



Sorte, Ort, Jahr und Reife bestimmen die Silomaisqualität

Ueli HERTER, Armin ARNOLD, Franz SCHUBIGER und Mathias MENZI, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), CH-8046 Zürich

Die Verdaulichkeit von Silomais wird nicht nur durch die Sorte, sondern auch durch Ort, Jahr und Erntereife beeinflusst. Die höchste Verdaulichkeit wurde im Labor bei etwa 33 % Trockensubstanz gemessen. Die qualitätsbestimmenden Umweltfaktoren kennen wir nicht. Bekannt ist uns nur der negative Einfluss von Trockenstress. Oft wäre es sinnvoll, wenn auch die Landwirte die Verdaulichkeit und damit den Energiegehalt ihres Silomais analysieren liessen. Verbesserte Labormethoden sind jedoch nötig.

Oft glauben Landwirte, dass die Futterqualität ihres Silomais mit der Sortenwahl schon fast definiert sei. Dabei wird zu wenig beachtet, dass die Verdaulichkeit und somit auch der Energiegehalt wesentlich durch Ort, Jahr und Erntereife beeinflusst wird. Wir haben diese Faktoren unter die Lupe genommen.

Einfluss von Sorte, Ort und Jahr

Der Einfluss von Sorte, Anbauort und Jahr auf die Verdaulichkeit lässt sich mit den Daten der Sortenprüfung gut bestimmen, denn neue Sorten mussten bisher während dreier Jahre (seit 1996 zwei Jahre) an mehreren Anbauorten mit Standardsorten verglichen werden (FAL und RAC 1996; Menzi *et al.* 1996). Der VOS-Gehalt (verdauliche organische Substanz in g/kg Trockensubstanz) wurde mit NIRS (Nahinfrarot-Reflexionsspektroskopie) analysiert (Herter *et al.* 1996).

Abbildungen 1 und 2 zeigen, dass Sorte, Anbauort und Jahr die Verdaulichkeit von Silomais wesentlich beeinflussen. Der mittlere VOS-Gehalt betrug 1994 741 g, 1993 723 g und 1992 715 g (Abb. 1). Die gleichen neun Sorten ergaben 1994 in Ellighausen 761 g VOS, im Reckenholz 753 g, in Bätterkinden 749 g und in Changins 700 g (Abb. 2). Der Unterschied zwischen der besten und der schlechtesten Sorte betrug 27 g (Mittel der drei Jahre). Die Rangierung zwischen den Sorten blieb wie in vielen anderen Silomais-Sortenversuchen von Ort zu Ort und von Jahr zu Jahr ungefähr konstant (geringe Sorte x Umwelt-Interaktion). Das erleichtert die Sortenprüfung wesentlich.

Saatzeit, Monatstemperaturen, Trockenstress und Bodeneigenschaften sind mögliche Faktoren für die Orts- und Jahresunterschiede. Den Jahreseinfluss am Standort Reckenholz untersuchten wir durch Vergleich von Monats- und Sommer-Durchschnittstemperaturen (1988-95) mit der mittleren Verdaulichkeit. Höhere Niederschläge und tiefere Temperaturmittel im August und September verbesserten die Verdaulichkeit signifikant (r^2 der multiplen Regression: 0,84). Die Datenbasis ist jedoch zu klein, um gesicherte Schlüsse zu ziehen. Standorte mit starkem Trockenstress ergaben meistens tiefe VOS-Gehalte. Der Standorteinfluss war nicht konstant: jeder Ort produzierte in gewissen Jahren relativ hohe, in anderen tiefere VOS-Gehalte.

Umgekehrt war die Jahreswirkung auf den VOS-Gehalt nicht an allen Orten gleich. Nur 1992 war der Gehalt überall tief. Wir konnten somit die qualitätsbeeinflussenden Umweltfaktoren mangels Daten nicht gesichert bestimmen. Wahrscheinlich ist ein komplexes Zusammenspiel mehrerer Faktoren ausschlaggebend.

