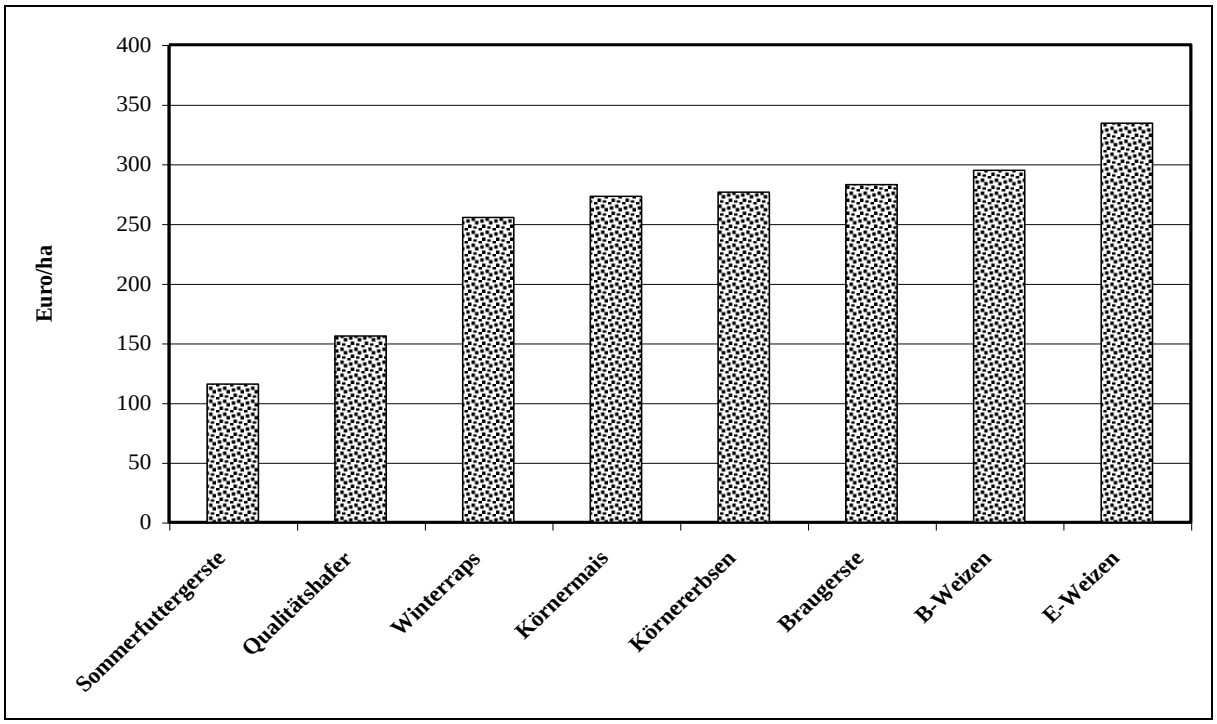


Abb. 12: Überschuss in € je Hektar für ausgewählte Fruchtarten in einem Betrieb auf gutem Standort

Fazit

Bei rückläufigem Silomaisanbau muss die Nutzung der frei werdenden Flächen zum Körnermaisanbau für unternehmerische Landwirte kein Wagnis sein. Hohe Naturalerträge (Sortenwahl!) sichern akzeptable Stückkosten. Die zu erwartenden Überschüsse erreichen auf guten Standorten das Niveau von Körnererbsen und Winterraps.

Eine alternative Aufnahme von Körnermais in das Produktionsprogramm ist darüber hinaus auch aus Gründen der Fruchtfolge, der Arbeitswirtschaft und der Kostenverteilung (Arbeitserledigungskosten Mähdrusch) sinnvoll.

Die Eignung des Körnermaises für die industrielle Verwertung

ACKERMANN, R.
Erzeugergemeinschaft Mitteldeutscher Körnermaisanbauer w.V.

Einleitung

In zunehmendem Maße wird, wie bereits Theodor Roemer, Universität Halle, in einem Vortrag „Probleme und Fernziele der deutschen Feldwirtschaft“ 1948 vorausgesagt hat, der Körnermais zu einer tragenden Fruchtart besonders im mitteldeutschen Trockengebiet mit der typischen Vorsommertrockenheit. In **Tabelle 1** wird die Entwicklung der Körnermaisfläche in den fünf ost- und einigen ausgewählten westdeutschen Bundesländern, in Ost- und Westdeutschland nach dem neuesten statistischen Datenstand zusammen gefasst. In drei ostdeutschen Bundesländern wird bereits die Kartoffel- durch die Körnermaisfläche überholt. In den körnermaisanbauenden Betrieben in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen beträgt der Körnermaisanteil an der Mähdruschfläche 12-15 % bzw. 15-20 % der Getreidefläche. Der Körnermais wird sich in den nachstehenden Bundesländern aus der Sicht der Klima- und Bodenverhältnisse, der pflanzenbaulichen und betriebswirtschaftlichen Möglichkeiten wie folgt entwickeln:

Sachsen:	40 000 ha,
Sachsen-Anhalt:	35 000 ha,
Thüringen:	13 000 ha
Brandenburg:	45 000 ha

Die Witterungsbedingungen für den Körnermaisanbau sind im Vergleich zu den klassischen deutschen Anbaugebieten in Baden und Bayern hinsichtlich der Temperaturverhältnisse nicht ungeeigneter. Die nicht immer ausreichenden Niederschläge in den Monaten Juli und August in Mitteldeutschland, obgleich diese die niederschlagsreichsten des Jahres sind, beeinflussen wesentlich stärker die Höhe der Erträge als der Faktor Temperatur beim Vergleich zwischen den Jahren. Die ebenso wichtige Sonnenscheindauer entspricht in unseren Anbaugebieten den Erfordernissen des Körnermaises. Wärmesumme und Sonnenscheindauer korrelieren positiv, d. h. eine höhere Sonnenscheindauer verringert die notwendige Temperatursumme, um die physiologische Reife des Maiskorns bei etwa 69 % bis 70 % zu erreichen.

Tabelle 2 zeigt die Entwicklung der Erträge der letzten drei bzw. vier Jahre west- und aller ostdeutscher Bundesländer. Im Jahre 2001 lagen die Erträge in Ost- höher als in Westdeutschland. In Baden ist diese Tatsache auf Trockenheit während der Blüte und Kornfüllungsphase zurück zu führen.

Die **Tabellen 3a** und **3b** stellen Erzeugungs- und Gesamtbilanz für Deutschland dar. Aus Tabelle 3a ist ersichtlich, dass ca. ein Drittel des Maisaufkommens im Erzeugerbetrieb als Wiedereinsatz (innerbetrieblicher Futtereinsatz) verwendet wird. Die Importe haben trotz der verminderten Differenz zwischen Im- zu Exporten nicht abgenommen, sondern sich zum vorangehenden Jahr um über 100 t erhöht.

Tab. 1: Entwicklung der Körnermaisanbauflächen incl. CCM

Jahr	Sachsen	Sachsen-Anhalt	Thürin-gen	Zwisch. summe	Branden-burg	Mecklenburg-Vorpommern	*Ost-deutschl.*	BWB	Bayern	Nieder-sachsen	NRW	*West-deutschl.*	***Deutschl. Gesamt***
	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
1989	228												
1990	430												
1991	3810												
1992	3387												
1993	6447												
1994	6522												
1995	7524	10496	5443	23463	7526	4726	35715					198000	
1996	11835	13818	7616	33269	14080	6104	53453						
1997	8218	11242											
1998	7691	10167	4620	22478									341029
1999	11300	12751	4809	28860	10104	1858	40822					324083	364905
1999	111*	544*	66*	721*	1494*	170*	2385*					85586*	87971*
2000	10148	12163	4494	26805	7973	1884	36662					332479	369141
2000	208*	378*	130*	716*	1152*	64*	1932*					94601*	96533*
	darunter Körnemais												
2000	9940	11785	4364	26089	6821	1820	34730					237878	272608
2001	13635	12833	4392	30860	10409**	1832**	43104**	65342**	109188**	79276**	88041**	341847**	
	davon CCM												
2001	175	553	298	1026	1651	81	2758	5736	7989	21048	54026	88799*	91557
	davon Körnermais												
2001	13460	12280	4094	29834	8758	1751	40346	59606	101199	58228	34075	253048	293394
	% Körnermais zu Körnermais + CCM insges.												
2001	98,7	95,6	93,2	96,7	84,1	95,6	93,6	91,2	92,7	73,4	38,7	74,0	76,2
	% Körnermaisfläche incl. CCM in % der Getreidefläche												
2001	3,2	2,1	1,1		1,8	0,3		11,8	8,9	7,4	8,2		5,4

* darunter CCM; ** vorläufige Zahlen

Bei dem Anteil Körnermais an der Getreidefläche ist zu beachten: z.B. aus Sicht der klimatischen Standortvoraussetzungen für den Körnermaisanbau ergibt sich für Sachsen ein Anteil der Körnermaisfläche an der Getreidefläche von ca. 6,4 %. I. a. haben die körnermaisanbauenden Betriebe einen Körnermaisanteil an der Mähdruschfläche von 12 - 15 % bzw. Getreidefläche von 15 - 20 % in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen.

