

Unterschiede österreichischer Silomais Sorten hinsichtlich Ertrag und Futterwert

W. HEIN und L. GRUBER

Einleitung

Silomais ist in Österreich ein wichtiges wirtschaftseigenes Grundfuttermittel. In großen Teilen Österreichs kann Silomais angebaut werden, auch im Alpenvorland und in Tal- und Beckenlagen des alpinen Bereiches. Durch die Arbeit der Pflanzenzüchtung kamen sehr frühe bis mittelfrühe Maissorten auf den Markt, welche an die klimatischen Bedingungen dieser Regionen weitgehend angepasst sind. Im Jahr 2002 wurde in Österreich für Silomais eine Fläche von 73.685 ha ausgewiesen, wobei der durchschnittliche Frischmasse-Ertrag bei 44.580 kg/ha lag. Der Anteil von Silomais an der Ackerfläche beträgt in Österreich 5,3 %, allerdings ist dieser Anteil in manchen Gebieten, vor allem im Alpenvorland und teilweise in alpinen Tal- und Beckenlagen, wesentlich höher. Außerdem lässt sich ein geringfügiger Anstieg der Silomaisfläche im Vergleich zum Jahr 2001 erkennen (STAT. NACHRICHTEN, 2003).

Die Bedeutung von Silomais als wichtiges Fruchtfolgeglied in hügeligen und bergigen Regionen ist nicht allein auf Österreich beschränkt. In den meisten Nachbarstaaten und anderen europäischen Ländern hat eine ähnliche Entwicklung stattgefunden (HILFIKER et al., 1998; MEISSER und WYSS, 1998).

Silomais hat für die Fütterung von Milch- und Mastvieh einen ganz besonderen Stellenwert (LANGENHOFF et al., 2002). Silomais setzt sich einerseits aus dem energiereichen Kolben zusammen, andererseits aus der rohfaserreichen Restpflanze. Aufgrund seiner leicht verdaulichen Kohlenhydrate und dem niedrigen Proteingehalt besitzt Silomais gute Siliereigenschaften, was bei den Maissilagen durchwegs zu guten Qualitäten führt. Außerdem steht dem Landwirt mit Maissilage ein energiereiches Grundfutter zur Verfügung, das wegen seiner ho-

hen Verdaulichkeit hohe Futteraufnahmen ermöglicht. Es gibt allerdings einige Faktoren, welche die Qualität der Maissilage wesentlich beeinflussen, wie Sorte, Standort, Witterungsbedingungen und das Entwicklungsstadium zur Ernte (HERTER et al., 1996). ANDRAE et al. (2001) sowie KUEHN et al. (1999) berichten, dass die Qualität der Maissilage nicht nur durch Züchtung, sondern auch vom Boden und den klimatischen Bedingungen beeinflusst werden. Zur Bestimmung der Verdaulichkeit stehen verschiedene Methoden zur Auswahl; die meisten von ihnen erfordern einen hohen Aufwand an Arbeitszeit und Kosten und sind aus diesem Grund nur für eine geringe Anzahl von Proben geeignet. Durch die unterschiedliche Zusammensetzung der Maispflanze ergeben sich Probleme in der energetischen Bewertung von Silomais. Beide Komponenten sind im Lauf der Vegetationsperiode unterschiedlichen Entwicklungen unterworfen. Während der Kolben, und zwar in erster Linie die stärkereichen Körner, in seiner stofflichen Zusammensetzung relativ konstant bleibt, verändert sich die Restpflanze (Blätter, Stängel und Lieschen) sehr stark vom Beginn der Vegetation bis zur Ernte. Hier findet eine fortschreitende Lignifizierung der Gerüstsubstanzen Zellulose und Hemizellulose statt, besonders stark ausgeprägt im Stängelbereich, die zu einer Abnahme der Verdaulichkeit dieser Pflanzenteile im Lauf der Entwicklung führt. Allerdings kann von einem sortenbedingten Anteil der Gerüstsubstanzen ausgegangen werden. Die Maissorten können verschiedenen Typen zugeordnet werden, zum einen den Körnermaistypen, zum anderen den eher restpflanzenbetonten Typen. Die Unterscheidung liegt in der Morphologie: Körnermaistypen sind eher klein und kompakt, die sich durch geringere Wuchshöhen, dafür aber durch einen hohen Kolbenanteil

auszeichnen; restpflanzenbetonte Maistypen hingegen fallen durch einen hohen Wuchs auf, daher ist bei diesen Sorten meist auch ein hoher Stängel- und Blattmasse-Ertrag zu erwarten. Maisszüchter sind bemüht, neue Sorten zu schaffen, die sich durch ein langes Grünbleiben der Restpflanze auszeichnen, was über eine höhere Verdaulichkeit der rohfaserreichen Pflanzenteile den Futterwert der Gesamtpflanze positiv beeinflussen soll. Dieser Aspekt wird auch in der Werbe- und Marketingstrategie der Saatgutfirmen hervorgehoben. Die Bewertung der Futterqualität von Silomais war für zahlreiche Fachleute ein wichtiges Thema, allen voran für die Maisszüchter, wie SCHMIDT (1986), KAPPEL et al. (1987) und DOLSTRA et al. (1987). Zur Klärung dieser Fragen wurden in verschiedenen europäischen Ländern Untersuchungen bei verschiedenen Maissorten durchgeführt. Die NIRS-Methode (Nah-Infrarot-Reflexions-Spektroskopie) ermöglicht die kostengünstige Untersuchung großer Probenumfänge (MAINKA, 1989). Die Untersuchung erstreckt sich über Parameter der Weender Analyse bis zur Verdaulichkeit und Energiekonzentration. Voraussetzung ist eine genaue Kalibration mit konventionellen chemischen sowie *in vitro*-Verdaulichkeitsmethoden (PAUL und MAINKA, 1990).

Durchführung der Untersuchungen

Um auch in Österreich Fragen zu Sortenunterschieden in der Qualität von Maissorten beantworten zu können, wurden zwei Projekte durchgeführt.