In zehn Versuchen mit insgesamt 600 Parzellen war 1995 die Kolbenfüllung teilweise unvollständig (leere Kolbenspitze), wobei wir deutliche Sortenunterschiede feststellten (FAL und RAC 1996). Zwischen VOS und Kolbenfüllung bestand jedoch in keinem Versuch eine signifikante Beziehung ($r = 0$ bis $0,3$).

Aus der Literatur ist zum Thema der Umweltfaktoren wenig bekannt. Struik *et al.* (1983 und 1985) fanden für August-September einen positiven Einfluss hoher Lichtintensität auf die Verdaulichkeit. Die Temperatur beeinflusste die Qualität jedoch nur unwesentlich.

Wir schliessen daraus, dass die Landwirte den Energiegehalt ihrer Maissilage nur

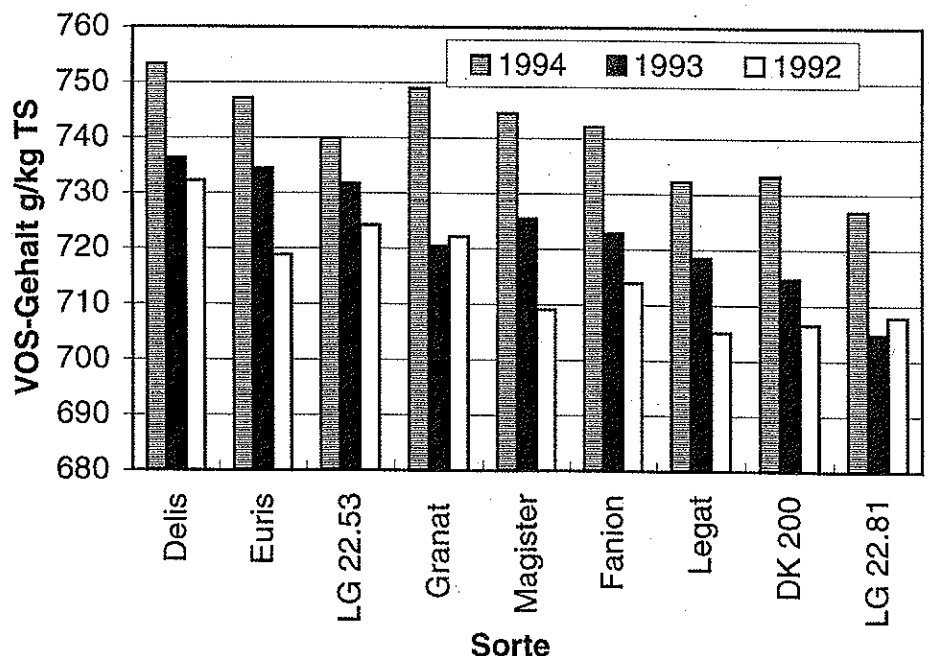


Abb. 1. Verdaulichkeit von neun Maissorten angebaut 1992 bis 1994 (Mittelwerte von 18 Parzellen pro Sorte 1993 und 12 Parzellen 1992 und 1994).