Tab. 2: Körnermaiserträge in den einzelnen Bundesländern dt/ha (86 %TS)

	Körnermais				W.-W.	So.-G.
	1998	**1999**	**2000**	**2001**	**2001**	**2001**
Baden-Württemberg	87,9	96,3	100,5			
Bayern	85,7	83,2	90,7			
Brandenburg	67,4	64,3	67,5			
Hessen	87,5	87,8	89,3			
Mecklenburg-Vorp.	70,9	72,7	72,6			
Niedersachsen	71,9	79,7	83,4			
Nord.Westf.	80,1	90,6	93,4			
Rheinland Pfalz	72,6	76,5	81,9			
Saarland	44,7	44,8	64,1			
Sachsen	81,0	83,1	80,9	98,9	71,8	50,6
				73,5 %TS**		
Sachsen-Anhalt	82,5	78,5	80,8	87,6	76,9	53,7
				73 % TS **		
Schlesw.Holstein	77,5	85,0	83,4			
Thüringen	76,2	79,9	85,0	84,4	75,6	56,0
				71 % TS **		
Bundesgebiet	79,5	83,2	88,3	90,1	79,3	47,9
Westdeutschland			91,2			
Ostdeutschland			78,9			

* zum Zeitpunkt der Ernte ** nach Auswertung einer repräsentativen Anzahl von Betrieben im jeweiligen Bundesland und eigene Untersuchungen

Tab. 3a: Erzeugungsbilanz Mais 1999/00 BRD ges.
(in 1000 t)

verwendbare Erzeugung	3.256
Anfangsbestand	304
Endbestand	366
Eigenverbrauch (Wieder-	1.359
Einsatz im Erzeugungsbetrieb	= 30 %
dav. Saatgut	0
Futter	1.294
Verluste	65
Nahrung	0
Verkäufe	1.835 (90 %)
Differenz Import / Export 1995/96: + 1042 Verbesserung der Maisqualität im Inland!!	

Tab. 3b: Gesamtbilanz Mais 1999/00 BRD ges.
(in 1000 t)

verwendbare Erzeugung	3.256
Anfangsbestand	620
Endbestand	712
Ausfuhr	1.365
Einfuhr	1.988
Inlandsverwendung	3.787
dav. Saatgut	51
Futter (incl. Wiedereinsatz)	2.565
Verluste	93
Industrielle Verwertung	449
Nahrung insgesamt	629
Produktausbeute in % (Nahrung)	62
Nahrung in Produktgewicht	390

Den Selbstversorgungsgrad für die verschiedenen Getreidearten zeigt die **Tabelle 4** auf. Daraus wird die Notwendigkeit im Interesse der deutschen Landwirtschaft auch bei weiterhin steigendem internationalen Agrarhandel und zunehmendem wirtschaftlichen Zusammenwachsen der europäischen Länder offensichtlich, dem Körnermaisanbau aus Fruchtfolgegründen gerade in Mitteldeutschland größere Bedeutung beizumessen. Der Selbstversorgungsgrad Deutschlands bei Agrarprodukten hat sich nach den neuesten Zahlen des Wirtschaftsjahres Oktober 2001 bis September 2002 bei Weizen sogar auf 142 % erhöht. In diesem Zusammenhang sind die diesbezüglichen neuesten Zahlen für Schweinefleisch mit 85 %, Geflügel 69 % und Eier 75 % zu nennen. Darin zeigt sich, dass wir der Tierproduktion besonders mit Monogastriden größere Priorität zur Verwertung des Getreides beimessen sollten.

Tab. 4: Selbstversorgungsgrad BRD 1995/96 bis 1999/00 (in %)

	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99	1999/00
Weizen	114	128	132	125	137
Roggen / Wintermenggetreide	152	141	162	171	191
Gerste	112	121	133	123	134
Hafer / Sommermenggetreide	93	105	106	99	100
Mais	72	79	84	78	86
Triticale	103	107	112	106	102
Getreide gesamt	111	120	127	121	130

Selbstversorgungsgrad = Import / Export

Im Gegensatz zu Roemer (1929) und Pelshenke, die die verschiedenen Weizenqualitäten hinsichtlich Backfähigkeit in Gruppen einteilen und seitdem die Sorten entsprechend – jetzt in vier Gruppen – einreihen, geschieht bei Körnermais keine Gruppenbildung nach Sortentypen und Sorten entsprechend dem Nutzungszweck zur Nass- und Trockenvermahlung, Stärkeerzeugung, Derivatisierung als neue Verarbeitungsverfahren, zu Nahrungszwecken sowie zur Fütterung an Monogastriden und Wiederkäuer.

Futterwert von Körnermais

Beim Körnermais bestehen große Unterschiede im Futterwert. Erst in neuerer Zeit hat besonders Jeroch (s. Jeroch, Kluge, Simon und J. v. Lengerken: „Inhaltsstoffe und Futterwertdaten von Getreide und Körnererbsen“, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 1999; Mitautor Ackermann) spezielle Untersuchungen verschiedener Weizensorten in Sachsen-Anhalt zum Futterwert durchgeführt und ein Minimum von 13,84 und ein Maximum von 14,46 ME_N/kg TS festgestellt. Christine Will-Macamo, Ackermann und Jeroch (Veröffentlichung s. oben) haben erstmalig Körnermaissorten früher und mittelfrüher Reifegruppen aus dem mitteldeutschen Trockengebiet (Glesien) und der Lausitz (Pommritz) auf die Inhaltsstoffe inklusive der variierenden Konzentration an Zellwandkomponenten mehrjährig geprüft und über Verdauungsversuche bei Ferkeln und Broilern die umsetzbare Energie bestimmt. Die Spanne bewegt sich dabei zwischen 16,32 ME und 17,14 ME beim Ferkel und 14,70 ME_N und 16,10 ME_N beim Broiler. Dabei konnten signifikante Unterschiede zwischen den Sorten ermittelt werden (siehe Will-Macamo, Dissertation, Institut für Tierernährung der Martin-Luther-Universität Halle, 1998).

Ein breites und zum Teil unüberschaubares Sortenspektrum steht dem Landwirt zur Verfügung. Der in stärkerem Maße vollziehende Sortenverkauf bereits vor Beendigung der Maisernte und vor dem Vorliegen der Sortenprüfungsergebnisse sowie in sogenannten Paketen festgelegter Sorten gibt leider Anlass, darüber nachzudenken, ob eine optimale Sortenwahl aus der Sicht des Anbaus und der Verwertungsbedingungen noch in vollem Maße gegeben ist. Nach Angaben von Züchterhäusern, Groß- und Einzelhändlern sowie eigenen Feststellungen ist der Maissaatguthandel bereits zu einem Drittel bis zur Hälfte des Bedarfs für den Anbau im Jahre 2002 bis Ende des Jahres 2001 vollzogen worden. Die Versuchsergebnisse sowie diesbezügliche Auswertungen liegen dagegen erst seit Jahresende 2001 bzw. Jahresanfang 2002 vor.

Ungenügende Kenntnis der Verarbeitungseigenschaften inklusive Einsatz der Sorten als Futtermittel verhindert die stärkere Verwendung einheimischer Aufwüchse. Lindhauer (1996) gibt Zahlen der Herkunft des Körnermaises für die Nassmüllerei in Deutschland an, aus der die Gesamtsituation des Maiseinsatzes in Deutschland am Beispiel der Nassmüllerei offensichtlich wird (siehe **Tabelle 5**).

Tab. 5: Körnermais als Stärkerohstoff für die Nass-Müllerei in Deutschland

Herkunft	Rohstoffmenge (1994)	
	t/Jahr	%
Inlandserzeugung	< 10 000	1
Import	> 790 000	98
Insgesamt	800 000	100

Im Wirtschaftsjahr 1999/00 wurden 94,3 % des importierten Körnermaises aus Frankreich zugeführt. Im Jahre 1995/96 waren es nur 68,1 %, während 18,9 % aus USA und 5,0 % aus Argentinien eingeführt wurden. 1999/00 betrug der Anteil aus beiden genannten Ländern nur noch insgesamt 2,0 %. Diese Entwicklung zeigt auf, dass mehr und mehr Körnermais auch in bisher als weniger geeignet eingestuften Gebieten auf Grund der Temperaturverhältnisse erfolgreich angebaut wird.

Die geringe Verwendung unserer deutschen Aufwüchse sowohl aus den etablierten Anbaugebieten wie Baden, wie auch aus Mitteldeutschland haben uns veranlasst, besonders Inhaltsstoffe, aber auch Verarbeitungseigenschaften aus Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen vergleichend zu prüfen, um entsprechende Marktchancen zu schaffen. Die **Tabellen 6 und 7** stellen den oft als Konkurrenzfrucht des Körnermaises (Sommerfrucht) genannten Winterweizen (Winterung) hinsichtlich der Inhaltsstoffe im Vergleich zu Körnermais nach neuesten Untersuchungen von Jeroch, Will-Macamo und Ackermann zusammen.

Tab. 6: **Gehalte von Winterweizen an Rohnährstoffen, Stärke und Zucker**
(Untersuchungsmaterial 1994 – 1997aus dem Bundesland Sachsen-Anhalt)

	g/kg Trockensubstanz						
	Roh-asche	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	N-freie Extrakt-stoffe	Stärke	Zucker
n	76	76	76	76	76	76	38
Mittelwert	**18**	**132**	**24**	**27**	**799**	**669**	**26**
SD	3	24	3	3	25	41	5
Minimum	12	92	15	20	720	566	15
Maximum	26	185	31	38	861	744	35

Für industrielle Maisverarbeitung (nicht in Futtermittelindustrie) niedriger RP-Wert erwünscht! Auch bei Weizen!

	Gehalte an Zellwandsubstanzen in g/kg Trockensubstanz				
	NDF	ADF	Hemizellulose	ADL	Zellulose
n	76	76	76	76	76
Mittelwert	**107**	**37**	**70**	**10**	**27**
SD	12	7	10	3	6
Minimum	81	21	53	4	10
Maximum	133	57	96	16	43

Ein Vergleich zwischen Weizen und Körnermais zeigt den höheren Fett- und Stärkegehalt des Körnermaises im Vergleich zu Winterweizen. Für Mais sprechen vor allem auch die geringeren Gehalte an Zellwandsubstanzen, was sich günstig auf die Verarbeitung, aber auch auf den Futterwert bei Monogastriden auswirkt. Die Bedeutung der Durchflussstärke des Maises in den Kraftfuttermischungen der Hochleistungs- und frischlaktierenden Kühe soll hier nur am Rande erwähnt werden.