Projekt 1

Dieses Projekt stützte sich auf die Sortenwertprüfung für Silomais des früheren Bundesamtes und Forschungszentrums für Landwirtschaft Wien, des frü-

Autoren: Dipl.-Ing. Waltraud HEIN und Univ.-Doz. Dr. Leonhard GRUBER, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, 8952 IRDNING



heren Bundesamtes für Agrarbiologie Linz und der Bundesanstalt Gumpenstein in den Jahren 1989 bis 1991, wobei aus den Sortenversuchen bestimmte Maissorten von verschiedenen Standorten aller drei geprüften Reifegruppen ausgewählt wurden. Zehn verschiedene Standorte waren in dieses Projekt eingebunden, um die klimatischen Unterschiede in Österreich abzudecken. Auf jeweils zwei Standorten waren alle drei Reifegruppen vertreten, jeweils zwei Sorten waren in je zwei Reifegruppen zu finden. Bei der Ernte wurden aus je vier Wiederholungen pro Sorte Mischproben gezogen, wobei jeweils eine Trennung in Kolben und Restpflanze erfolgte. Daraus wurde der Kolbenanteil bestimmt. Der Nährstoffgehalt der Gesamtpflanze wurde aus den beiden Komponenten errechnet. Das gesamte Datenmaterial umfasste 464 Proben, wovon rund ein Viertel nach konventionellen Methoden (Weender Analyse) und mit dem Hohenheimer Futterwerttest auf die *in vitro* Verdaulichkeit der organischen Masse untersucht wurde (MENKE und STEINGASS, 1988). Mit diesen Ergebnissen konnte die Kalibration für die NIRS vorgenommen werden, mit der das gesamte Datenmaterial im Anschluss daran untersucht wurde. Das Sortenspektrum umfasste je 10 Sorten pro Jahr, wobei nicht von jedem Jahr die gleichen Sorten vorliegen. Die einzelnen Reifegruppen gehören der frühen mit Reifezahlen 190 bis 250 an, der mittelfrühen von 250 bis 320 und der späten von 320 bis 450 an. *Tabelle 1* bringt eine Übersicht über die geprüften Sorten und Standorte. Geerntet wurden die Proben jeweils im Stadium der Teigreife, was allerdings im Jahr 1989 wegen der schlechten Witterung nicht an allen Standorten und bei allen Sorten erreicht werden konnte. Von den Maistypen wurden für dieses Projekt sowohl Körnermaistypen als auch restpflanzbetonte Typen verwendet. Alle Sorten sind genetisch voneinander verschieden. Von den ursprünglich 30 untersuchten Sorten sind derzeit noch vier in der Österreichischen Sortenliste registriert (ÖSTERR. SORTENLISTE, 2003).

Projekt 2

Das zweite Projekt wurde in den Jahren 2002 und 2003 von der Bundesanstalt

Gumpenstein durchgeführt, allerdings auf drei verschiedenen Standorten, die im ersten Projekt ebenfalls vertreten waren. Dabei ging es um den Einfluss von physiologischer Reife und Standort auf Ertrag und Futterwert dreier verschiedener Maissorten. Dafür wurden folgende Maissorten (FUXXOL, RZ. 240; ROMARIO, RZ. 270; ATALANTE, RZ. 290) ausgewählt, die im Maisbau in Österreich eine gewisse wirtschaftliche Bedeutung haben.

Die Standorte sind durch folgende Daten charakterisiert:

Gumpenstein: 700 m Seehöhe; 6,8 °C Jahrestemperatur; 1010 mm Niederschlag

Kobenz: 630 m Seehöhe; 6,8 °C Jahrestemperatur; 850 mm Niederschlag

Lambach: 366 m Seehöhe; 8,2 °C Jahrestemperatur; 957 mm Niederschlag

Die beiden Jahre 2002 und 2003 waren gekennzeichnet durch generell hohe Temperaturen, die weit über dem langjährigen Mittelwert liegen. Dazu gab es im Jahr 2002 sintflutartige Niederschläge, besonders im August, wobei innerhalb von zwei Tagen mehr Niederschlag fiel als sonst in einem Monat. Im Jahr 2003 hingegen war es extrem trocken, was sich am Standort Kobenz in relativ

geringen Erträgen auswirkte, an den Standorten Gumpenstein und Lambach reichte der Niederschlag insgesamt zur Bildung normaler Maisbestände aus.

Die Ernte wurde zu jeweils drei verschiedenen Terminen vorgenommen, und zwar zu Beginn, Mitte und Ende der Teigreife. Auch hier wurden jeweils Kolben und Restpflanzen für die chemische Analyse getrennt geerntet. Die *in vitro*-Verdaulichkeit wurde nach der Zellulase-Methode durchgeführt (DE BOEVER et al. 1986), die chemische Untersuchung nach der Weender Analyse. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm LSMLMW PC-1 Version (HARVEY, 1987).

Ergebnisse

Erträge

Unterschiedliche Maissorten bringen unterschiedliche Erträge; diese Tatsache ist schon lange bekannt. Aus dem Vergleich zweier unterschiedlicher Maistypen, einem Körnermaistyp und einer restpflanzbetonten Sorte, muss sich zwangsläufig eine unterschiedliche Ertragshöhe ergeben. Das erste durchgeführte Projekt diente vorwiegend der Untersuchung unterschiedlicher in Österreich angebaute Maissorten im Hin-

Tabelle 1: Versuchsanordnung

Reifegruppen	I (RZ. 190 - 250)	II (RZ. 250 - 320)	III (RZ. 320 - 450)
Standorte n = 10	Altenberg	Elixhausen	Fuchsenbigl Grossnondorf Hatzendorf
	Authal Lambach Gumpenstein Gleisdorf Hörzendorf	Authal Lambach Gumpenstein Gleisdorf Hörzendorf	Gleisdorf Hörzendorf
Sorten n = 29	190 Ass 230 Gela 230 LG 20.80 230 Eviva 240 Buras LG 5 240 Atlet 240 Figaro 240 Quanta 240 Circe LG 9 250 Mutin 250 Splenda 250 Melina	240 Circe LG 9 250 Melina 270 Astral 270 Atout 270 Champion 280 LG 22.81 290 Baron 290 Dea 290 Helga 290 Mammuth LG 23.04 320 Artemis	290 Mammuth 320 Eperon 9 320 Artemis 330 Jaspe 330 Tanker 340 Mirna 370 Saturne 400 Carla 410 LG 23.50

