



# Futter möglichst verlustarm konservieren

Ueli WYSS, Eidgenössische Forschungsanstalt für viehwirtschaftliche Produktion (FAG), CH-1725 Posieux

**Da in der Schweiz die Winterfütterung je nach Höhenlage 5 bis 7 Monate dauert, muss rund die Hälfte des Futters unserer Wiesen und Weiden konserviert werden. Dies geschieht entweder durch Silieren oder Trocknen. Jedes Konservierungsverfahren ist jedoch, selbst unter günstigen Ernte- und Lagerungsbedingungen, mit Mengen- und Gehaltsverlusten verbunden. Diese Verluste möglichst zu verringern und ein qualitativ hochwertiges Futter zu erhalten, bilden das Hauptziel der Futterkonservierung.**

Die bei der Futterkonservierung entstehenden Verluste, die angefangen vom Mähen bis zur Verfütterung des Futters auftreten, sind teilweise als unvermeidbar anzusehen. Sie sind je nach dem Konservierungsverfahren auf biologische, chemische oder physikalische Prozesse zurückzuführen. Der grösste Teil der Konservierungsverluste ist aber vermeidbar. Diese werden durch schlechte technische oder organisatorische Verfahrensbedingungen verursacht. Ein erster Schritt zur Verhinderung der Verluste besteht darin, die Ursachen der Verluste zu erkennen. Im folgenden sollen nun die wichtigsten Konservierungsverluste dargestellt werden.

## Feldverluste beim Silieren geringer als beim Trocknen

Bei den Verlusten auf dem Feld, den sogenannten Feldverlusten, handelt es sich im speziellen um Atmungs-, Bröckel- sowie Auswaschungsverluste. Die Atmungsverluste sind auf die Atmungsprozesse der Pflanzen, die auch nach dem Schnitt weitergehen, zurückzuführen. Erst wenn die Pflanzen einen Trockensubstanz-Gehalt von über 60 % aufweisen, wird die Atmungsaktivität eingeschränkt, beziehungsweise hört ganz auf. Da nach Honig (1982) die Atmungsintensität unmittelbar nach dem Mähen der Pflanzen besonders intensiv ist und mit zunehmender Temperatur stark ansteigt, muss das Futter möglichst schnell und intensiv (Mähauflbereiter) bearbeitet werden, um den Trocknungsverlauf zu beschleunigen und demzufolge die Verluste reduzieren zu können. Unter guten Trocknungsbedingungen betragen die Atmungsverluste

den auch wertvolle Nährstoffe. Bei klee- und leguminosenreichen Beständen fallen diese Verluste stärker ins Gewicht im Vergleich mit gräserreichen Beständen (Höhn 1989; Vogel 1989).

Die Bröckelverluste sind stark abhängig von der Anzahl der Bearbeitungsgänge



**Abb. 1.** Durch das Anwelken des Futters beim Silieren können die Konservierungsverluste reduziert werden.

nach einer Zusammenstellung von Höhn (1986) zwischen 3 und 4 %, bei ungünstigen Bedingungen können diese jedoch bis 10 % bezogen auf die Trockensubstanz (TS) ausmachen.

Bröckelverluste, die auch als mechanische Verluste bezeichnet werden, können schon beim Mähen durch eine schlechte Einstellung der Schnitthöhe oder ein zu aggressives Aufbereiten des Futters entstehen. Zudem bröckeln beim Bearbeiten und Einführen des Futters vor allem die rasch trocknenden Blätter ab. Da die Blätter im Vergleich mit den Stengeln nährstoffreicher sind, gehen mit den Blättern nicht nur Trockensubstanz verloren, son-

und vom TS-Gehalt des Futters. Um die Bröckelverluste zu reduzieren, sollte deshalb vor allem das feuchte Futter häufig bearbeitet werden, hingegen ist das relativ trockene Futter nur noch wenig und möglichst schonend zu bearbeiten. Ein grosser Vorteil bei den Heubelüftungsanlagen im Vergleich zur Bodentrocknung besteht in der Verminderung der Bröckelverluste, da bei diesem Verfahren die Feldtrocknungsdauer verkürzt werden kann.