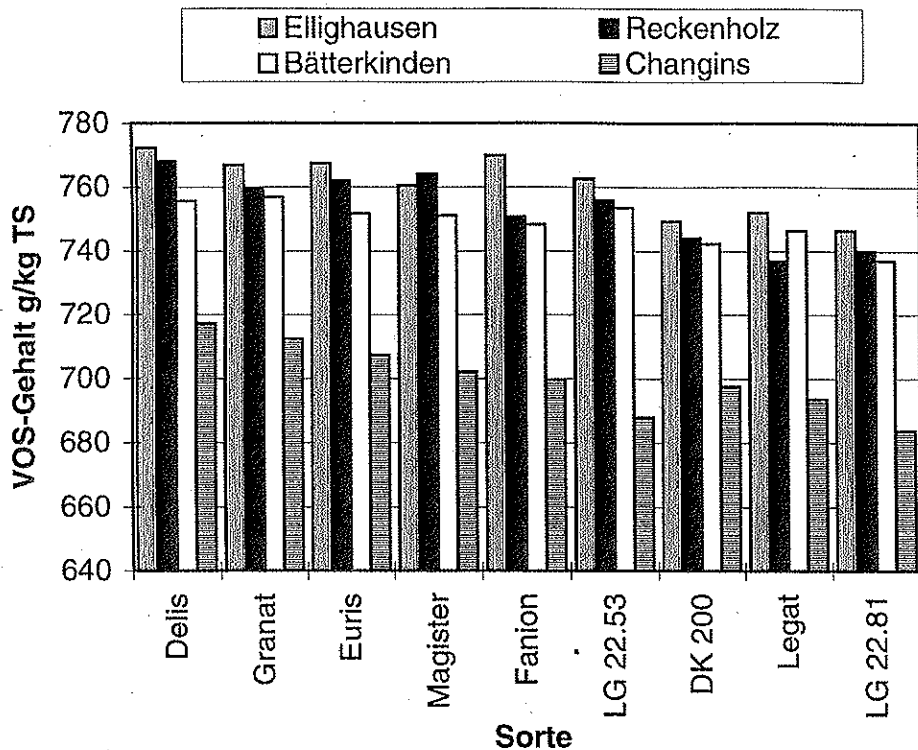


Abb. 2. Verdaulichkeit von neun Maissorten, angebaut 1994 an vier Orten (Mittelwerte von drei Parzellen pro Sorte und Ort).

ungenau schätzen können. Zwar ist es möglich, die mittlere Qualität einer Sorte nachzulesen, doch der Einfluss der Anbaubedingungen bleibt unbekannt. Wir empfehlen somit den Landwirten, die Verdaulichkeit der Silage untersuchen zu lassen, wenn sie mehr als 30 % der Ration bildet. Allerdings sollte vorerst die in den Dienstleistungslabors heute angewandte

Analysemethode für Silomais verbessert werden. Naheliegender ist, die Verdaulichkeit nicht mehr aus Rohfaser und Rohprotein zu berechnen (heutige Methode), sondern direkt mit NIRS oder enzymatisch zu bestimmen (Abb. 3). Bei der Analyse von frisch geerntetem Silomais hat sich NIRS in der Sortenprüfung als zweckmässig erwiesen (Herter *et al.* 1996). Die Methode

sollte in ähnlicher Form auch im Dienstleistungslabor anwendbar sein und wird in den Niederlanden bereits praktiziert. Abklärungen über den Ablauf der Probenahme, Trocknung und Analyse sind noch nötig.

Einfluss der Reife

Eine brennende Frage der Landwirte ist immer wieder jene nach der idealen Erntereife. Ein Versuch wurde 1994 mit drei Sorten (Eclat, Senator und LG 22.53), vier Erntezeitpunkten und vier Wiederholungen angelegt. Bei einem Teil von jeder Parzelle wurden ganze Pflanzen geerntet, gehäckselt, getrocknet, gemahlen und die Inhaltsstoffe nasschemisch bestimmt (Methoden s. Herter *et al.* 1996). Bei einem zweiten Teil wurden Kolben und Restpflanze getrennt geerntet, um den Körneranteil und die Gehalte in der Restpflanze zu ermitteln. Für die Verdaulichkeitsanalyse verwendeten wir die enzymatische Methode von De Boever (1986). Die Ernten erfolgten während eines Zeitraumes von fünf Wochen. Als Reifemerkmale bei der Ernte wurde der Trockensubstanzgehalt (TS) der ganzen Pflanze bestimmt.

Abbildung 4 zeigt den Verlauf verschiedener Inhaltsstoffe, wobei jeder Punkt einer Parzelle beziehungsweise Probe entspricht. Deutliche Gehaltsänderungen in der ganzen Pflanze zeigen sich im frühen Reifebereich zwischen 29 und 33 % TS.