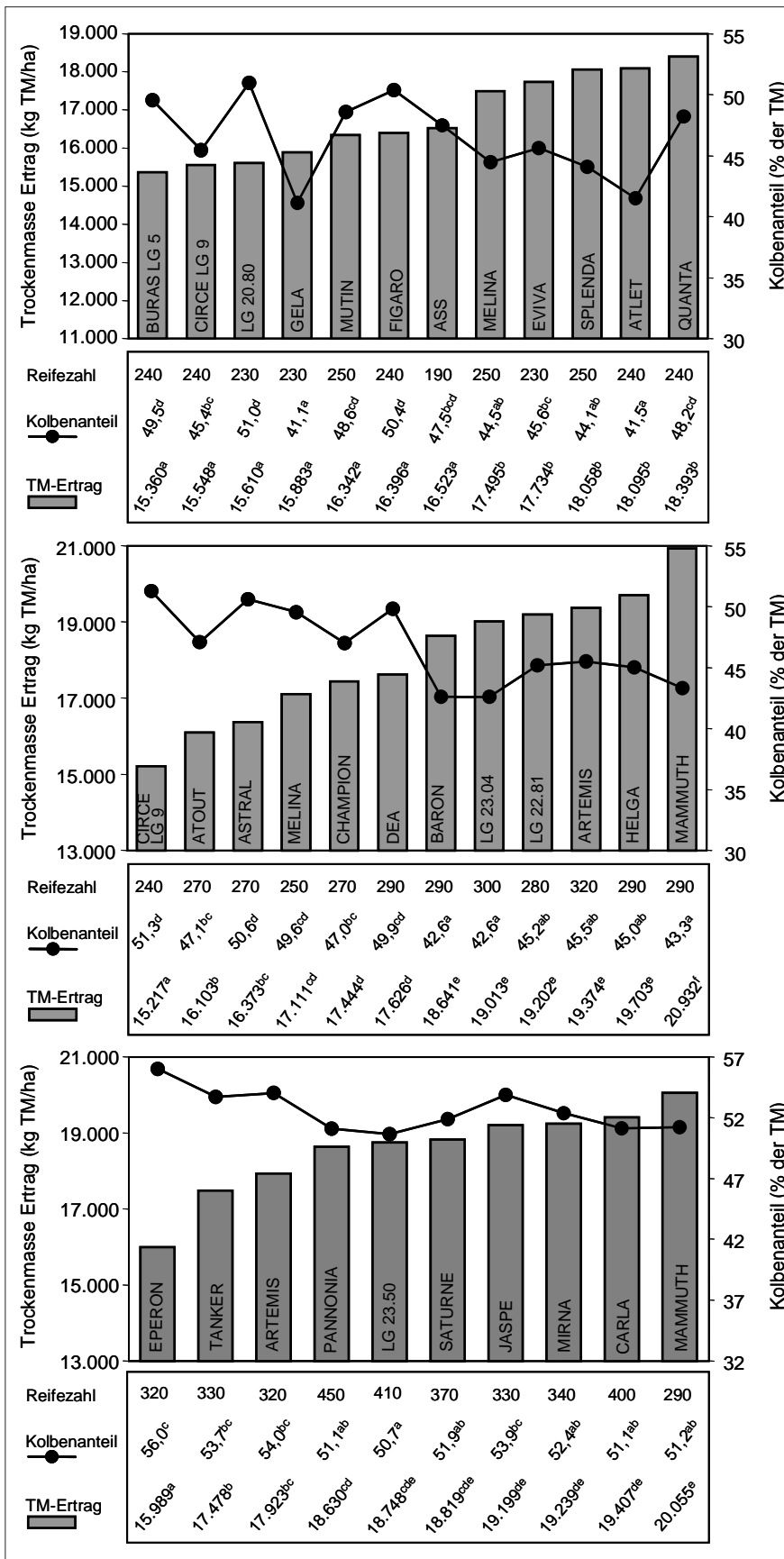


Abbildung 1 - 3: TM-Ertrag und Kolbenanteil, Reifengruppen I - III

blick auf ihre Ertragsleistung und ihren Futterwert. Zur besseren Übersicht der Ergebnisse wird jede einzelne Reifegruppe separat dargestellt. Der Frischmasse-Ertrag schwankt innerhalb der frühen Reifegruppe zwischen 52 t/ha bei der Sorte LG 20.80, einer eher kleinwüchsigen, kompakten Sorte, und 70 t/ha bei der Sorte Athlet, einer hochwüchsigen, ertragreichen Sorte. Mehr Aussage bringt der Trockenmasse-Ertrag, der zwischen 15.360 kg/ha bei der Sorte Buras LG 5 und 18.393 kg/ha bei der Sorte Quanta, beide mit derselben Reifezahl, liegt (Abbildung 1). Ganz entscheidend ist dabei der Kolbenanteil, welcher - bezogen auf die Trockenmasse - von 41 % bei der restpflanzenbetonten Sorte Gela bis 51 % bei der Sorte LG 20.80 beträgt. Im Hinblick auf den Anteil an der Energiekonzentration liegt der Prozentsatz wesentlich höher; hier schwanken die Werte zwischen 52,7 % und 62,6 % bei denselben Sorten wie oben. Beim Energieertrag bewegen sich die Werte zwischen 165,8 GJ ME/ha bei der Sorte Gela und 195,4 GJ ME/ha bei der Sorte Quanta, jeweils für die Gesamtpflanze.

Was die P-Werte der Haupteffekte betrifft, so gibt es hinsichtlich Sorte und Standort hohe Signifikanz in allen Parametern. Bezüglich Jahr sind alle Merkmale hoch signifikant mit Ausnahme der Gesamtpflanze. Einzig die Wechselwirkung Sorte x Jahr zeigt keine Signifikanz, dagegen aber Standort x Jahr.

Innerhalb der zweiten Reifegruppe ist beim Ertrag ein ähnliches Bild zu erkennen, wenngleich die Bandbreite bei den absoluten Zahlen größer als bei den frühen Sorten ist (Abbildung 2). Beim Frischmasse-Ertrag schneidet die Sorte Astral mit knapp 52 t/ha am schlechtesten ab, die Sorte Mammuth mit mehr als 72 t/ha am besten. Im Hinblick auf den Trockenmasse-Ertrag behält die Sorte Mammuth ihren Spitzenplatz mit knapp 21.000 kg/ha bei. Dass die Sorte Circe LG 9 nur 15.200 kg/ha erreichen kann, liegt an deren geringerer Reifezahl und dem damit verbundenen geringeren Ertragspotenzial. Mammuth ist beschrieben als eine typische Silomaisorte mit einer guten Bewertung bezüglich Trockenmasse-Ertrag.

Was den Kolbenanteil betrifft, sind die Werte jenen der frühen Reifegruppe sehr ähnlich, beide Mittelwerte unterscheiden sich nur um einige Zehntel voneinander. Der Energieertrag allerdings liegt in der zweiten Reifegruppe doch deutlich höher als jene der ersten Reifegruppe. Immerhin sind es vier Sorten, die einen Energieertrag von mehr als 200 GJ ME/ha erreichen. Den geringsten Energieertrag bringt die Sorte Circe LG 9 mit 168 GJ ME/ha, was aus dem relativ niedrigen Trockenmasse-Ertrag resultiert. Ein ähnlich schwaches Abschneiden wird bei der Sorte Atout beobachtet, auch hier bleibt der Trockenmasse-Ertrag mit 16.100 kg/ha im unteren Bereich der Skala.

Ein Blick auf die P-Werte zeigt das selbe Bild wie bei den frühen Sorten. Die Hauptwirkungen von Sorte und Standort sind durchwegs hoch signifikant, bei den Jahren die einzelnen Pflanzenteile, nicht aber die Gesamtpflanze. Die Wechselwirkung Sorte x Jahr zeigt wiederum keine Signifikanzen, sehr wohl aber jene von Standort x Jahr.