Unsere Aufwüchse aus Mitteldeutschland sind gegenüber den französischen, badischen und bayerischen gleichwertig. **Tabelle 8** stellt die entsprechenden Untersuchungsergebnisse zusammen, die die hervorragenden Qualitäten unserer Aufwüchse beweisen.

Tab. 7: **Gehalte von Körnermais an Rohnährstoffen, Stärke und Zucker**
(nach Untersuchungen von Ackermann und Will-Macamo;
Untersuchungsmaterial1995-96 aus dem Freistaat Sachsen)

	g/kg Trockensubstanz						
	Roh-asche	Roh-protein	Roh-fett	Roh-faser	N-freie Extrakt-stoffe	Stärke	Zucker
n	47	47	47	47	47	47	47
Mittelwert	**15**	**104**	**49**	**21**	**811**	**704**	**40**
SD	4	7	8	2	11	45	8
Minimum	7	91	31	17	776	615	28
Maximum	30	126	61	25	831	788	62

	Gehalte an Zellwandsubstanzen in g/kg Trockensubstanz				
	NDF [1)]	ADF [2)]	Hemizellulose	ADL	Zellulose
n	20	20	20	20	20
Mittelwert	**87**	**30**	**57**	**3**	**27**
SD	9	4	8	1	4
Minimum	69	23	41	2	20
Maximum	101	36	67	5	33

[1)] Zellwandbestandteil [2)] Zellulose + Lignin

Tab. 8: Vergleich der Rohnährstoffgehalte von Körnermais aus der Literatur mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchungen

Autor, Jahr	Rohnährstoff (g/kg TS)			
	RP	RFe	Rfa	Stärke
WPSA, 1989	100	45	24	696
LARBIER u. LECLERCQ, 1994	102	47	24	725
DOKUMENTATIONSSTELLE HOHENHEIM, 1998	106	45	25	694
METAYER et. al., 1993	90-119	37-52	21-28	724-759
vorliegende Untersuchung von Ackermann u. Will-Macamo	85-153	30-99	15-63	552-771

Ein Vergleich der Aufwüchse gleicher Sorten im Elsaß und Mitteldeutschland beweist: Mitteldeutschland kann gegenüber Elsaß konkurrieren.

Sorten und Inhaltstoffe frühe und mittelfrühe Reifegruppe

Fünfjährige eigene Untersuchungen zwischen den Reifegruppen früh und mittelfrüh zeigen statistisch gesicherte Unterschiede bei der Rohfett- und Stärkekonzentration (Tabelle 10), wobei die Ernte der frühen und mittelfrühen etwa zum gleichen Termin erfolgte. Der Vergleich der Rohfett- und Stärkekonzentration in Abhängigkeit der Temperatursumme und der Sonnenscheindauer zeigt, dass in wärmeren Jahren der Rohfettgehalt relativ steigt und der Stärkegehalt relativ sinkt. Weitere Untersuchungen sind dazu erforderlich, ob genetische Faktoren oder die unterschiedlichen Anforderungen an die notwendige Temperatursumme der verschiedenen Reifegruppen für die Unterschiede entscheidend sind.

Tab. 9: Vergleich von zwei Sorten verschiedener Aufwuchsstandorte hinsichtlich des Rohnährstoffgehaltes – Aufwüchse x 1998 und 1999

Rohnährstoffe g/kg TS	Excellent S 220 / K 220		Altess S 230 / K 240	
	Aufwuchsstandorte			
	Elsaß *)	Mittel Glesien und Niederschmon	Elsaß *)	Mittel Glesien und Niederschmon
RA	16	17	16	15
RP	102	112	92	110
RFe	46	42	45	46
Rfa	37	34	35	37
Stärke	710	737	702	724
TS-Gehalt zum Zeitpunkt der Ernte	.	72,4	.	70,7

*) bereitgestellt durch Semundo Saatzucht GmbH

Tab. 10: Einfluss der Reifegruppe auf die Rohnährstoffgehalte (g/kg TS) von Körnermais verschiedener Standorte und Erntejahre

Nährstoff	frühe Sorten		mittelfrühe Sorten		Effekt (p-Wert)
Rohasche	16	± 2	16	± 2	0,19
Rohprotein	109	± 9	107	± 8	*
Rohfett	55	± 13	51	± 10	***
Rohfaser	26	± 7	27	± 7	0,40
Stärke	708	± 27	716	± 26	**

* $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$

Standort und Korntyp sowie Sorte

Mehrere Jahre (1995 – 1999) wurden die Beziehungen zwischen Sorte, Standort und Korntyp an einem großen Material untersucht **(Tabelle 11)**. Die hohe Signifikanz zwischen den Standorten ist besonders auffällig und sollte für gesicherte Aussagen zu spezifischen Produktionsstandorten der verschiedenen Gebrauchswerte weiter kurzfristig geprüft werden. Sorte und Korntyp bestimmen weitgehend die Rohproteinkonzentration. Auch die Rohfettkonzentration ist weitgehend sortenbedingt. Interessant ist die Tatsache, dass die Stärkekonzentration weitgehend unabhängig vom Korntyp ist und wie die Rohfaserkonzentration maßgeblich vom Standort bestimmt ist.

Tab. 11: Rohnährstoffgehalte (g/kg TS) von Körnermais der Erntejahre 1995-99
(40 Sorten, 7 Standorte; nach Ackermann und Will-Macamo)

Nährstoff	Gehalte (g/kg T)			Effekte (p-Wert)		
	Mittel	Min.	Max	Sorte	Standort	Korntyp
Rohasche	16	13	19	0,28	***	*
Rohprotein	110	91	133	**	0,05	***
Rohfett	57	42	90	***	***	0,21
Rohfaser	23	15	33	0,58	***	0,92
Stärke	714	624	754	0,08	***	0,43

*** signifikant bei p < 0,001 ** signifikant bei p < 0,01 * signifikant bei p < 0,05
Standorte: Bad Lauchstädt, Gadegast, Glesien, Niederschmon, Nossen/Salbitz, Pommritz, Walbeck

Die Untersuchungsergebnisse werden für Vorschläge zur gebrauchswertorientierten Sorten- und Standortplanung unter voller Berücksichtigung des Ertrages und anderer pflanzenbaulicher Gesichtspunkte genutzt.

Einfluss des Jahres

Für eine alljährliche kontinuierliche Körnermaisbereitstellung für die Verarbeitungsindustrie, z. B. für die Derivatisierung, sind die Jahresvergleiche der Inhaltsstoffe in Mitteldeutschland von Bedeutung **(Tabelle 12).**

Tab. 12: Einfluss vom Erntejahr auf die Inhaltsstoffe (g/kg T) von Körnermais

Ernte-jahr	RA		RP		RFe		Rfa		Stärke		TKM	
1995	17^{b}	±3	106^{b}	±8	53^{b}	±14	37^{c}	±5	701^{a}	±36	303^{b}	±23
1996	16^{a}	±2	102^{a}	±6	43^{a}	±5	30^{b}	±2	711^{b}	±10	296^{a}	±45
1998	16^{a}	±2	106^{b}	±9	49^{b}	±5	23^{a}	±3	729^{c}	±10	349^{b}	±39
p-Wert	< 0,01		< 0,01		< 0,001		< 0,001		< 0,001		< 0,01	
gesamt	**16**	**±2**	**104**	**±7**	**48**	**±10**	**31**	**±6**	**712**	**±25**	**297**	**±47**

^{a,b,c} - unterschiedliche Buchstaben in der Spalte zeigen signifikante Unterschiede (Tukey-Test; p < 0,05)

Bei der Beurteilung des Jahres 1996 sind die niedrigen Temperaturverhältnisse, besonders in den Monaten August und September, zu beachten. Die Ergebnisse machen deutlich, dass die Witterungsbedingungen einen deutlichen Einfluss vor allem auf Rohfett- und Rohfaser- sowie Stärkekonzentration und Tausendkornmasse ausüben. Es konnten für alle untersuchten Parameter signifikante Unterschiede zwischen den Erntejahren ermittelt werden. Für das Jahr 1995 wurden signifikant höhere Gehalte an Rohasche, Rohprotein, Rohfett und Rohfaser, aber ein signifikant niedrigerer Gehalt an Stärke festgestellt. Inwiefern sich die ermittelten Unterschiede auf das Endprodukt Maismehlderivat auswirken, ist Gegenstand weiterführender Untersuchungen.

Zeigt der Züchtungsfortschritt von 2,5 dt/ha* Jahr Ertragszuwachs auch hinsichtlich der Inhaltsstoffe Verbesserungen?

Für diese Untersuchungen wurden Sorten des frühen und mittelfrühen Spektrums der Erntejahre 1995, 1996 und 1998 einbezogen. Diesbezügliche Veränderungen in den Rohnährstoffgehalten in den genannten Untersuchungsjahren können **Tabelle 13** entnommen werden.