Die grössten Verluste, die das Futter auf dem Feld erfahren kann, entstehen bei Regen durch die Auswaschung von Nähr- und Mineralstoffen. Diese sind umso höher, je trockener das Futter ist. Dabei spielt

aber auch die Regenmenge eine entscheidende Rolle; so ist ein kurzes heftiges Gewitter zweifellos harmloser als ein tagelanger Landregen. Nach einer Schätzung von Cabon (1983) steigen die Auswaschungsverluste bei einem 20–40%igen TS-Gehalt von 2 auf 4 % TS pro Tag im TS-Bereich von über 60 % an. Mit der Auswaschung verbunden ist auch ein Verlust der Farbe, und was weit schlimmer ist, bei einer langen Feldperiode können sich Schimmelpilze gut entwickeln. Dies führt dazu, dass verregnetes Futter oft muffig riecht und ungen von den Tieren gefressen wird.

Dass die Feldverluste insgesamt umso höher ausfallen, je länger das Futter auf dem Feld liegen bleibt und zudem durch unterschiedliche Witterungsbedingungen stark variieren können, ist nach Honig (1976) in Abbildung 2 dargestellt. Auch ist aus dieser Abbildung ersichtlich, dass durch den unterschiedlichen Trocknungsgrad des Futters beim Einführen die Feldverluste bei gleichen Witterungsbedingungen einerseits beim Silieren in der Regel tiefer ausfallen als beim Trocknen und andererseits beim Belüftungshen geringer sind als beim Bodenheu. Zudem muss beim Trocknen beachtet werden, dass das Wetterrisiko im Vergleich zum Silieren wesentlich höher ist und demzufolge die Feldverluste unter Umständen auch stark zunehmen können.

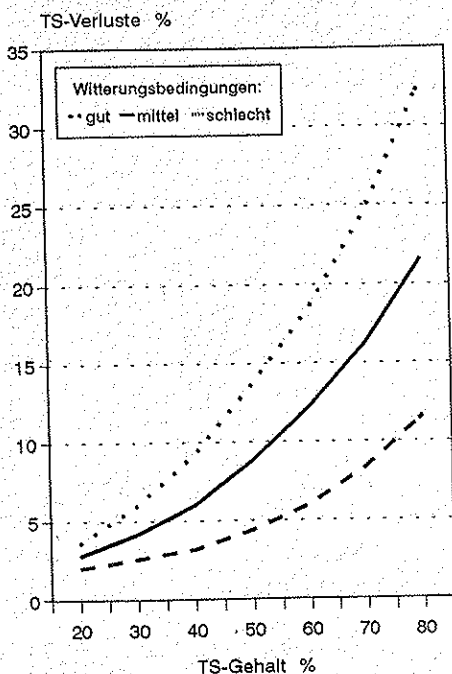


Abb. 2. Feldverluste in Abhängigkeit des Trockensubstanz(TS)-Gehaltes beim Einlagern des Futters und bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen (Honig 1976).

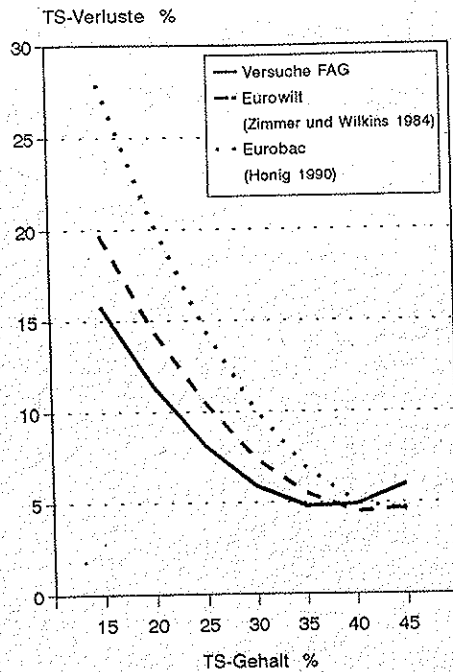


Abb. 3. Die TS-Verluste im Silo werden stark beeinflusst durch den TS-Gehalt.

### Verluste im Silo abhängig vom TS-Gehalt

Die Verluste im Silo entstehen durch die Restatmung, die Gärtsaftbildung und die Gärung. Nach Zimmer (1986) betragen die TS-Verluste bei der Restatmung im Silo 1 bis 2 %. Dies jedoch nur unter der Bedingung, dass der Luftsauerstoff sofort und nachhaltig ausgeschaltet wird, andernfalls können sich die Gärtschädlinge gut entwickeln, und es kommt zu einem starken Nährstoffabbau und dementsprechend hohen Verlusten.