Abbildung 3 gibt Auskunft über die Erträge und den Kolbenanteil innerhalb der späten Maissorten. Die Trockenmasse-Erträge in dieser Reifegruppe kommen nicht ganz an jene der mittelfrühen Sorten heran, wahrscheinlich hängt das mit den eher trockenen Standorten zusammen, die im Osten Österreichs gelegen sind. Dabei fällt wieder die Sorte Mammuth auf, die auch in dieser Gruppe den höchsten Ertrag erzielen kann. Vom Kolbenanteil sind die Prozentsätze geringfügig höher, stehen allerdings im Gegensatz zum Ertrag. Ein deutliches Beispiel ist die Sorte Eperon mit dem geringsten Trockenmasse-Ertrag in dieser Gruppe von rund 16.000 kg/ha, aber dem höchsten Kolbenanteil von 56 %. Im Gegensatz dazu bringt die Sorte Mammuth knapp 20.000 kg/ha, aber dafür nur 51,2 % Kolbenanteil.

Bei den P-Werten gibt es bei den späten Sorten hohe Signifikanzen bei den Effekten von Sorte, Standort und Jahr, ebenso bei der Wechselwirkung Standort x Jahr. Hingegen zeigt sich die Wechselwirkung Sorte x Jahr nicht in allen Parametern signifikant.

Beim zweiten Projekt ist der Trockenmasse-Ertrag im Vergleich zu anderen

Sorten und kühleren Jahren als hoch zu bezeichnen. Der durchschnittliche Ertrag liegt in diesem Versuch bei 21.468 kg/ha; mehr darüber ist *Abbildung 4* zu entnehmen. Die Erträge für die einzelnen Standorte sind je nach deren klimatischen Verhältnissen unterschiedlich, wobei Lambach eindeutig als der günstigste Standort zu beurteilen ist. Auch die einzelnen Sorten bringen je nach ihrem Ertragspotenzial verschieden hohe Erträge; dabei wird mit aufsteigender Reifezahl natürlich ein Ansteigen des Ertrages festgestellt. Auch beim Erntezeitpunkt wurde eine Zunahme im Laufe der Reife ermittelt, wenn man die Trockenmasse betrachtet. Die Vegetationstage variieren um genau 10 Tage von einem Erntestadium zum nächsten. Die Differenz im Trockenmasse-Ertrag beträgt vom ersten Termin zum zweiten 1629 kg/ha, von diesem zum dritten 1684 kg/ha. Vergleicht man hingegen die Unterschiede der einzelnen Sorten zueinander, stellt man fest, dass Romario 611 kg/ha mehr als Fuxxol erzielen kann, Atalante dagegen 783 kg/ha mehr als Romario. Bei den Standorten beträgt die Variation von Lambach zu den beiden übrigen mehr als zwischen Kobenz und Gumpenstein. Der Kolbenanteil ist stark sortenabhängig. Im Laufe der Vegetationsperiode nimmt er zu, was sowohl im Hinblick auf die Trockenmasse als auch Energiekonzentration gilt. Romario zeigt den höchsten Kolbenanteil, was auch aus

der ÖSTERR. BESCHREIBENDEN SORTENLISTE (2003) hervorgeht. Von den einzelnen Standorten ist der höchste Kolbenanteil in Lambach zu finden (*Abbildung 5*). Im Vergleich der beiden Versuchsjahre ist das Jahr 2002 jenes mit dem höheren Wert von 52,67 % im Hinblick auf die Trockenmasse; im Jahr 2003 beträgt dieser 50,98 %. Im Vergleich der einzelnen Sorten sind die Unterschiede bei Fuxxol und Romario vom ersten bis zum letzten Erntetermin fast gleich, bei der Sorte Atalante macht die Differenz um mehr als 2 % mehr aus. Bezüglich Energie liegen die Werte beim Kolbenanteil höher als bei der Trockenmasse, aber auch hier liegen die Unterschiede zwischen den Ernteterminen rund im selben Bereich wie auf die Trockenmasse bezogen.

Der Energie-Ertrag wird sowohl vom Trockenmasse-Ertrag als auch von der Energiekonzentration beider Pflanzenteile beeinflusst. Der Mittelwert beträgt 223,2 GJ ME/ha; die Differenzen zwischen den einzelnen Varianten sind deutlich zu sehen. Auch hier ist eine Steigerung des Energie-Ertrages mit steigender Reifezahl, ebenso mit zunehmender Vegetationsdauer zu erkennen. Von den Standorten liegt Lambach mit einem Wert von 244,6 GJ ME/ha weit vor den beiden anderen Standorten, bei denen Gumpenstein besser als Kobenz abschneidet. Auch das Jahr 2002 liegt mit 231,3 GJ ME/ha besser als das Jahr 2003,

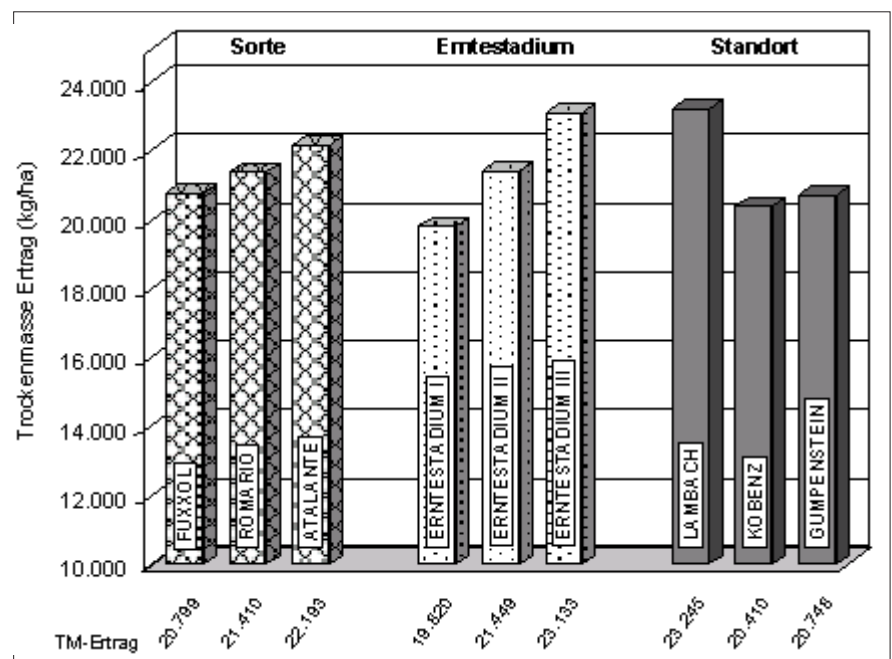


Abbildung 4: TM-Ertrag: Haupteffekte: Sorte - Erntestadium - Standort

in welchem nur ein Wert von 215,2 GJ ME/ha erreicht wird. *Abbildung 6* bringt eine Übersicht über den Energieertrag aller Sorten, Reifestadien und Standorte.