Tab. 13: Auswertung zum Körnermais der Erntejahre 1995, 1996, 1998 und 1999 verschiedener Standorte: Rohnährstoff-, Stärke- und NDF-Gehalte (g/kg TS)

	RA	RP	RFe	RFa	NFE	Stärke	NDF
1995 (6 Standorte, 26 Sorten)							
Mittel (VR)	19	112	67	43	757	704	155
Mittel (PG)	19	112	57	39	773	713	127
1996 (5 Standorte, 41 Sorten)							
Mittel (VR)	16	102	44	30	808	704	135
Mittel (PG)	16	102	42	30	810	713	127
1998 (4 Standorte, 14 Sorten)							
Mittel (VR)	17	112	52	22	797	712	107
Mittel (PG)	16	107	50	23	804	729	99
1999 (6 Standorte, 40 Sorten)							
Mittel (VR)	16	111	63	24	785	699	110
Mittel (PG)	16	110	56	22	795	715	102
1995, 1996, 1998, 1999 *)							
Mittel (VR)	17	110	56	30	787	705	127
Mittel (PG)	17	108	51	28	795	717	114

Standorte 1995: Bad Lauchstädt, Gadegast, Glesien, Niederschmon, Stauchitz, Walbeck
Standorte 1996: Bad Lauchstädt, Gadegast, Glesien, Stauchitz, Walbeck
Standorte 1998: Bad Lauchstädt, Glesien, Nossen/Salbitz, Walbeck
Standorte 1999: Bad Lauchstädt, Nossen/Salbitz, Pommritz, Walbeck, Glesien, Niederschmon
*) Standorte und Sorten entspr. den Erntejahren

Erstmalig im Sortenwesen werden durch Ackermann für die Beurteilung des züchterischen Fortschritts hinsichtlich der Inhaltsstoffe Verrechnungssorten wie bei der Beurteilung der Ertragsentwicklung verwendet. Als Verrechnungssorten dienen die Sorten Arsenal, Banguy, Harpun und Helix. Es zeigt sich, dass diese in den einzelnen Untersuchungsjahren hinsichtlich des Rohfettgehaltes und der TKM den Prüfgliedern ohne Verrechnungssorten leicht überlegen, aber hinsichtlich des Stärkegehaltes unterlegen sind. Diese Tendenz lässt sich ebenfalls über den gesamten Untersuchungszeitraum feststellen. In Bezug auf den Rohasche-, Rohprotein- und Rohfasergehalt konnten keine oder keine signifikanten Unterschiede zwischen den Verrechnungssorten und den Prüfgliedern ermittelt werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass die modernen Körnermaissorten erhöhte Stärke, aber niedrigere Rohfettgehalte aufweisen. Im Jahr 1995 lag der Rohfettgehalt der Verrechnungssorten durchschnittlich um 5 g/kg TS höher und der Stärkegehalt um 12 g/kg TS niedriger als bei den Prüfgliedern. Hervorzuheben sind die niedrigeren Zellwandbestandteile der Prüfglieder (neueren Sorten) gegenüber den Vergleichssorten (älteren Sorten) um 13 g/kg TS (Verminderung auf 89,8 %). Das bedeutet maßgeblich die Verbesserung der Verarbeitungseigenschaften und Erhöhung der Energiekonzentration als Futtermittel.

Die Verteilung der Inhaltsstoffe im Korn, besonders des Rohfettes, ist für die Mehlausbeute von besonderer Bedeutung

Tabelle 14 stellt die Zusammensetzung der Komponenten im Maiskorn inklusive der festgestellten Spannen der Aufwüchse aus Mitteldeutschland nach unseren Untersuchungen zusammen. Vergleiche mit Angaben aus der Literatur zeigen keine oder unwesentliche Unterschiede.

Tab. 14: Zusammensetzung der Komponenten im Maiskorn
(Aufwüchse aus Mitteldeutschland; eigene Untersuchungen, Handreck)

	Anteile der Komponenten im Korn (% Trockengewicht)						
Part	Ges. Korn	Stärke	Fett	Eiweiß	Asche	Zucker	Rest
Endosperm[1)]							
Durchschn.	82,9	87,6	0,8	8,0	0,3	0,62	
Spanne	81,8-83,5	86,4-88,9	0,7-1,0	6,9-10,4	0,2-0,5	0,5-0,8	2,7
Keim							
Durchschn.	11,1	8,3	33,2	18,4	10,5	10,8	
Spanne	10,2-11,9	5,1-10,0	31,1-35,1	17,3-19,0	9,9-11,3	10,0-12,5	8,8
Fruchtschale[2)]							
Durchschn.	5,3	7,3	1,0	3,7	0,8	0,34	
Spanne	5,1-5,7	3,5-10,4	9,7-1,2	2,9-3,9	0,4-1,0	0,2-0,4	86,7
Samenschale							
Durchschn.	0,8	5,3	3,8	9,1	1,6	1,6	
Spanne	0,8-1,1	...	3,7-3,9	9,1-10,7	1,4-2,0	...	78,6
Gesamtes Korn							
Durchschn.	100	73,4	4,4	9,1	1,4	1,9	
Spanne	...	67,8-74,0	3,9-5,8	8,1-11,5	1,37-1,5	1,61-2,22	9,8

[1)] Mehlkörper [2)] Endokarp

Die Tabelle 14 bestätigt die bekannte Tatsache, dass der Fettgehalt nicht nur auf den Keim beschränkt ist, sondern in allen vier Grundbestandteilen enthalten ist. Nicht allein der absolute Fettgehalt entscheidet über die Mehlausbeute, sondern ebenso die Verteilung im Korn, wobei wir Unterschiede zwischen den Sorten feststellen konnten (**Tabelle 15**). Die Fettverteilung zwischen Keim und Mehlkörper kann unterschiedlich sein: z. B. Sorte 3 trotz niedrigem Gesamtfettgehalt relativ hoher Anteil im Mehlkörper. Zur Beurteilung der Höhe der Ausbeute sind detaillierte Untersuchungen am Korn für eine verwendungsspezifische Sortenwahl notwendig. Damit ist für die Beurteilung der Mehlausbeute die Fettverteilung im Korn ein wichtiges Untersuchungsmerkmal. Die Züchterhäuser sollten prüfen, ob in der nach Gebrauchswerten orientierten Züchtung auf die ausschließliche Einlagerung des Fettes im Keim geachtet werden kann

Tab. 15: Fettverteilung im Maiskorn (Ergebnisse aus Glesien 1998-00)

SORTE	**1**	**2**	**3**
		Anteil an der Kornmasse	
Mehlkörper	81,53 %	79,61 %	80,33 %
Schale	5,38 %	4,85 %	7,67 %
Keim	13,09 %	15,54 %	12,00 %
Fettverteilung (je 100 g Mais)			
Mehlkörper	0,67 g (= 13,85 %)	0,62 g (= 9,98 %)	0,65 g (= 14,22 %)
Schale	0,05 g (= 1,03 %)	0,16 g (= 2,58 %)	0,08 g (= 1,75 %)
Keim	4,12 g (= 85,12 %)	5,43 g (= 87,44 %)	3,86 g (= 84,47 %)

Gesamt-Fett			
gemessen	4,84 % (= 100 %)	6,21 % (= 100 %)	4,57 % (= 100 %)
Fettanteil je 100 g ...			
Mehlkörper	0,82 %	0,78 %	0,81 %
Schale	0,97 %	3,40 %	1,03 %
Keim	31,47 %	34,95 %	32,15 %

Bestehen Korrelationen zwischen den Inhaltsstoffen?

Dazu haben wir sechsjährige Untersuchungen an sechs Standorten ausgewertet. Die **Tabellen 16 a und 16 b** zeigen die dabei nach biostatistischer Verrechnung ermittelten Korrelationen. Dabei ist zu beachten: Je höher die Ausreife, desto höher die Stärkekonzentration!

Tab. 16 a: Korrelationen zwischen den Inhaltsstoffen bei Körnermais aus Aufwüchsen in Sachsen und Sachsen-Anhalt

Variable	XA	XP	XF	XS	XL
XA	2,00	0,75	0,76	- 0,73	0,73
XP	0,75	1,00	0,71	- 0,73	0,70
XF	0,76	0,71	1,00	- 0,83	0,86
XS	- 0,73	- 0,73	- 0,83	1,00	- 0,83
XL	0,73	0,70	- 0,83	- 0,83	1,00

Signifikant für p < 0,05000 XA = Rohasche XP = Rohprotein XF = Rohfaser
XS = Rohstärke XL = Rohfett

Aus den Zahlen ist zu entnehmen, dass vor allem hohe Stärkekonzentrationen niedrigere Inhaltsstoffe bei Rohasche, -protein, -faser und -fett nach sich ziehen. Hoher Rohproteingehalt ist immer mit statistisch gesicherter niedriger Stärkekonzentration verbunden. Die gleiche Aussage trifft auch für die Beziehungen zwischen Fett- und Stärkekonzentration zu.

Tab. 16 b: Untersuchungen am Korn (Glesien 1998 -00, Region Leipzig-Halle)

SORTE	XP % TS	XS % TS	XA % TS	XL % TS Ganzkorn	XL % TS Endosperm
1	9,08	74,34	1,259	4,11	1,24
2	11,89	69,15	1,418	4,88	0,95
3	10,54	73,12	1,339	4,72	1,04
4	11,15	70,38	1,363	5,74	0,71

XP = Rohprotein
XS = Rohstärke
XA = Rohasche
XL = Rohfett

- jeweils gleiche Sorten und Standorte in den Jahren ‚98' - 2000
- ausgesprochene Sortenunterschiede hinsichtlich der Inhaltsstoffe
- > XS = < XP - < XS = > XP
- > XS = < XA - < XS = > XA
- > XS = < XL
- Niedriger Fettgehalt im Ganzkorn heißt nicht à priori günstige Maismehlvermahlung zu fettarmem Produkt

Wir haben im Rahmen besonders der Eignung für die Trockenmüllerei und Derivatisierung untersucht, ob hinsichtlich der verschiedenen Standorte Unterschiede in der Korrelation der Inhaltsstoffe bestehen. Dabei wurden die diesbezüglichen Beziehungen zum TS-Gehalt zum Zeitpunkt der Ernte einbezogen. Daraus lassen sich u. a. folgende Aussagen ableiten:

- Hohe Stärkegehalte erfordern hohe TS-Gehalte zum Zeitpunkt der Ernte
- hohe TS-Gehalte vermindern den Fettgehalt
- hohe TS-Gehalte vermindern den Rohproteingehalt

Besonders hohe Stärkekonzentrationen werden im Raum Bad Lauchstädt und Glesien erzielt. Die Gebiete um Köthen, Bernburg, Magdeburg und Hettstedt sind ebenso besondere Eignungsgebiete zur Erzeugung von Körnermais mit hohen Stärkekonzentrationen, wobei dazu in Abhängigkeit vom Witterungsverlauf noch weitere Untersuchungen zu den Eignungsgebieten notwendig sind.