Die Hauptverlustquelle beim Silieren sind die reinen Gärverluste, die durch die Tätigkeit der Mikroorganismen verursacht werden sowie die Gärtsaftverluste. Je nach dem Gärverlauf können die Verluste ganz unterschiedlich ausfallen. So sind nach McDonald *et al.* (1991) bei einer homofermentativen Milchsäuregärung die TS- und auch Energieverluste wesentlich geringer als bei einer heterofermentativen Gärung, wo neben Milchsäure auch Essigsäure und Ethanol gebildet werden, oder noch höher bei einer Alkohol- beziehungsweise Buttersäuregärung. Zudem gilt zu beachten, dass bei einer Milchsäuregärung in erster Linie die leicht löslichen Kohlenhydrate in Mitleidenschaft gezogen werden und das Protein nur geringfügig betroffen ist. Hingegen greifen die Buttersäurebakterien das Protein direkt an und bauen dieses zu Aminen und Ammoniak ab.

Wie hoch die Verluste im Silo insgesamt sein können, ist aus Abbildung 3 anhand von verschiedenen Versuchsergebnissen ersichtlich. Dass bei tiefen TS-Gehalten des Einfüllmaterials höhere Verluste auftreten als bei angewelktem Futter, ist einerseits auf die unterschiedliche Intensität der Gärung und andererseits insbesondere auf die Gärtsaftbildung zurückzuführen. Erst bei einem Anwelkgrad von über 30 % TS treten in der Regel keine Gärtsaftverluste mehr auf.

Eine Möglichkeit zur Reduktion der Gärverluste besteht durch den Einsatz von Siliermitteln. Dass dadurch die Gärgasverluste insbesondere bei nassem Ausgangsmaterial verringert werden können, ist aus Abbildung 5 ersichtlich. Bei diesen Werten handelt es sich um Durchschnittswerte, die im Rahmen der Siliermittelpfprüfung in Laborsilos bei einer Luzerne-Knaulgras-Mischung an der FAG in den

Abb. 4. Je trockener das Futter ist, desto empfindlicher ist es auf mechanische Bearbeitung und dementsprechend höher fallen die Bröckelverluste aus.



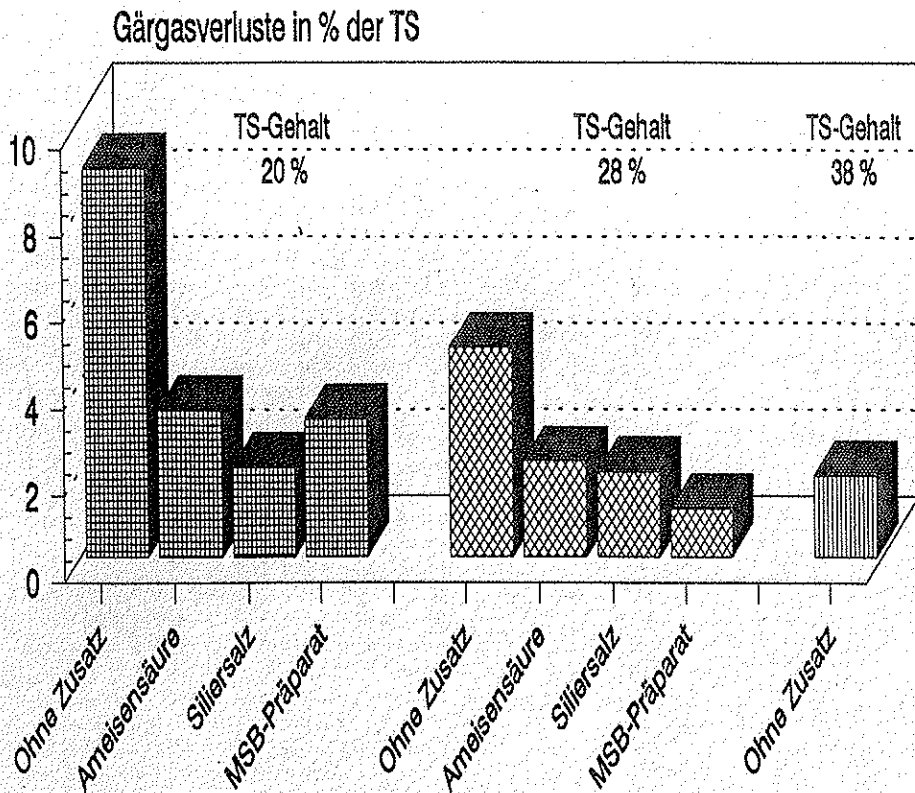


Abb. 5. Einfluss von verschiedenen Siliermitteln (Ameisensäure, Siliersalz und Milchsäurebakterien-Impfzusatz) und des Anwelkgrades auf die Gärgasverluste.

letzten sieben Jahren erhoben wurden. Im weiteren geht aus dieser Abbildung klar hervor, dass durch das Anwelken des Futters auch die Verluste reduziert werden können, bedingt durch die Verbesserung der Gärqualität der Silagen. Aus ökonomischer Sicht rechtfertigt sich der Siliermitteleinsatz nach Raue (1994) zur Verlustreduzierung als alleinige Wirkung jedoch nur in Ausnahmefällen.