Futterwert

Der Futterwert wird im wesentlichen durch die chemische Zusammensetzung und die Verdaulichkeit charakterisiert. Beim ersten Projekt zeigen sich einerseits sortenbedingte Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung der einzelnen Pflanzenteile, ebenso lassen sich Unterschiede in den einzelnen Reife-

gruppen finden. Der Kolben weist in den Parametern Trockenmasse, Protein, Nicht-Faser-Kohlenhydrate und Verdaulichkeit höhere Werte auf als die Restpflanze, bei den Gerüstsubstanzen ist es umgekehrt. In der Gesamtpflanze liegen die Werte bei der Trockenmasse in der ersten Reifegruppe zwischen 25,9 % bei der Sorte Circe LG 9, die Sorte mit der höchsten Reifezahl innerhalb dieser Gruppe, und 30,4 % bei den Sorten LG 20.80 und Quanta. In der mittelfrühen Reifegruppe sind die Trockenmassegehalte etwas höher, der niedrigste Wert

mit 26,6 % ist bei der Sorte Baron zu finden, der höchste mit 32,0 % bei der Sorte Astral. Innerhalb der späten Sorten sind die Trockenmassegehalte deutlich höher, hier betrug der niedrigste 30,4 %, der höchste 35,2 %. Was die Verdaulichkeit betrifft, so liegen sortenbedingte Unterschiede vor, allerdings sind diese relativ gering. Bei der mittleren Reifegruppe ist die Verdaulichkeit im Vergleich zu den beiden anderen am geringsten, bei den späten Sorten am höchsten, was nur über den Kolbenanteil zu erklären ist. *Abbildung 7* bringt eine Übersicht über die Zusammenhänge zwischen der Energiekonzentration von Rest- und Gesamtpflanze aller drei Reifegruppen. Grundsätzlich ist festzustellen, dass eine Erhöhung der Energiekonzentration der Restpflanze in jedem Fall auch eine Erhöhung der Energiekonzentration der Gesamtpflanze nach sich zieht. Deshalb ist eine hohe Energiekonzentration der Restpflanze aus der Sicht des Züchters auf jeden Fall anzustreben.

Im zweiten Projekt sind die Zusammenhänge ähnlich, nur ist hier der Schwerpunkt anders gelegt. Die Abhängigkeit der Energiekonzentration vom Erntetermin ist von größtem Interesse. Auch hier zeigt der Kolben sehr konstante Werte, sogar zwischen den einzelnen Erntestadien. In *Abbildung 8* wird der Zusammenhang zwischen Sorte, Reifestadium und Standort hinsichtlich der Energiekonzentration dargestellt. Hier weist die Sorte Romario den höchsten Wert bei der Gesamtpflanze auf, hingegen die Sorte Atalante bei der Restpflanze. Bei den Standorten zeigt Lambach die höchste Energiekonzentration in der Gesamtpflanze, hingegen Gumpenstein bei der Restpflanze. Gerade bei den Erntestadien lässt sich die steigende Energiekonzentration in der Gesamtpflanze mit späterem Termin erkennen, während in der Restpflanze eine gegenläufige Entwicklung festzustellen ist.

Bei den Rohnährstoffen sind die Unterschiede zwischen Sorten, Erntestadien, Standorten und Jahren wesentlich geringer, auch ist keine einheitliche Linie festzustellen.

Auch die Parameter Verdaulichkeit und Energiegehalt variieren nur in einem schmalen Bereich. Selbst bei den Erntestadien ist die Abnahme der Verdaulich-

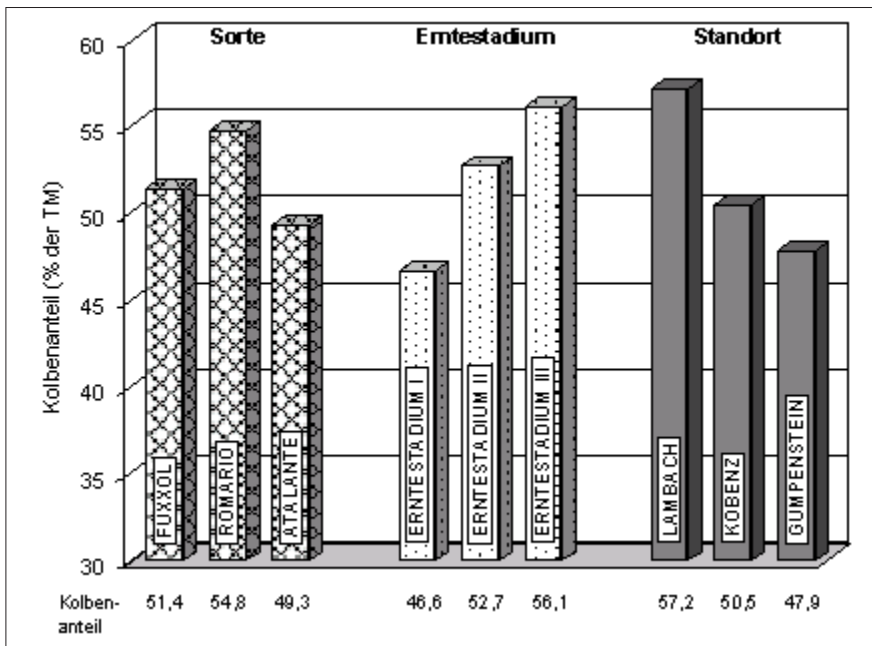


Abbildung 5: Kolbenanteil: Haupteffekte: Sorte - Erntestadium - Standort

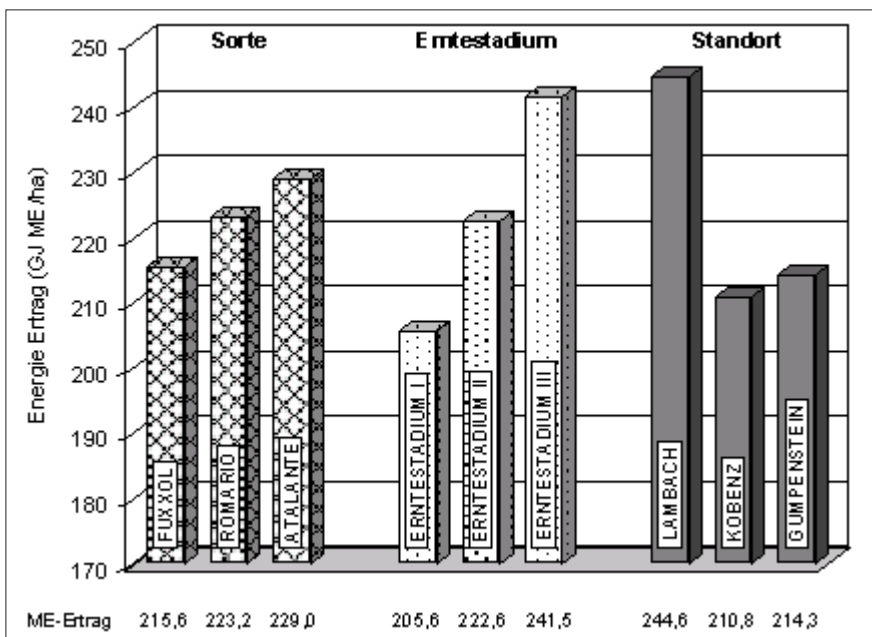


Abbildung 6: Energie-Ertrag: Haupteffekte: Sorte - Erntestadium - Standort

keit sehr gering, speziell vom zweiten zum dritten Termin. Hingegen nimmt der Energiegehalt vom ersten zum zweiten Erntetermin in sehr geringem Ausmaß zu, zwischen zweitem und drittem Erntestadium ist der Anstieg schon merklich.