Folgende Korrelationen konnten wir für die untersuchten Standorte, Jahre und Sorten ermitteln:

Korrelation zwischen TS-Gehalt zur Ernte und XP:	- 0,02
Korrelation zwischen TS-Gehalt zur Ernte und XS:	+ 0,13
Korrelation zwischen TS-Gehalt zur Ernte und XL:	- 0,36
Korrelation zwischen XS und XP:	- 0,44
Korrelation zwischen XS und XL:	0,84
Korrelation zwischen XL und XP:	0,39

Nachstehend die entsprechend statistisch gesicherten diesbezüglichen Korrelationen:

TS-Ernte vs. XS

$$XS = 20{,}096 + 0{,}48405 \times \text{TS-Ernte}$$

XS vs. XP

$$XP = 20{,}595 - 0{,}1394 \times XS$$

XP – XL vs. XP

$$XS = 53{,}011 + 7{,}5350 \times XP - XL$$

Die Kenntnis der Korntypen, eine Voraussetzung zur Beurteilung der Verarbeitungseigenschaften

In **Tabelle 17** werden die verschiedenen Korntypen und die daran gebundenen Eigenschaften dargestellt. Die Durchsicht des „Sortenspiegels 2001“, herausgegeben im Februar 2001 vom Deutschen Maiskomitee Bonn, zeigt, dass es nur wenige reine Hartmais- oder Zahnmaiskorntypen im Sortiment der in Deutschland gehandelten Sorten gibt. Es handelt sich meist um Zwischentypen.

Tab. 17: Korntypen bei Mais (nach Vetter und Maier)

BEZEICHNUNG	EIGENSCHAFTEN
cc Ha	Hartmais, Flint (Korntyp) Korn rundlich-oval, ohne Einsenkung; Endosperm hart; außen hornig-glasig, innen mehlig; weiß, gelb oder violett; frühreif, zur Verzweigung neigend hoher Anteil ‚harter‘ Stärken im Ausgangsmaterial? Quellungsverhalten (Trennung von Embryo und Endosperm)? Stärkekornverteilung? Stärkekornoberfläche?
ccd (Ha) Zw (Ha)	hartmaisähnlich hartmaisähnlicher Zwischentyp
cd Zw Zw (Za)	Zwischentyp zahnmaisähnlicher Zwischentyp
cdd (Za)	zahnmaisähnlich
d Za	Zahnmais, Dent (Denttyp)

Hartmais bzw. hartmaisähnliche Typen erfüllen gegenüber den Zahnmaistypen nach unseren bisherigen Erkenntnissen die Anforderungen an die Trockenmüllerei inklusive des Verfahrens der Derivatisierung am Besten. Für die Trockenmüllerei gelten die Kriterien, die in **Tabelle 18** zusammengestellt sind.

Tab. 18: Beurteilungsmerkmale des Maiskorns für die Trockenmüllerei

1.	Härte des Kornes
2.	Dichte
3.	Glasigkeit des Endosperms
4.	Leichte Abtrennbarkeit des Keims des Korns

Die Glasigkeit und Abtrennbarkeit wird besonders vom TS-Gehalt des Korns zum Zeitpunkt der Ernte, eine kurze Lagerzeit zwischen Drusch und Trocknung sowie eine schonende Trocknung positiv beeinflusst. Dadurch wird auch verhindert, dass ein Teil des Fettes vom Keimling in das Endosperm wandert. Mit Zunahme der Lagerzeit (über 1 Jahr) wird, wie unsere Untersuchungen zeigen, ebenso der Fettgehalt im Endosperm zu Lasten des Keimlings niedriger (Verminderung der Mehlausbeute). Andererseits liefern Zahnmaistypen reinere Stärke. Zwischenformen zeichnen sich häufig durch geringere Mehlausbeute aus.

Die Beziehungen zwischen Eigenschaften des Korns und Mehlausbeute wurde von zehn jeweils gleichen Sorten aus den Aufwüchsen aus Glesien (bei Leipzig/Halle) über einen Zeitraum von sechs Jahren untersucht. Die **Tabelle 19** zeigt die Zusammenhänge. Die Bundesanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung Detmold hat uns dabei hervorragend unterstützt. Der relativ geringe Anfall an Maismehl ist nach meiner Auffassung durch die Verwendung älterer Sorten bedingt.

Tab. 19: Beziehungen zwischen Eigenschaften des Korns und Mehlausbeute

Mais, Ernte 1994-00			Gesamtausbeute					
	Korn		Maismehl			Korn		
Sorte	Fett-gehalt (% i.Tr.)	Härte (> 250 µm)	Anfall (%)	Fettgehalt (% i. Tr.)	Fettwert-zahl	DATACOLOR KAMAS-Zerkleinerung Sieb: 800 µm		
	-	-	-	-	-	L	a	b
1	4,72	36,0	58,8	1,04	1769	81,83	5,12	32,18
2	4,81	42,0	62,1	1,07	1723	81,34	5,83	34,05
3	5,78	48,5	59,2	1,21	2044	80,38	6,54	36,86
4	4,84	40,0	59,7	1,05	1759	81,18	5,61	33,13
5	4,93	46,0	60,6	1,10	1815	80,76	6,27	35,41
6	5,53	55,5	60,4	1,23	2036	80,38	6,43	36,77
7	5,06	48,0	64,2	1,37	2134	80,95	7,41	36,39
8	4,79	44,0	63,3	1,24	1959	81,33	6,84	36,10
9	4,36	42,0	60,0	1,19	1983	83,48	4,79	31,00
10	4,89	48,0	59,0	1,10	1864	79,65	6,16	32,91
11	4,85	51,0	62,4	1,03	1651	81,13	5,70	33,60
12	4,90	54,5	66,9	1,30	1943	82,47	4,80	31,91
∅	4,96	46,3	61,4	1,16	1890	81,24	5,96	34,19
Min.	4,36	36,0	58,8	1,03	1651	79,65	4,79	31,00
Max.	5,78	55,5	66,9	1,37	2134	83,48	7,41	36,86

Härte und Mehlausbeute (0,9 % Fett)
r = + 0,74 = hohe Korrelation
Fettwertzahl: $\frac{\text{Fettprozente i.d. TS x 100 000}}{\text{Gesamtgrießausbeute}}$

Datacolor: Farbe des Korns
L = Helligkeit
a = Rotwert
b = Gelbwert

Für die Fettwertzahl gilt:

- je niedriger, um so günstiger die Eignung der Sorte oder Partie für die Trockenvermahlung
- es gibt einen Zusammenhang zwischen Höhe des Fettgehaltes der Sorte oder Partie und der Höhe der Grießausbeute.

Promatest

In Frankreich (AGPM) wurde der Promatest entwickelt. Durch die Stärkeindustrie erfolgt in Frankreich danach die Bezahlung des Körnermaises als Zuschlag zum Grundpreis (siehe **Tabelle 20**).

Tab. 20: PROMATEST *) für Stärkequalität bei Körnermais
(Quelle: Staral 2001; Laboval 2001)

Methode:	1) Analyseverfahren 2) NIRS (Eichung an Analyseergebnis)	38 € / Probe
Merkmal:	thermosensible / salzlösliche Proteine (Globuline, Albumine)	% Eiweißäquivalent
Aussage:	über die Stärkequalität von Körnermais, die hauptsächlich auf der leichten Trennbarkeit von Stärke und Protein beruht. Die Stärke lässt sich umso leichter extrahieren, je höher die Löslichkeit der mit ihr verbundenen Eiweiße ist.	

PROMATEST (Skala 0 – 60)	Eignung für Stärkeindustrie	Prämie (Staral)
> 30	gut geeignet	ca. 0,9 DM/dt
> 22 bis 30	durchschnittlich guter Mais	ca. 0,6 DM/dt
< 22	unbrauchbar	

*) Inwieweit für Herstellung von Maismehlderivaten geeignet, muss geprüft werden, da im Maismehlderivat Protein enthalten sein kann. Überdurchschnittliche Proteine im Korn sind aber nicht erwünscht.

Je günstiger die Witterungsbedingungen in der Kornfüllungshase – besonders bei 55 % im Korn – um so länger die Stärkeeinlagerung im Korn bis 69 % TS (sortenabhängig)

Vetter und Maier (Baden) haben die Zusammenhänge zwischen Korntyp, Trockensubstanzgehalt (Feuchte) zum Zeitpunkt der Ernte und Promatest-Zahl zusammengestellt (**Tabelle 21**)

Tab. 21: Stärke-Mais: Sorteneigenschaften
Einfluss von Korntyp und Erntedatum (Ausreife) (nach Vetter und Maier)