Bei der Silagebereitung können zusätzlich noch Verluste während der Entnahme, verursacht durch Nachgärungen, auftreten. Dabei sind insbesondere die guten Silagen stärker betroffen als die schlechten. Zur Verhinderung der Nachgärungen stellen die Silogrösse, angepasst an den Tierbestand, und eine genügend grosse tägliche Entnahmemenge wichtige Faktoren dar.

### Auch auf dem Heustock gibt es Verluste

In Abhängigkeit des TS-Gehaltes, der Pflanzenart, dem Pflanzenalter, der Trocknungsgeschwindigkeit und der Lagerungsdichte vollziehen sich unmittelbar nach dem Einführen des Dürrfutters Gärprozesse mit unterschiedlicher Intensität und dementsprechend unterschiedlichen Verlusten. Diese Prozesse werden ausgelöst durch pflanzeigene Enzyme sowie durch Mikroorganismen, wobei eine Erwärmung des Futters stattfindet. Nach dem Grad der Erwärmung kann zwischen einer Normalgärung (< 45 °C), einer Übergärung (45 - 60 °C) oder einer Überhitzung (> 60 °C) unterschieden werden (Opitz von Boberfeld 1994).

Wenn das Futter beim Einführen genügend trocken ist (TS-Gehalt über 85 %), findet nur eine minimale Erwärmung statt und die TS-Verluste sind in der Regel geringer als 2 % (Rees 1982). Zwischen dem TS-Gehalt des Futters beim Einführen und den TS-Verlusten besteht ein enger Zusammenhang; dieser ist anhand einer Zusammenstellung verschiedener Versuchsergebnisse von Zwaenepoel *et al.* (1987) aus Abbildung 6 ersichtlich. Zudem gilt zu beachten, dass feuchtes Dürrfutter (TS-Gehalt 60 bis 80 %) nicht lagerstabil ist und es zu einer starken Verschimmelung kommt; zusätzlich besteht die Gefahr einer Überhitzung, und im schlimmsten Fall kann sich das Futter bis zur Selbstentzündung erhitzen. Feucht eingeführtes Dürrfutter muss deshalb belüftet werden. Durch die Belüftung des



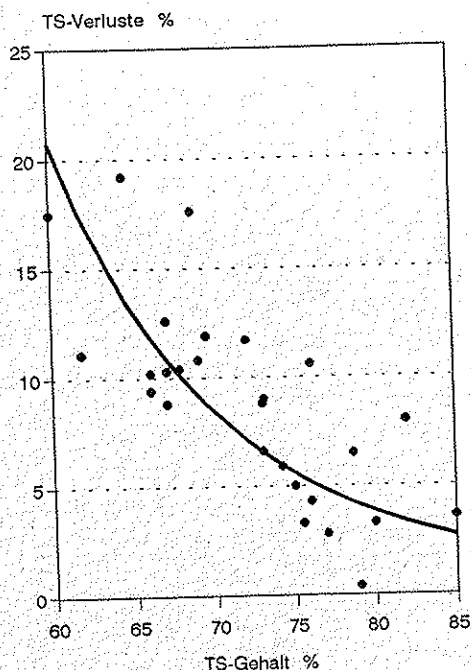


Abb. 6. Einfluss des TS-Gehaltes auf die TS-Verluste während der Lagerung von unbelüftetem Dürrfutter (Zwaanepoel et al. 1987).

Dürrfutters können auch die Verluste drastisch reduziert werden, wobei diese einerseits vom TS-Gehalt des Futters beim Einführen und andererseits insbesondere von der Belüftungsart (Kalt- oder Warmbelüftung) beziehungsweise der Belüftungsdauer abhängig sind.

### Gesamtverluste können stark variieren

Entscheidend für die Wahl eines Konservierungsverfahrens ist unter anderem auch die Höhe der gesamten Konservierungsverluste. Wie bereits oben erwähnt wurde, sind die Verluste auf dem Feld, aber auch im Silo beziehungsweise im Heustock von vielen Faktoren abhängig und können dementsprechend sehr stark variieren. In der Tabelle 1 sind für verschiedene Konservierungsverfahren

mögliche Bereiche für die totalen Konservierungsverluste angegeben.