Was die Mineralstoffe betrifft, so sind die Unterschiede zwischen den Sorten gering, etwas deutlicher ist die Abstufung bei den Erntestadien bei Calcium, Kalium und Natrium. Einen wesentlichen Einfluss auf den Mineralstoffgehalt

hat der Standort, weil sich hier die Werte doch merklich voneinander unterscheiden. Die P-Werte zeigen für die meisten chemischen Parameter hohe Signifikanzen, was die Hauptwirkungen betrifft, speziell beim Trockenmassegehalt und beim Rohfett. In Bezug auf den Standort sind alle Nährstoffe hoch signifikant verschieden. Bei den Wechselwirkungen mit Beteiligung der Sorte stellt sich die Situation völlig anders dar. Für die Verdaulichkeit und den Energiegehalt gibt es hinsichtlich der Hauptwirkung der Sorten hohe Signifikanzen, für den Energiegehalt - den Standort betreffend - ebenfalls. Bei den Mineralstoffen sind beim Kalium die Hauptwirkungen Sorte, Erntestadium und Standort hoch signifikant, bei den Wechselwirkungen nicht. Bei der Wechselwirkung von Sorte x Erntestadium in allen chemischen Parametern ist ein stetiger Anstieg des Trockenmasse-Gehaltes vom ersten zum letzten Erntetermin deutlich zu sehen, ebenso bei den stickstofffreien Extraktstoffen. Dagegen gehen die Zellwandbestandteile im Laufe der Entwicklung zurück, was nur über den steigenden Kolbenanteil zu erklären ist. Auch die Verdaulichkeit nimmt in einem bescheidenen Ausmaß ab; beim Energiegehalt lässt sich kein eindeutiger Trend erkennen. Beim Mineralstoffgehalt ist beim Calcium eine leichte Abnahme festzustellen, beim Kalium ist außer bei der Sorte Fuxxol ebenfalls ein schwacher Rückgang zu verzeichnen.

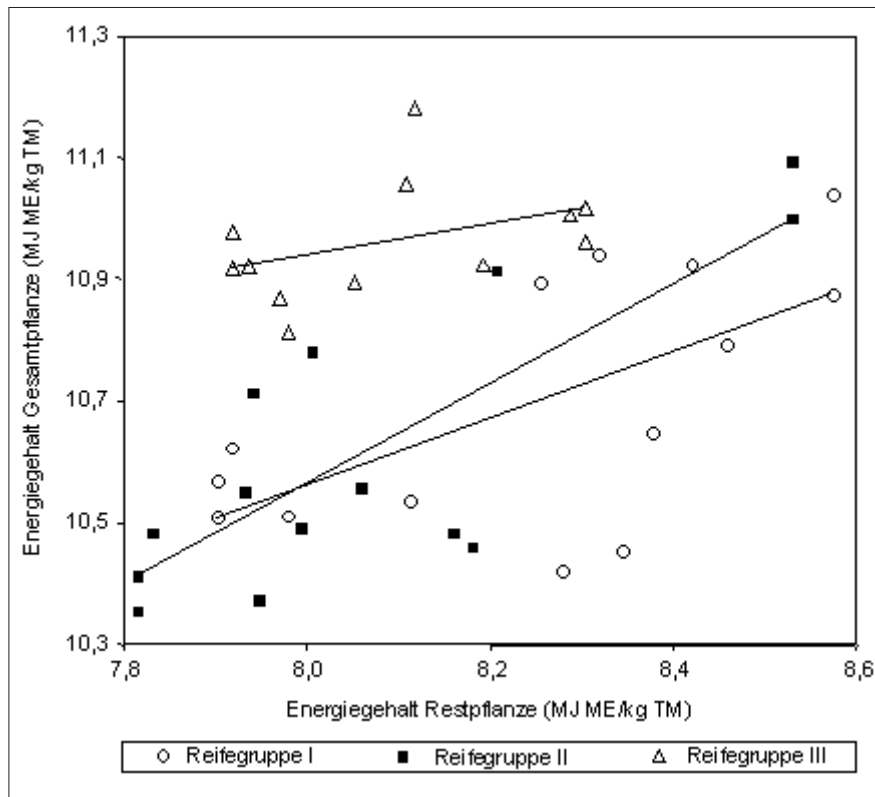


Abbildung 7: ME-Gehalt der Rest- und Gesamtpflanze

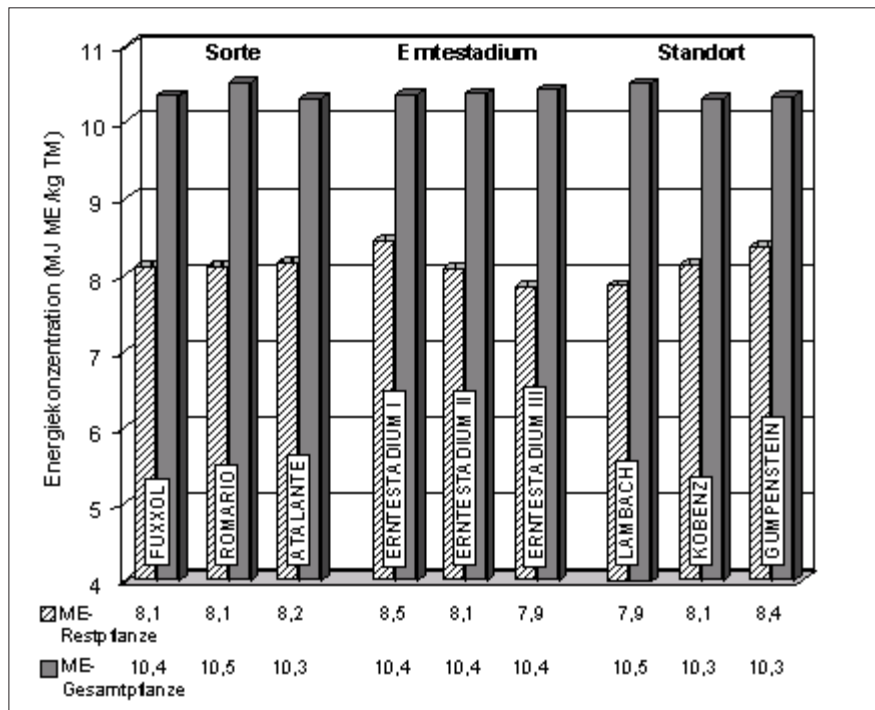


Abbildung 8: Energiekonzentration der Rest- und Gesamtpflanze, Haupteffekte: Sorte - Erntestadium - Standort