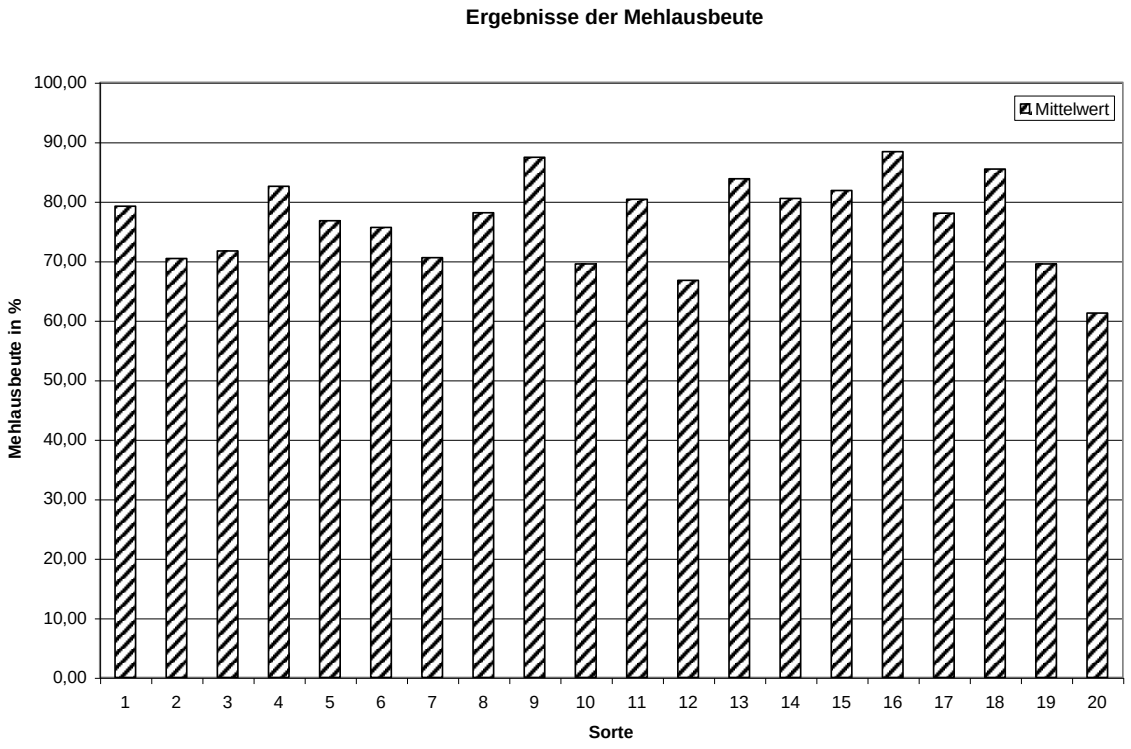
Korntyp	Ernte		Probenzahl	PROMA-Test
	Datum	H_2O (%)		
cc	28.10.1998	29,0	1	52,0
ccd	30.10.1998	29,0	4	49,0
cd	alle	29,3	7	41,6
	28.10.1998	29,0	5	45,0

	08.10.1998	30,0	2	33,2
cdd	alle 28.10.1998 08.10.1998	29,6 29,0 30,0	8 3 5	37,3 37,4 37,2
d	alle 28.10.1998 08.10.1998	29,7 29,0 30,0	7 2 5	35,2 36,5 34,7
unbekannt	alle 28.10.1998 23.10.1998 08.10.1998 unbekannt	29,4 29,0 29,0 30,0	12 3 2 3 4	48,5 38,6 66,1 35,5 56,9
cd (min)	08.10.1998	30,0		30,9
waxy (max)	23.10.1998	29,0		67,9
Gesamt		29,4	39	42,7

Korntyp:

cc Ha	Hartmais (Korntyp)
ccd (Ha) Zw (Ha)	hartmaisähnlich hartmaisähnlicher Zwischentyp
cd Zw Zw (Za)	Zwischentyp zahnmaisähnlicher Zwischentyp
cdd (Za)	zahnmaisähnlich
d Za	Zahnmais (Denttyp)

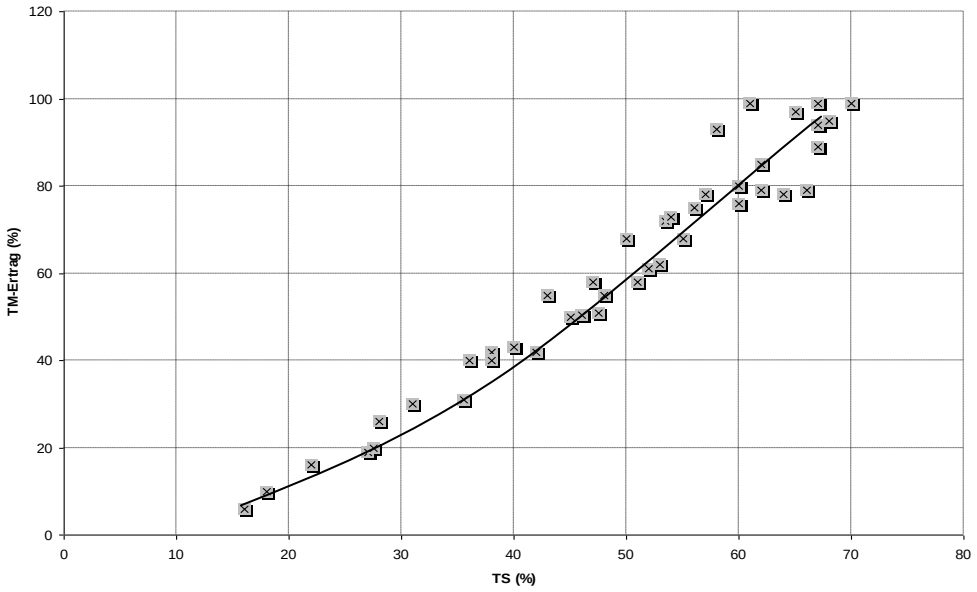
Für die Trockenmüllerei und für die Maismehlderivate sind die Hartmaise überlegen! Als Auswahl geeigneter Sorten für die Trockenvermahlung sind besonders geeignet: Abondace, Akim, Antares, Banquise, Benicia, Domenico, Green, Manatan, Monopol, Monumental, Oldham, Probat (ungeordnete Reihenfolge). Die Ergebnisse der Mehlausbeute (0,9 – 1,1 % Fett in der TS) als Durchschnitt der Aufwüchse aus Salbitz bei Oschatz, Pommritz bei Bautzen und Glesien bei Leipzig/Halle sind aus der **Darstellung 1** ersichtlich.



Hohe Trockensubstanzgehalte zum Zeitpunkt der Ernte – ein unbedingtes Erfordernis

Wann ist der Körnermais zu ernten und wie gestaltet sich der Ertrag in Abhängigkeit vom TS-Gehalt zum Zeitpunkt der Ernte? Der optimale Zeitpunkt der Ernte des Körnermaises wird maßgeblich über die Kenntnis der Kornfüllung bestimmt, um neben niedrigeren Trocknungskosten je Hektar den höchstmöglichen Ertrag aus dem Aufwuchs zu erreichen. Dazu liegen u. a. besonders exakte und mehrjährige Untersuchungen von Szengel, A. Fuchs und Masoga vor (siehe u. a. Forschungsbericht, mdl. Mitteilung).

Allgemein ist hinsichtlich des Erntezeitpunktes bei normalem Witterungsverlauf in erster Linie von der Ausreife der Maiskörner und in zweiter von der Einsatzgrenze der Erntemaschine abhängig. Die sogenannte technologische Reife wird bei einem TS-Gehalt des Korns von etwa 60...62 % erreicht. Die genannte technologische Reife bedeutet jedoch noch nicht den Abschluss der Stoffeinlagerung (= physiologische Reife), so dass im Allgemeinen erst mit dem Drusch begonnen werden sollte. Der Zeitpunkt der physiologischen Reife ist sowohl sorten-, als auch witterungsabhängig. Im Allgemeinen tritt nach den Untersuchungen von Szengel die physiologische Reife im Mittel sechs bis neun Tage später als die technologische ein. Im Mittel ist die Stoffeinlagerung bei einem TS-Gehalt von 69 % abgeschlossen. Die Darstellung 2 zeigt die Zusammenhänge zwischen TS-Gehalt im Korn und TS-Ertrag bei Körnermais.



y = 0,082 * 1,69 x

Darst. 2: Abhängigkeit des Korntrockenmasseertrages vom TS-Gehalt des Korns
(nach Szengel; vierjährige Ergebnisse; Bernburg, frühreife Sorte)

Der TS- und Ertragszuwachs im Stadium der Ausreife wird am Beispiel des Sortenversuchs Glesien (vierfache Wiederholung, randomisiert) 2001 gezeigt (Tabelle 22). Hohe Ertragszuwächse werden noch im September bis mindestens Anfang Oktober erreicht. Das ist mit einer Steigerung des TS-Gehaltes im Korn verbunden.

Tab. 22: TS- und Ertragszuwachs im Sortenversuch Glesien 2001
(hoher %-TS-Zuwachs im Oktober)

% Korn	% TS Korn	Zunahme % TS pro Tag	% TS Korn	Zunahme %TS pro Tag	% TS Korn	Zunahme % TS pro Tag		% TS Korn	Zunahme %TS pro Tag	Ertragszuw. pro Tag
04.09.	18.09.		24.09.	18.-24.09.	04.10.	18.09.-04.10.	24.09.-04.10.	15.10.	04.10.-15.10.	
Frühe Reifegruppe: 20 Sorten										10 Sort.
53,3	56,7	0,25	64,8	1,1	66,3	0,6	0,3	73,76	0,68	18.09-04.10.
								s =1,44 s%=1,95		x =1,10 dt/ha s =0,18 s%=16,7
Mittelfrühe Reifegruppe: 30 Sorten										
.	55,7	.			63,90	0,5		72,07	0,74	
								s = 1,79 s%= 2,49		

Welche anderen Faktoren beeinflussen die Mehlausbeute?