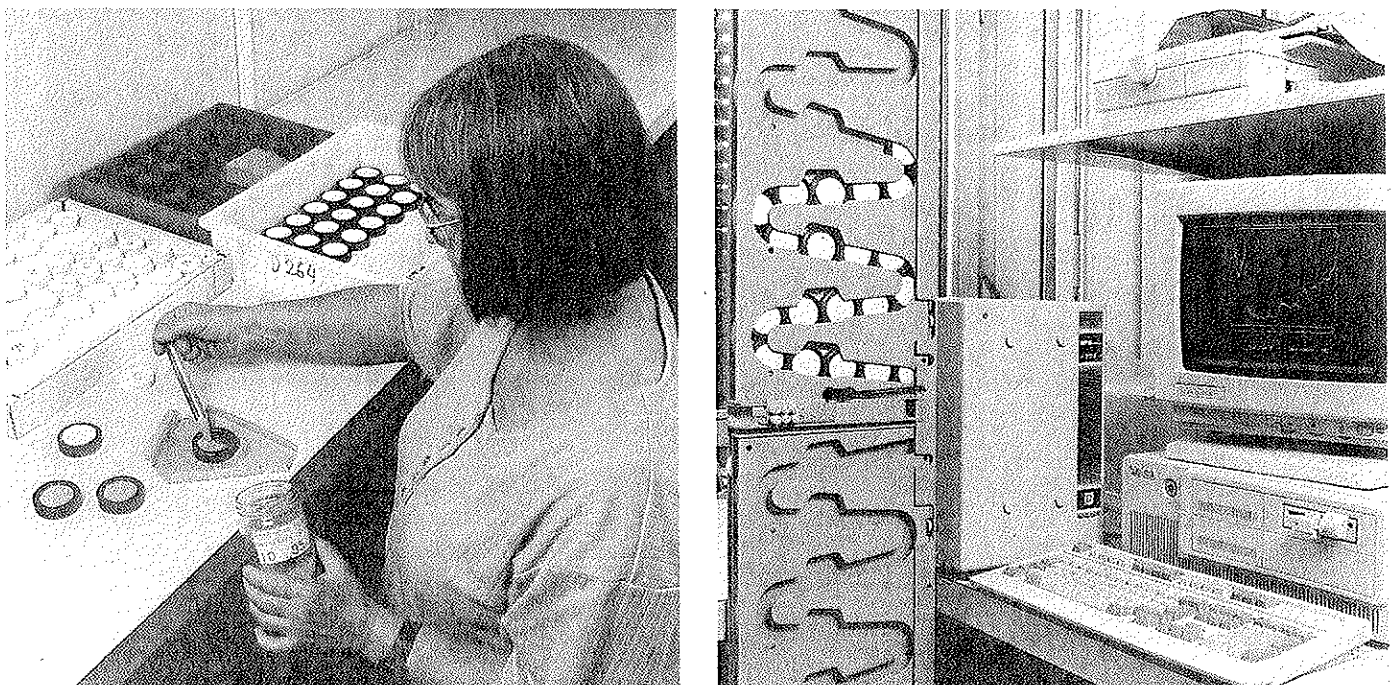


Abb. 3. Füllung und Messung der NIRS-Messzellen mit den gemahlten Pflanzenproben. Das NIRS-Gerät ist mit dem PC verbunden und analysiert eine Probe in etwa einer Minute durch Messung der Lichtreflexion. (Fotos: G. Brändle, FAL)

Der Körneranteil nahm von zirka 350 auf 500 g/kg TS zu, die Stärke von zirka 330 auf 400 g, die Rohfaser nahm ab und VOS leicht zu. Auch die beiden Zellwandfraktionen «NDF» (neutral detergent fibre, entspricht Zellwandanteil) und «ADF» (acid detergent fibre, Lignozellulose, entspricht Zellulose + Lignin) nahmen leicht ab. Die Veränderungen in diesem Reifebereich sind statistisch signifikant.

Im Bereich über 35 % TS nahm der VOS-Gehalt signifikant ab und der Rohfaseranteil zu, die übrigen Komponenten veränderten sich nicht signifikant. Die Verdaulichkeit der Restpflanze (Stengel und Blätter) nahm beim Reifeprozess leicht ab (statistisch signifikant), die Zellwandanteile leicht zu (Abb. 5). Der TS-Gehalt der Restpflanze stieg erst bei fortgeschrittener Reife deutlich an.