Diskussion

Nachdem der Futterwert neben dem Ertrag ein wesentliches Kriterium für die Bewertung von verschiedenen Silomaisorten darstellt, wurde lange Zeit nach einer einfachen Methode für die Qualitätsbeurteilung gesucht. Mit der NIRS wurden alle geforderten Kriterien erfüllt, viele Proben in kurzer Zeit untersuchen zu können, das Material nicht zu zerstören und leicht nachvollziehbar zu sein. Bei diesem Projekt wurden 30 verschiedene Sorten an 10 verschiedenen Standorten geprüft. Ebenso wie die Sorte selbst auf Grund des Genotyps die Ertragshöhe und die Qualität - somit den Futterwert bestimmt - haben auch Standort, klimatische Bedingungen, Anbaumaßnahmen und das Reifestadium zum Erntezeitpunkt einen entscheidenden Ein-

fluss darauf. RUSSELL et al. (1992) sind diesen Fragen in einem Experiment nachgegangen und haben festgestellt, dass sowohl der Trockenmasse- als auch der Körnerertrag mit zunehmendem Reifestadium und steigender Pflanzenzahl/ha zunehmen, während im gleichen Zeitraum das Körner/Stängel-Verhältnis abnimmt. DEINUM und STRUIK (1989) haben ähnliche Fragen untersucht und dabei neben anderen Faktoren einen entscheidenden Einfluss des Erntezeitpunktes auf die Verdaulichkeit und somit auf die Qualität festgestellt. GRUBER et al. (1983) sind dem Einfluss des Erntezeitpunktes auf den Nährstoffgehalt und den Ertrag am Beispiel einer Silomaisorte detailliert nachgegangen und haben den optimalen Erntezeitpunkt bei einer Trockensubstanz im Kolben von 45 - 50 % festgestellt, das entspricht einer Trockensubstanz in der Gesamtpflanze von 30-33 %. Hingegen haben THOMET et al. (1987) verschiedene Maissorten auf ihre Unterschiede hinsichtlich der Verdaulichkeit untersucht. Dabei kamen die Wissenschaftler zu dem Schluss, dass es zwischen den Sorten Differenzen von rund 2 % VOS gibt und sich daraus unterschiedliche Ertragsleistungen und Qualitäten ergeben. HILFIKER et al. (1998) sind in einer Untersuchung auf Modellbetrieben zu einem durchschnittlichen Trockenmasse-Ertrag von 165 dt/ha bei einem VOS-Gehalt von 750 g/kg TM gekommen, woraus nach Abzug der Siliverluste ein Ertrag an Maissilage von 139 dt/ha bei einem VOS-Gehalt von 720 g/kg TM resultiert. Im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit müssen die Landwirte ihr Augenmerk mit steigendem Leistungsniveau auf die Qualität des geernteten Silomais und in weiterer Folge auf die Silagebereitung legen.

Was die Inhaltsstoffe der Maissilage betrifft, so haben DACCORD et al. (1995) für teig- bis gelbreif geernteten und gut konservierten Mais eine relativ stabile chemische Zusammensetzung gefunden. Wesentlich stärker wird die Silomaisqualität laut HERTER et al. (1996) sowohl von der Sorte, Standort, Jahreseinfluss und auch vom Reifestadium bestimmt. Speziell zum Einfluss des Reifestadiums wurden in dieser Arbeit drei verschiedene Sorten zu vier verschiedenen Erntezeitpunkten geerntet. Gerade im Bereich zwischen 29 und 33 % TM finden die

größten Veränderungen bei den Inhaltsstoffen der Gesamtpflanze statt.

Daneben spielt auch die Witterung für das Wachstum und die Reifung von Silomais noch eine entscheidende Rolle, wie MEISSER und WYSS (1998) herausgefunden haben. Diese Erkenntnisse lassen sich auf das zweite Projekt der BAL Gumpenstein übertragen. Auch wenn die Temperatursumme bis zum Erreichen des Stadiums Blüte relativ konstant ist, variiert die Wachstumsdauer beträchtlich, was auf unterschiedliche Witterungsverhältnisse zurückzuführen ist. Ebenfalls eine wichtige Rolle spielt der jeweilige Maistyp, unter ihnen besonders die „stay green Sorten“, die laut DMK (2004) über die Körnerreife hinaus grünbleibende Stängel und Blätter ausweisen. Dabei bleibt über einen längeren Zeitraum die optimale Siliereife erhalten. Allerdings hat HOFHANSL (2001) in einem direkten Vergleich die Veränderungen in der Pflanze von herkömmlichen Maisorten und „stay green Typen“ untersucht. Dabei konnte er keine wesentlichen Vorteile dieser „stay green Typen“ nachweisen, unter ungünstigen Witterungsverhältnissen sogar eher einen Nachteil auf Grund einer verspäteten Abreife.

Bei den Untersuchungen der an der BAL Gumpenstein durchgeführten Versuche liegen die Trockenmasse-Erträge über jenen vergleichbarer Arbeiten. Im Gegensatz dazu zeigen sich gerade beim Trockenmassegehalt des ersten Projektes deutlich geringere Werte als die für eine gute Silomaisqualität erforderlichen 29 bis 31 %. Anders stellt sich die Situation beim zweiten Projekt dar. Hier konnte sogar beim ersten Reifezeitpunkt die Grenzmarke von 29 % Trockenmasse erreicht werden, auch bei der Sorte Atalante, die eine Reifezahl von 290 hat, allerdings unter Berücksichtigung der beiden sehr warmen Versuchsjahre 2002 und 2003. Für alle Versuche in Gumpenstein wurde eine negative Korrelation zwischen Trockenmasse-Ertrag und Kolbenanteil in allen Reifegruppen festgestellt. Der aus der Restpflanze resultierende Mehrertrag führt zu einer abnehmenden Energiekonzentration in der Gesamtpflanze. Grundsätzlich entscheiden die Qualität der Restpflanze und der Kolbenanteil über den Energiegehalt der Gesamtpflanze. Ebenso liegt eine nega-

tive Korrelation zwischen Kolbenanteil und Energiegehalt der Restpflanze vor, wobei hier einige Sorten der frühen Reifegruppe ausgenommen sind.

Zusammenfassung

An der BAL Gumpenstein wurden zwei Projekte durchgeführt, in denen es um Sortenunterschiede hinsichtlich Ertrag und Qualität verschiedener Maissorten geht. Im ersten Projekt wurden aus den Sortenversuchen 10 unterschiedlicher Standorte 30 verschiedene Maissorten ausgewählt, denen Proben zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung von Kolben und Stängel entnommen wurden. Neben der Berechnung des Trockenmasse-Ertrages und des Kolbenanteiles wurden alle 464 Proben mittels NIRS auf die Inhaltsstoffe untersucht, wobei einige ausgewählte Proben zur Kalibrierung nasschemisch analysiert wurden. Dabei waren die Maissorten nach ihrer Reifezahl in drei Gruppen unterteilt, und zwar in frühe (RZ. 190 - 250), mittelfrühe (RZ. 250 - 320) und späte (RZ. 290 - 450). Die Reifegruppen waren jeweils an ihre Standorte angepasst, drei davon beinhalteten alle drei Gruppen.