### LITERATUR

Cabon G., 1983. Les pertes de matière sèche au cours de la récolte et de la conservation des fourrages. Recueil des communications du Forum des Fourrages Bovins Viande. Châteauroux, 163-167.

Höhn E., 1986. Feldverluste bei der Futterernte. *FAT-Bericht* 285.

Höhn E., 1989. Feldverluste bei der Futterernte - Schicksal oder Nachlässigkeit? *Landwirtschaft Schweiz* 2 (5), 281-283.

Hönig H., 1976. Schätzung der Verluste an Trockensubstanz und Energie bei verschiedenen Konservierungsverfahren. KTBL Kalkulationsunterlagen, Manuskriptdruck.

Hönig H., 1982. Feldverluste bei der Futterkonservierung. *KTBL-Schrift* 247, 39-44.

Hönig H., 1990. Silage quality and losses. Farm scale silage experiments. Proceedings of the Eurobac Conference, Uppsala, 60-64.

McDonald P., Henderson A.R. and Heron S.J.E., 1991. The biochemistry of silage. 2nd ed. Publ. Chalcombe, Marlow, Bucks. 340 S.

Opitz von Boberfeld W., 1994. Grünlandlehre. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart. 336 S.

Raue F., 1994. Lohnt der Einsatz von Siliermitteln? *Milchpraxis* 32 (1), 20-26.

Rees D.V.H., 1982. A discussion of sources of dry matter loss during the process of haymaking. *J. Agric. Eng. Res.* 27, 469-479.

Vogel R., 1989. Verhalten des Löwenzahns bei der Dürrfütterbereitung. *Landwirtschaft Schweiz* 2 (12), 703-708.

Zimmer E. and Wilkins R.J., 1984. Efficiency of silage systems: a comparison between unwilted and wilted silages. *Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft* 69, 88 S.

Zimmer E., 1986. Verfahrenstechniken zur Verminderung von Ernte- und Konservierungsverlusten bei der Futterernte. *Landtechnik von morgen* 25, 25-34.

Zwaanepoel P., Dulphy J.P., Pelhate J. et Breton A., 1987. La conservation des foins humides. In: C. Demarquilly Ed., Les fourrages secs: récolte, traitement, utilisation. INRA Paris, 83-101.

### RÉSUMÉ

#### Conservation des fourrages: limiter les pertes

Les pertes, de nature quantitative et qualitative, jouent un rôle important lors de la conservation des fourrages. On distingue d'abord entre les pertes au champ et les pertes de conservation proprement dites, en silo ou au tas de foin. Les pertes au champ, occasionnées par la respiration, l'émiettement et le lessivage éventuel du fourrage sont avant tout dépendantes du type de conservation, du degré de dessiccation, des conditions météorologiques et du type de fourrage. Dans le silo, les pertes proviennent de la respiration des cellules végétales, de l'écoulement de jus et du processus de la fermentation. Ces pertes sont nettement plus importantes pour un ensilage très humide que pour un fourrage préfané. Des pertes ont également lieu dans le tas de foin; elles dépendent avant tout de la teneur en MS du fourrage et du mode de ventilation. Dans leur totalité, les pertes sont généralement les plus faibles dans le cas de l'ensilage en préfané, suivi du séchage en grange, des ensilages très humides et du fourrage séché au sol.

### SUMMARY

#### Forage conservation with the least possible losses

Conservation losses in fodder, which occur on the field and in the silo or in the barn are very important. The field losses, i.e. the total of respiration, mechanical and leaching losses depend on the conservation system, the dry matter content, the weather conditions as well as on the plant species. The in-silo losses are the result of the respiration, the fermentation and the effluent production. These losses are more important in direct cut silage than in pre-wilted silage.

Also in haymaking there are losses in the barn, which depend very much on the dry matter content and the drying system.

The conservation losses are usually smaller in pre-wilted silage than in barn dried hay, in direct cut silage and in field dried hay.

**KEY WORDS:** Fodder conservation, silage, hay, field losses, in-silo losses, fermentation losses.

Tab. 1. Trockensubstanz(TS)-Verluste bei der Futterkonservierung (Richtzahlen)

Verfahren	Bedingungen	TS-Verluste %
Nassilage	< 20 % TS	20 - 30
Anwelksilage	30 % TS	10 - 20
Belüftungsheu	kalt belüftet	15 - 20
	warm belüftet	10 - 15
Bodenheu	gutes Wetter	10 - 25
	schlechtes Wetter	> 25