Für die Landwirte ist der Bereich zwischen 30 und 35 % TS (ganze Pflanze) interessant, da bei früherer Reife die Sickersaftverluste zu gross sind, bei späterer Reife aber das Risiko von Verlusten durch Nachgärungen ansteigt (Daccord *et al.* 1995; Wyss 1995; Rouel und Wyss 1994). Auch wird bei späterer Ernte ein Teil der Körner unverdaut ausgeschieden (Weissbach *et al.* 1991). In unserem Versuch stieg der VOS-Gehalt im Bereich 30 bis 35 % TS leicht an und nahm dann wieder ab. Die Zunahme des Körneranteils wirkte sich in der frühen Reifephase offenbar stärker aus als die Abnahme der Restpflanze-Verdaulichkeit. Thomet *et al.* (1986) hatten eine VOS-Zunahme bei fünf Sorten nur bis zur Teigreife gefunden. Versuche an der FAL ergaben einen Anstieg der Verdaulichkeit während der Reifeperiode von 26 bis 33 % TS, danach aber nicht mehr. Die Verdaulichkeit während des Reifeprozesses sollte an weiteren Sorten im Labor untersucht werden.

Aufgrund von Laborresultaten und Silierversuchen wird heute eine Erntereife von 30 bis 33 % TS (späte Teigreife) empfohlen. Fütterungsversuche wären nötig, um den Reifebereich genauer zu definieren, bei welchem die *in vivo*-Verdaulichkeit und die Futteraufnahme maximiert werden kann.

Milchlinie zur Reifeschätzung

In der Praxis stellt sich auch die Frage, wie die Reife einfach und schnell zu bestimmen ist? Diese Frage wird in der Fachliteratur meist ausgeklammert. In unseren Versuchen wird in speziellen Trock-

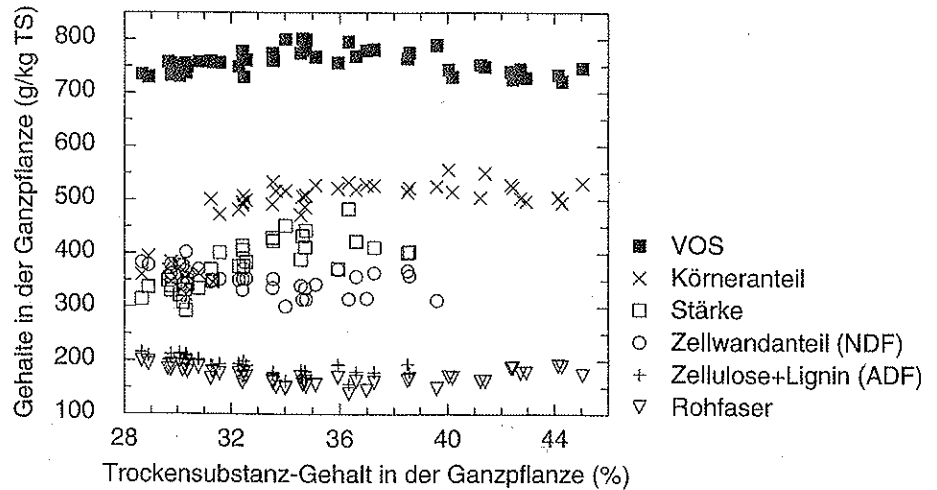


Abb. 4. Entwicklung der Verdaulichkeit und der Inhaltsstoffe in der ganzen Pflanze während des Reifevorgangs.