- keine Feuchtlagerung über 24 bis 36 Stunden
- Trocknungstemperaturen von maximal 80 °C (evtl. 2mal trocknen); je 10 °C höhere Temperatur über 80 bis 90 °C senkt die Mehlausbeute um ca. 3 Prozentpunkte
- ungesättigte Fettsäuren über 3 % verschlechtern die Verarbeitungseigenschaften

Nach Aussagen langjähriger und erfolgreicher Trockenmüller spielt bei Mais der Zusammenhang zwischen Anteil der ungesättigten Fettsäuren im Maiskorn und Mehlausbeute eine große Rolle, der unter drei Prozent in der Trockensubstanz des Maiskorns betragen sollte. Wir untersuchten die Fettsäurestruktur im Maiskorn und konnten folgende Zahlen ermitteln **(Tabelle 23).**

Tab. 23: Mehrjährige Untersuchungen zum Anteil von ungesättigten Fettsäuren in g/kg Trockensubstanz Korn (Auszug)

SORTE	GLESIEN	POMMRITZ
1	2,66	2,79
2	2,71	2,92
3	2,64	2,58
4	2,82	2,76
5	3,34	3,05
6	2,82	2,92
7	3,12	2,74
x	2,88	2,82
s	0,27	0,15
s%	9,38	5,4

Haarrisse verschlechtern die Verarbeitungsqualität

Niedrigere TS-Gehalte (unter 68 %) und hohe Temperaturen bei der Trocknung sowie hohe Prallwirkung (Einsatz von Gebläse) verursachen sogenannte Haarrisse, die die Verarbeitungsqualität verschlechtern. Diese können in Pericarp und Aleuronschicht unter den genannten Bedingungen auftreten. Aufwüchse von Mitteldeutschland wurden von Prof. Dr. Handreck, Technische Universität Berlin, mit folgender Aussage untersucht **(Tabelle 24).**

Tab. 24: Kornrisse: Wie bestimmen? (nach Handreck)

Probe	Feuchteanteil in %	Schüttdichte kg/m³	Korndichte kg/m³
Mais (normal getrocknet: TS-Gehalt zum Zeitpunkt der Ernte 71 % , maximal 80 °C bei Trocknung)	11,4	750	$1{,}07 * 10^3$
Mais (langsam getrocknet: in Säcken auf Rosten mit 30 °C getrocknet)	11,0	770	$1{,}09 * 10^3$

Die Methode der Korndichte wird als Merkmal für die Rissbildung im Korn gewählt. Eine stärkere Rissbildung hat eine Vergrößerung des spezifischen Kornvolumens zur Folge, woraus wiederum eine Abnahme der Korndichte folgt. Die Werte der Korndichte weisen bei beiden Proben keine signifikanten Unterschiede auf, so dass die normale Trocknungsmethode (s.o.) zu keinen größeren Rissbildungen gegenüber der langsamen Trocknungsmethode führt.

Zusammenfassend werden unsere Untersuchungen des Zusammenhangs zwischen TS-Gehalt und Grießausbeute in Tabelle 25 genannt.

Tab. 25: Hohe Trockensubstanzgehalte zum Zeitpunkt der Ernte erhöhen die Grießausbeute.
(EZG Mitteldeutscher Körnermaisanbauer und Bundesanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung Detmold, mehrjährige Aufwüchse aus Glesien und Schmon)

K- bzw. FAO-Zahl Gesamtausbeute %	TS %	Grieß
bis 220	73,9	64,1
230 – 250	71,9	60,6
260	70,7	58,5

Die Berechnungen des Wirtschaftskoeffizienten des Leistungsmerkmals Trockensubstanzgehalt ergibt 23,57 DM/ha pro Prozentpunkt Trockensubstanzdifferenz. Je dt Differenz des Maisertrages (85 % TS) ergibt sich ein Wirtschaftlichkeitskoeffizient von 10,58 DM/dt (nach Ackermann), der wie folgt definiert wird: „... eines Leistungsmerkmals ist der Grenznutzen, der durch die Erhöhung des betrachteten Merkmals um eine Einheit erzielt wird. Der Grenznutzen berechnet sich aus der Differenz zwischen monetären Grenzleistungen und Grenzkosten“ (Böckenhoff et al., 1967).

Körnermais ist ökologisch – niedrigere N-Düngung gegenüber bisheriger Norm senkt den Ertrag nicht, aber erhöht die Stärkekonzentration (Tabelle 26).

Tab. 26: Rohnährstoffe- und Stärkegehalte bei unterschiedlicher N-Gabe
(in % TS; Standort Glesien; Mittel 1995-00)

	XP	XL	XF	XA	XS	dt/ha
Variante 1	10,58	5,97	3,98	1,72	70,54	91,3
Variante 2	12,52	7,39	4,25	2,12	62,48	92,6

Variante 1: 2,1 kg N/dt Körnermais unter Berücksichtigung N_{min} sowie Zwischenfrucht- und Bodennachlieferung bei Planertrag 90 dt/ha
Variante 2: 2,1 kg/dt Körnermais unter ausschließlicher Berücksichtigung N_{min} (jeweils Vegetationsbeginn) bei Planertrag 90 dt/ha

Hugger hat Merkmale zur Schwankungsbreite angegeben, die von uns in teilweise abgeänderten Zahlen in **Tabelle 27** dargestellt sind.

Tab. 27: Anteil von Einflussfaktoren an der Schwankungsbreite der Stärkeausbeute

Einflussfaktor	Anteil des Faktors
Sorte	12 %
Reifegrad	8 %
Lagerzeit des Erntegutes bis zur Trocknung	10 %
Trocknungstemperatur	13 %

Zusammenfassung

„68 % Trockensubstanz im Korn sind gleichzeitig auch die Untergrenze für Qualitätskörnermais.

Die Stärke ist erst ab diesen TS-Werten reif und auskonfiguriert und der Anteil löslicher Zucker gering.

Das Korn kann bei niedrigen Temperaturen getrocknet werden und der Zucker karamelisiert nicht.

Bei 68 % Trockensubstanz erreicht das Maiskorn auch sein maximales TKG und der Mais macht weder bei der Trocknung, noch bei der technologischen Verwertung Probleme.“ (wörtlich nach H. Hugger: „Anbau von Körnermais in Deutschland auch außerhalb von Baden eine interessante Alternative?“, 2001)

Ab 1995 bis 2001 wurden bei sachgerechter Sortenwahl und körnermaisspezifischem Anbau sowie optimalem Erntetermin von 1994 bis 2001 immer TS-Gehalte im Korn von 68 % und teilweise bis 73 % erreicht. Eine Ausnahme bildete das Jahr 1996 mit TS-Gehalten zwischen 66 und 68 %.

Es sind mindestens 2000 Tonnen/Partie und Trocknungsanlage erforderlich.

Sommergerste nach Vorfrucht Zuckerrübe?

BISCHOFF, J.
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau des Landes Sachsen-Anhalt,
Bernburg, Strenzfelder Allee 22

Warme Regenschattengebiete mit ihren steppenähnlichen Lössböden galten in der Vergangenheit als „geborene Braugerstenstandorte“. Von den Ansprüchen der Sommergerste an Klima, Boden und Vorfrucht wurde nur in Superlativen gesprochen. Daher verwundert es nicht, dass auf den besten Böden Sachsen-Anhalts der Anbau von Sommergerste nach Zuckerrüben verbreitet war und beste Qualitäten erzeugte, zumal ja auch das Rübenblatt für die Rinderfütterung vom Acker geborgen wurde.

Heute wirkt sich ein anderes Problem auf die Fruchtfolgegestaltung aus: Bei weniger als 500 mm Jahresniederschlag werden nach Zuckerrüben niedrigere Winterweizenerträge erzielt als bei jeder anderen Vorfrucht; schlechter noch als bei Weizen in Selbstfolge. Zurückzuführen ist das auf Wassermangel sowie auf die durch späte Aussaat verkürzte Vegetationszeit. Die Ergebnisse eines Anbauversuchs mit der Fruchtfolge ZR-SG-WW-WG sollen die Frage beantworten, ob Sommergerste, die von den Getreidearten den geringsten Wasseranspruch aufweist, sich unter den heutigen Bedingungen als Nachfrucht für die Zuckerrübe eignet und welchen Einfluss dabei die pfluglose Bodenbearbeitung hat.

Ein Bernburger Anbauversuch

Nachfolgende Übersicht vergleicht die konventionelle Pflugarbeit auf ≥ 25 cm und zwei Verfahren Rübenblattmulchsaat zu Sommergerste. Auf den Anbau von Zwischenfrüchten wird in der Fruchtfolge verzichtet, um das Wasserdefizit zur Hauptfrucht in Grenzen zu halten. Das Rübenblatt und Stroh verbleiben auf dem Feld.

Übersicht: Bodenbearbeitung und Bestelltechnik zu Sommergerste, Sorte: Hanka, 60 kgN/ha
(LLG Bernburg, 1998 – 2001)

Herbst:	Pflug/ Packer (P) 25 cm	Scheibengrubber (MI) 10 – 15 cm	Scheibenegge (MII) 4 - 6 cm
Frühjahr:	Kreiselegge/ Drillmaschinen - Kombination		
Nmin (kg/ha)	72,3	75,8	68,5
dt/ha (86%)	58,5	63,6	67,3
Keimpfl./m^2	301	301	303
Ähren/m^2	620	727	693
Kö./Ähre	21,5	20,3	21,5
TKM (g)	43,9	43,1	45,1
kgN/ha je dt*	1,5	1,6	1,9
RP (%)*	12,5	11,9	10,5