Im zweiten Projekt wurden an drei Standorten aus dem ersten Projekt jeweils drei unterschiedliche Maissorten angebaut, die zu drei verschiedenen Terminen geerntet wurden. Außer den Standorten gibt es zwischen erstem und zweitem Projekt keine Überschneidung.

Die hierbei ermittelten Trockenmasse-Erträge lagen über jenen vergleichbarer anderer Arbeiten, speziell jene aus dem zweiten Projekt, bei welchem der durchschnittliche Trockenmasse-Ertrag 21.500 kg/ha betrug. Grundsätzlich konnte in allen Versuchen der Einfluss des Kolbenanteils auf die Qualität der Gesamtpflanze festgestellt werden, welche sich im Energiegehalt äußert. Die Wirkung von Standort, Jahr und Reifestadium zur Ernte sind deutlich, der größte Einfluss allerdings kommt von der Sorte selbst.

Literatur

ANDRAE, J.G., J.G. HUNT, C.W. PRITCHARD, L.R. KENNINGTON, J.H. HARRISON, W. KEZAR und W. MAHANNA (2001): Effect of hybrid, maturity and mechanical processing

- of corn silage on intake and digestibility by beef cattle. *J. Anim. Sci.* 79, 2268-2275.
- BUNDESAMT FÜR ERNÄHRUNGSSICHERHEIT (2003): Österr. Sortenliste 3/2003.
- BUNDESAMT FÜR ERNÄHRUNGSSICHERHEIT (2003): Österr. Beschreibende Sortenliste 2003 (Auszug).
- DACCORD, R., Y. ARRIGO und R. VOGEL (1995): Nährwert von Maissilage. *Agrarforschung* 2, 397-400.
- DE BOEVER, J.L., B.G. COTTYN, F.X. BUYSSE, F.W. WAINMAN und J.M. VANACKER (1986): The use of an enzymatic technique to predict digestibility, meta-bolizable and net energy of compound feedstuffs for ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.* 14, 203-214.
- DEGENHARDT, H. (1996): NIRS-Untersuchungen zur Erfassung futterwertrelevanter Qualitätsparameter von Silomaisarten in einem Gerätenetzwerk. *Landbauforschung Braunschweig-Völkenrode, Sonderheft* 163, 141 S.
- DEINUM, B. und P.C. STRUIK (1989): Genetic variation in digestibility of forage maize (*Zea mays* L.) and its estimation by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). An analysis. *Euphytica* 42, 89-98.
- DMK (2004): Sortentypen. Unter http://www.maiskomitee.de/fb_fachinfo/02_03_02.htm
- DOLSTRA, O., M.A. JONGMANS und A.W. DE JONG (1987): Genetic variation for digestibility of cell-wall constituents in the stalks and its relation to feeding value and various stalk traits in maize (*Zea mays* L.). *Proceedings of the 14th Conference of the Maize and Sorghum Section of Eucarpia, Nitra, Czechoslovakia*, 394-402.
- EDER, J. (2002): Silomaisanbau in Bayern - Sortenprüfung und Qualitätsforschung an der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau Freising. *Tagungsband zur Silomaisagung an der BAL Gumpenstein*, 9-10.
- GRUBER, L., H. KOPAL, F. LETTNER und F. PARRER (1983): Einfluss des Erntezeitpunktes auf den Nährstoffgehalt und den Ertrag von Silomais. *Das wirtschaftseigene Futter* 29, 87-109.
- HARVEY, W.R. (1987): *User's Guide for LSMLMW PC-1 Version, Mixed Model Least-Squares and Maximum Likelihood Computer Program*. Ohio State University, USA, 59 S.
- HERTER, U., A. ARNOLD, F. SCHUBIGER und M. MENZI (1996): Sorte, Ort, Jahr und Reife bestimmen die Silomaisqualität. *Agrarforschung* 3, 539-542.
- HILFIKER, J., R. DACCORD, U. HERTER und M. MENZI (1998): Wirtschaftliche Bewertung von Ertrag und Qualität bei Silomais. *Agrarforschung* 5, 492-494.
- HOFHANSL, A. (2001): Abschlussbericht des Forschungsprojektes „Reifeverlauf von „stay green Typen“ im Vergleich zu herkömmlichen Maistypen unter den Anbaubedingungen Mecklenburg-Vorpommerns“. Unter <http://www.landwirtschaft-mv.de/mais-fb.mv>
- KAPPEL, W., G. ZIEGER und P. SCHWEDER (1987): Some digestibility aspects in maize breeding for silage. *Proceedings of the 14th Conference of the Maize and Sorghum Section of Eucarpia, Nitra, Czechoslovakia*, 403-411.
- KUEHN, C.S., J.G. LINN, D.G. JOHNSON, H.G. JUNG und M.I. ENDRES (1999): Effect of feeding silages from corn hybrids selected for leafiness or grain to lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 2746-2755.
- LANGENHOFF, M. (2002): *Futtermittelkundliche Bewertung von zwei Silomaishybriden bei Wiederkäuern*. Dissertation der Tierärztlichen Hochschule Hannover, 156 S.
- MAINKA, C. (1989): Zur Bewertung von Silomais mit NIRS. Bericht über die Arbeitstagung der „Arbeitsgemeinschaft der Saatzuchtler“, BAL Gumpenstein, 361-366.
- MEISSER, M. und U. WYSS (1998): Wettereinfluss auf Wachstum und Reifung von Silomais. *Agrarforschung* 5, 317-320.
- MENKE, K.H. und H. STEINGASS (1988): Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analyses and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development* 28, 7-55.
- PAUL, C. und C. MAINKA (1990): NIRS - eine Methode zur Bestimmung von Qualitätskriterien bei Mais. *Maiskolloquium Einbeck*, 28-38.
- RUSSELL, J.R., N.A. IRLBECK, A.R. HALLAUER und D.R. BUXTON (1992): Nutritive value and ensiling characteristics of maize herbage as influenced by agronomic factors. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 38, 11-24.
- SCHMIDT, G.A. (1986): Analyse faktorieller Kreuzungen zwischen Flint- und Dent-Inzuchtlinien bezüglich Leistungs- und Qualitätsmerkmalen bei Silomais. *Dissertation Universität Hohenheim*.
- STATISTISCHE NACHRICHTEN (2003): Ergebnisse der landwirtschaftlichen Statistik im Jahr 2002, herausgeg. vom Österr. Statist. Zentralamt, Heft 4/2003.
- THOMET, P., D. DUBOIS, T. RIHS und J. TROXLER (1987): Prüfung der Verdaulichkeitsunterschiede von fünf ausgewählten Maissorten. *Mitt. Schweizer. Landwirtschaft* 34, 61-72.