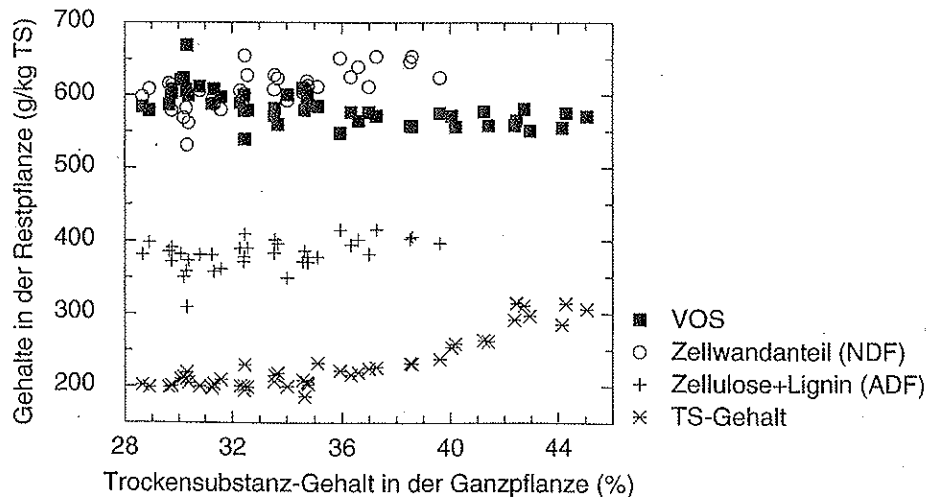


Abb. 5. Entwicklung der Verdaulichkeit und der Zellwandbestandteile in der Restpflanze (Stengel + Blätter) während des Reifevorgangs.

nungskammern Luft durch die Proben gepresst. Den Maisproduzenten fehlen solche Einrichtungen.

Die TS-Bestimmung im Backofen bei etwa 100°C kann zwar bei sorgfältiger Probenahme (ganze Pflanzen, gehäckselt, gemischt, gute Stichprobe) recht genaue Resultate ergeben, ist aber aufwendig und wird von Landwirten selten angewandt. Häufig werden einzelne Körner zerdrückt oder die Fingernägel ins Korn gestossen. Wenn nur noch wenig «Milch» im Korn ist, so dass sie nicht mehr herausspritzt, so ist die Erntereife ungefähr erreicht.

Wir fanden, dass sich die in der amerikanischen Saatgutproduktion als Reifemerkmale gebrauchte «Milchlinie» recht gut verwenden liess. Dies ist die Grenzlinie zwischen dem oberen, dunkelgelben, harten und dem unteren, hellgelben, milchigen Kornanteil. Erreicht diese Linie etwa die Kornmitte, so betrug die Ganzpflanzent-S meist 31 bis 34 %. Da die Milchlinie beim Reifen nach unten zur Kornbasis

wandert, wird der Reifeverlauf sichtbar. Manchmal ist die Linie schlecht erkennbar, lässt sich dann aber beim Brechen des Korns als Grenze fest/flüssig feststellen. Zu bedenken ist, dass Stengel und Blätter bei Siloreife etwa 20 % TS enthalten, die Kolben aber 45 bis 50 %. Deshalb sollte man bei kleinkolbigen und massenwüchsigen Sorten erst bei einem etwas reiferen Korn ernten.

Das Wichtigste in Kürze

- Die höchste Verdaulichkeit wurde im Labor bei einer Reife von etwa 33 % TS gemessen. Eine genauere Bestimmung der idealen Erntereife durch Fütterungsversuche wäre wünschenswert.
- Die Milchlinie kann den Landwirten bei der Reifeschätzung helfen.
- Sorte, Ort und Jahr bestimmen die Qualität.
- An jedem Ort ergaben sich in gewissen Jahren relativ hohe, in anderen relativ



Abb. 6. Eine Laboranalyse des Silomais ist auch für den Landwirt sinnvoll, wobei eine sorgfältige Probenahme wesentlich ist.

tiefe VOS-Gehalte. Umgekehrt war auch der Jahreseinfluss nicht an allen Orten gleich.

■ Ausser dem negativen Einfluss von starkem Trockenstress kennen wir die qualitätsbestimmenden Umweltfaktoren nicht. Höhere Niederschläge und tiefere Temperaturen in der Periode August-September verbesserten die Verdaulichkeit, aber die Datenbasis ist zu klein für gesicherte Schlüsse.

■ In unseren Versuchen ergab sich keine Beziehung zwischen VOS und Kolbenfüllung.

■ Die Sortenrangierung für Verdaulichkeit blieb in den verschiedenen Versuchen fast konstant, was die Sortenprüfung erleichtert.

■ Eine Schätzung des Energiegehalts von Silomais anhand von Sorten-Mittelwerten ist grob und berücksichtigt den Umwelteinfluss nicht. Eine Laboranalyse des Silomais ist deshalb auch in der praktischen Landwirtschaft sinnvoll. Allerdings sollte vorerst die Analyseverfahren in den Dienstleistungslabors verbessert werden, indem die Verdaulichkeit mit NIRS bestimmt und nicht aus Rohfaser und Rohprotein berechnet wird.