*) 1998 - 2000

Strukturschonende Bodenbearbeitung und Aussaat

Nach der Zuckerrübenernte, Ende Oktober/ Anfang November, steht die Lockerung des Bodens insbesondere der Fahrspuren im Vordergrund. Das Rübenblatt muss beim Roden gut gehäckselt und gleichmäßig verteilt werden. Die Grundbodenbearbeitung erfolgte wahlweise mit Pflug und schwerem Doppelpacker auf 25 cm bzw. Scheibengrubber auf 10 – 15 cm; bei der Mulchsaat (MII) war die Bearbeitungstiefe maximal 6 cm. Die Aussaat der Sommergerste (Sorte: Hanka) erfolgte in der Regel Anfang März, so früh wie möglich, in ein ausreichend abgetrocknetes Saatbett bei 2 – 3 cm Saattiefe. Wichtig auf schluffigem Lehm ist die Kombination von flacher Saatbettbereitung und Aussaat, die im Frühjahr das Abtrocknen und Erwärmen des Saathorizonts beschleunigt. Oberstes Ziel der Bodenbearbeitung muss das Erhalten bzw. Wiederherstellen der Bodengare sein, weil die Sommergerste wegen ihrer geringen Wurzelleistung äußerst empfindlich auf Strukturschäden reagiert. Schadverdichtungen bewirken ein vermindertes Wurzelwachstum und beeinträchtigen demzufolge die Nährstoffaufnahme.
In dem vierjährigen Anbauversuch wurden nach Pflügen 58,5 dt/ha Sommergerste geerntet, nach 10 – 15 cm tiefer Bodenlockerung mit dem Scheibengrubber 63,6 dt/ha. Wurde dagegen der Boden nach der Zuckerrübenernte mit einer Scheibenegge maximal 6 cm tief bearbeitet, lagen die Kornerträge bei 67,3 dt/ha. Der Mehrertrag von knapp 9 dt/ha Korn gegenüber dem Pflügen ist auf die Verbesserung des Bodenwasserhaushalts nach flachmulchender Bearbeitung zurückzuführen. Durch die höhere Bodenlagerungsdichte bei Pflugverzicht sind vorwiegend feine kapillare Poren, die Bodenwasser führen, aber wenig größere Hohlräume vorhanden. Das verbessert die Speicherkapazität nachhaltig, solange der Boden nicht so dicht lagert, dass der Anteil an Kapillarwasser gegenüber hygroskopisch gebundenem Bodenwasser abnimmt. Nach der Abbildung waren unter Sommergerste auch im niederschlagsreicheren Jahr 2001 durch eingeschränkte Bodenverdunstung und bessere Regenverdaulichkeit rd. 20 mm mehr Wasser pflanzenverfügbar, wenn man auf die Herbstfurche verzichtet und das Rübenblatt nur flach mulcht. Voraussetzungen für den Anbau von Sommergerste nach Zuckerrüben sind trockene Rodebedingungen, gleichmäßige Rübenblattverteilung und eine intakte Bodenstruktur ohne Schadverdichtungen. Nur in wenigen Ausnahmefällen liegt der Boden zum Zeitpunkt des Rübenrodens in einem günstigen Feuchtigkeitszustand. Erfolgt die Zuckerrübenernte im Grenzbereich der Bodenfeuchte, die noch ein Befahren mit der Rodetechnik möglich macht, aber die Bodenstruktur schädigt, muss ein Anbau von Sommergerste grundsätzlich unterbleiben.

Stickstoffkapital des Bodens berücksichtigen

Neben der Bodenstruktur ist ein geringer Nmin-Vorrat entscheidend für den Anbau von Sommergerste mit dem Verwendungszweck als Braugetreide. Der mineralische Boden- und Dünger-N werden unter Zuckerrüben fast vollständig aufgebraucht, wenn sich die Bestände normal entwickelt haben. Mit dem Rübenblatt verbleiben nach vorliegenden Untersuchungen etwa 90 kg N/ha auf dem Feld. Bei überzogenen N-Gaben werden sehr hohe Reststickstoffmengen aus Rübenblatt und nichtgenutztem Düngerstickstoff vorgefunden, die den Anbau von Braugerste ausschließen. Das enge C/N-Verhältnis von Rübenblatt kann eine rasche Stickstoffmineralisierung verursachen, dagegen tendieren bei Getreidevorfrucht die Ernte- und Wurzelrückstände aufgrund ihres weiten C/N-Verhältnisses dazu, Bodenstickstoff zunächst zu immobilisieren. Ersteres wäre im allgemeinen günstig auf wenig auswaschungsgefährdeten Standorten für die Stickstoffaufnahme der Gerste. Wegen des starken Einflusses der N-Düngung auf die Qualität ist die Nmin-Bodenuntersuchung im Frühjahr absolut wichtig beim Anbau von Braugerste für die Berechnung des N-Düngungsbedarfs. Hier sollte man sich bitte nicht auf Erfahrungswerte bzw. Schätzungen verlassen, da spätere Korrekturen nicht möglich sind. Der Nmin-Vorrat in 0 - 60 cm zu Vegetationsbeginn lag im großen Durchschnitt bei 72 kg N/ha. Schwieriger ist jedoch die Berücksichtigung der N-Mengen, die im Vegetationsverlauf mineralisiert und damit pflanzenverfügbar werden, weil das nicht nur die Kenntnis des Vorrates an mineralisierbarem Stickstoff erfordert, sondern auch die der tatsächlichen Mineralisierungsbedingungen (Bodenfeuchte und -temperatur) einschließt.

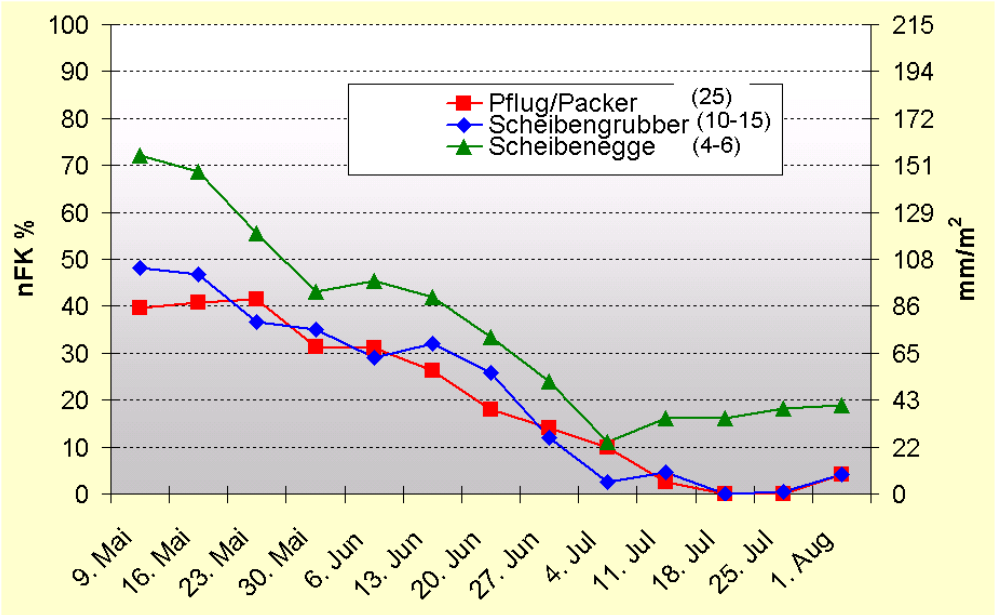


Abbildung: Verlauf der nutzbaren Feldkapazität einer Löss-Schwarzerde unter Sommergerste
LLG Bernburg, 2001

Zur Saat wurden als Standard einheitlich über alle Varianten 60 kg N/ha als Kalkammonsalpeter appliziert. 40 kg N/ha sind oftmals schon ausreichend. Der verbesserte Bodenwasserhaushalt bei Verzicht auf die wendende Pflugarbeit beeinflusste die untereinander abhängigen Ertragsstrukturmerkmale: Bestandesdichte (Ähren je Quadratmeter), Kornzahl je Ähre und Tausendkornmasse günstig. Die Keimpflanzenzahlen betrugen bei einheitlicher Saatstärke von 320 keimfähigen Körnern/m^2 durchschnittlich 302 Pflanzen/m^2. Im vierjährigen Mittel wurden nach Pflügen 620 ährentragende Halme erntereif, nach 10 – 15 cm tiefem Grubbern 727 Ähren/m^2 und der flachen Rübenblatt-Mulchsaat 693 Ähren/m^2. Für den Ertrag einer dt Korn einschließlich Stroh waren zwischen 1,5 und 1,9 kg/ha Stickstoff nötig. Da der aufgenommene Stickstoff aus beiden Quellen stammt, wäre es denkbar, durch eine negative Stickstoffbilanz der Fruchtfolge den Boden-N zu reduzieren und dadurch die Effizienz des Dünger-N zu verbessern. Aus hohem Ertrag und N-Entzug resultieren durch den Verdünnungseffekt niedrige Proteinkonzentrationen im Korn. Der Schwellenwert für Braugerste von weniger als 11,5% Proteingehalt wurde mit einem Kornertrag von 67,3 dt/ha durch die flachmulchende Bodenbearbeitung eingehalten. Mit anderen Worten: Durch mehr pflanzenverfügbares Bodenwasser infolge der nichtwendenden maximal 6 cm tiefen Bearbeitung war die Umsetzung des aufgenommenen Stickstoffs in Kornertrag verbessert. Dieser Trend zeichnete sich in allen vier Versuchsjahren ab. In ausgesprochenen Trockenjahren mit sehr hohen Temperaturen und geringen Niederschlägen zwischen Schossen und Blüte als Phase des höchsten Wasserbedarfs lassen sich auf N-reichen Böden überhöhte Proteingehalte im Korn der Sommergerste nicht immer vermeiden. Auch führen starkes Austrocknen des Bodens und anschließende Wiederbefeuchtung durch Niederschläge zu Mineralistionsschüben, die in der Wirkung einer zusätzlichen späten Stickstoffgabe gleichen. Für die Brauqualität ist eine frühzeitige N-Verfügbarkeit sowie kontinuierliche Wasserversorgung - wie das nach der Abbildung durch die flachmulchende Bodenbearbeitung erreicht wurde - von wesentlicher Bedeutung.

Fazit

Ackerbaulich nehmen die Bodenstruktur, das Mineralisationsvermögen des Standorts sowie die Vorfrucht Einfluss auf den Ertrag und die Qualität der Braugerste. Der Landwirt kann durch Standortwahl, Fruchtfolgegestaltung, schonende Bodenbearbeitung und bedarfsgerechte Düngung in der Fruchtfolge mit nur geringen Stickstoffüberhängen den Anbau von Braugerste optimieren. Zuckerrüben sind als Vorfrucht für die Braugerste möglich, bleiben aber aufgrund der oben genannten Risiken sicherlich eine Ausnahme. Unter Berücksichtigung ertragssichernder Pflanzenschutzmaßnahmen ist der Winterweizen in Getreidebörden geeigneter als Vorfrucht. Mulchsaaten wirken sich als Anbauverfahren günstig auf den Wasserhaushalt des Bodens aus. Krankheitsresistenz und die spezifischen Qualitätseigenschaften sind genetisch bedingt, so dass die Sorte bei der Braugerste mit der entscheidende Faktor ist.