LITERATUR

- Daccord R., Arrigo Y. und Vogel R., 1995. Nährwert von Maissilage. *Agrarforschung* 2 (9), 397-400.
- DeBoever J.L., Cottyn B.G., Buysse F.X., Wainman F.W. and Vanacker J.M., 1986. The use of an enzymatic technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of compound feedstuffs for ruminants. *Anim. Feed Sci. a. Techn.* 14, 203-214.
- FAL und RAC, 1996. Resultate der offiziellen Sortenprüfung. Interne Versuchsberichte. Eidg. Forschungsanstalten Reckenholz und Changins.
- Herter U., Arnold A., Schubiger F. und Menzi M., 1996. Verdaulichkeit, das wichtigste Qualitätsmerkmal bei Silomais. *Agrarforschung* 3 (11-12), 535-538.
- Menzi M., Bläuer A., Collaud J.-F. und Bassetti P., 1996. Nationaler Mais-Sortenverzeichnis 1996. *Agrarforschung* 3 (3), I-VIII.
- Rouel M. und Wyss U., 1994. Aerobe Stabilität von Maissilagen. *Agrarforschung* 1 (9), 393-396.
- Sruik P.C., Deinum B., Hoefsloot J.M.P., 1985. Effects of temperature during different stages of development on growth and digestibility of forage maize. *Netherlands J. of Agric. Sci.* 33, 405-420.
- Sruik P.C., 1983. The effects of short and long shading, applied during different stages of growth, on the development, productivity and quality of forage maize. *Netherlands J. of Agric. Sci.* 31, 101-124.
- Thomet P., Dubois D., Rihs T. und Troxler J., 1986. Prüfung der Verdaulichkeitsunterschiede von fünf

ausgewählten Maissorten. *Mitt. Schweiz. Landw.* 34, 61-72.

Weissbach F., Schmidt L., Bergner E. und Zwierz P.M., 1991. Eine einfache Methode zur Schätzung der durch unverdaute Körner bei der Verfütterung von Silagen entstehenden Futterwertverluste. *Das wirtschaftseigene Futter* 37, 9-23.

Wyss U., 1995. Gärstoffverluste bei Maissilagen möglichst vermeiden. *Agrarforschung* 2 (9), 393-396.

SUMMARY

Variety, location, year and maturity determine the forage maize quality

The digestibility of forage maize is influenced significantly not only by variety, but also by location, year and maturity at harvest. Apart from a negative drought effect, we could not determine the quality affecting factors of the environment. It would in many cases be reasonable for farmers to have the digestibility of their silage maize analysed in the laboratory. However, the analysis methods in the service laboratories should be improved.

The highest digestibility was reached around 33 % dry matter. The milk line can help the farmer with the maturity estimation. Percent empty ear tip and digestibility were not correlated. The variety ranking for digestibility was about constant in different years and locations.

KEY WORDS: maize, digestibility, forage quality, energy, variety, environment, maturity, milk line, drought, NIRS, crude fiber, starch, grain, cell wall

RÉSUMÉ

Variété, lieu, année et maturité déterminent la qualité du maïs d'ensilage

La digestibilité du maïs d'ensilage n'est pas seulement influencée par la variété mais aussi par le lieu, l'année et la maturité à la récolte. En dehors de l'influence négative d'un fort stress dû à la sécheresse, nous ne connaissons pas d'autres éléments de l'environnement qui déterminent la qualité de l'ensilage. Dans beaucoup de cas, il pourrait être judicieux que les agriculteurs fassent analyser la digestibilité de leur maïs d'ensilage en laboratoire. La méthode d'analyse dans les laboratoires de service devrait être améliorée.

La digestibilité maximale mesurée en laboratoire est atteinte à une teneur en matière sèche d'environ 33 %. L'observation du grain, quand sa couleur passe du blanc au jaune (stade laiteux à pâteux), peut aider l'agriculteur à estimer la maturité de son maïs. La digestibilité et le remplissage des épis ne sont pas corrélés. Le classement des variétés selon la digestibilité demeure à peu près constant suivant les différents lieux et années.