

35 Jahre Gumpensteiner Silierversuche

R. RESCH

1. Einleitung und Problemstellung

In den Fünfziger- und Anfang der Sechziger-Jahre des vorigen Jahrhunderts war die Landwirtschaft in Österreich stark gefordert, die Produktion anzukurbeln, um die Ernährung der Bevölkerung sicherzustellen. In vielen Bereichen der landwirtschaftlichen Produktion, wie etwa in der Düngung, Fütterung oder Tierzucht wurden Verbesserungen vorgenommen und neue Erkenntnisse in der Praxis umgesetzt. Auch in der Futtermittelkonservierung kam es zu neuen Entwicklungen, die in den nachfolgenden Jahrzehnten das traditionelle Bild der Futterernte nachhaltig verändern sollten.

1.1 Entwicklung der Grundfutterkonservierung in der österreichischen Landwirtschaft

Betrachtet man den Zeitraum der Jahre 1970 bis 2000 (SCHECHTNER, 1987; BUCHGRABER, 1996, 1999) im Hinblick auf die Futtermittelkonservierung von Grünlandfutter und Silomais in Österreich (siehe *Abbildung 1*) so kann eine stetige Erhöhung der Menge von Grassilage (0,6 auf 3,4 Mio. Tonnen Trockenmasse) fest-

gestellt werden. Die Heuproduktion, welche 1970 mengenmäßig noch etwa $\frac{3}{4}$ der Konserven ausmachte, schrumpfte bis zum Jahr 2000 beinahe auf einen Anteil von $\frac{1}{3}$.

1.2 Forschungsaktivitäten im Bereich der Futtermittelkonservierung

Das landwirtschaftliche Versuchs- und Forschungswesen in Österreich wurde ab den 50-er Jahren stärker dotiert, um die zahlreichen Fragen der Produktionstechnik durch praxisorientierte Forschung zu bearbeiten und die Landwirte mit fundierten Ergebnissen zu unterstützen. Die Technik der Silierung war damals für die Bauern absolutes Neuland, deswegen wurde von Seiten der Landwirtschaftskammern eine Intensivierung der Forschungstätigkeit gefordert, um damit auch eine Grundlage für eine optimale Beratung der Betriebe zu gewährleisten.

An der Bundesanstalt Gumpenstein wurde dazu im Jahr 1962 vom damaligen Leiter der Abteilung Grünland, HR Ao.Univ.-Prof. Dr. Giselher SCHECHTNER eine eigene Siloversuchsanlage eingerichtet, um aktuelle Fragen der Gärfutterbereitung unter möglichst praxisnahen Verhältnissen prüfen zu können. Mit Hilfe dieser

Versuchsanlage sollten die in der Praxis vorkommenden, sehr unterschiedlichen Bedingungen seitens des zu konservierenden Grundfutters sowie der vorherrschenden, vielfach schwierigen Witterungs- und Silierbedingungen untersucht und bearbeitet werden.

2. Material und Methodik

2.1 Gumpensteiner Versuchssiloanlage

Die Anlage umfasst insgesamt 24 zylindrische Behälter á 250 l nutzbaren Siloraum.

Im Sonderdruck "Die Gumpensteiner Siloversuchsanlage" nach SCHECHTNER und ZEILMAYER (1972) wird beschrieben, dass das Volumen der Versuchssilos deswegen so groß bemessen wurde, da bei Kleinbehältern die Gefahr besteht, dass das heterogene Futter der alpenländischen Dauerwiesen nur unvollkommen praxisnah in den Behältern siliert und vergoren werden kann. Ein weiterer Grund ist auch die Konservierung von langem, ungehäckseltem Grünfutter, welche in Kleinbehältern nur sehr unbefriedigend durchgeführt werden kann.

2.1.1 Siloaufbau

Die Innenschicht der Versuchssilos besteht aus säurefestem Hart-PVC, in der Mittelschicht befindet sich ein 2 cm starker Isolierkern aus TD-Schaumstoff (dessen Isolierfähigkeit entspricht einer 40 bis 50 cm dicken Ziegelmauer) und die Außenschicht besteht aus glasfaserarmiertem Polyester. Auf die gute Wärmeisolierung wurde besonders geachtet, weil nach WIERINGA (1960, 1961) selbst 1 m^3 große Betonbehälter den Nachteil haben, zuviel Wärme in zu kurzer Zeit an die Umgebung zu verlieren und somit die Entwicklung der Mikroorganismen negativ beeinflusst wird. Die gewählte Kunststoff-Verbundbauweise in Verbindung mit Stahlarmierungen im Silomantel hält einem Druck von $0,25\text{ kg/cm}^2$ ($= 2500\text{ kg/m}^2$) ohne Probleme stand.

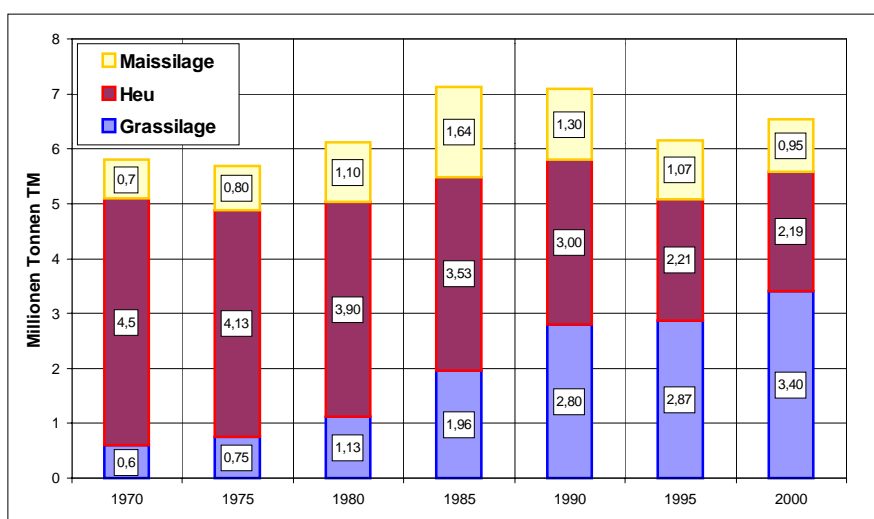


Abbildung 1: Entwicklung der Konservierung von Grundfutter in Österreich von 1970 bis 2000

Autor: Ing. Reinhard RESCH, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A-8952 IRDNING

2.1.2 Siloverschluss

Der Siloverschluss erfolgt mit einem dreischichtigen Flanschdeckel, welcher innen und außen aus Hart-PVC besteht, der Kern enthält wiederum eine TD-Schaumstoff-Isolierung. An den 16 Verschraubungsstellen sind die Ober- und Unterschicht des Flanschdeckels durch PVC-Kerne verbunden. Die Schrauben selbst bestehen aus cadmiumlegiertem Eisen und sind mit der Auflagefläche des Flanschdeckels fest verschweißt. Die Abdichtung des Flanschdeckels erfolgt durch einen 0,5 cm starken, breiten Dichtungsring aus Weich-PVC (Mipulam).

2.1.3 Pressvorrichtung

Eine spezielle Pressvorrichtung, bestehend aus einem Hebelsystem, einem Presskolben und einem Pressdeckel, ermöglicht es, einen variablen Druck von 500–2500 kg/m² auf die Silo-Oberfläche auszuüben. Die Hebelübersetzung beträgt 1:5, ein aufgelegtes Gewicht von 25 kg entspricht 500 kg Pressdruck je m² Oberfläche.

Der Siloboden ist zur Erleichterung des Sickersaftabflusses leicht bombiert und wird von einem vielfach durchlöcherten

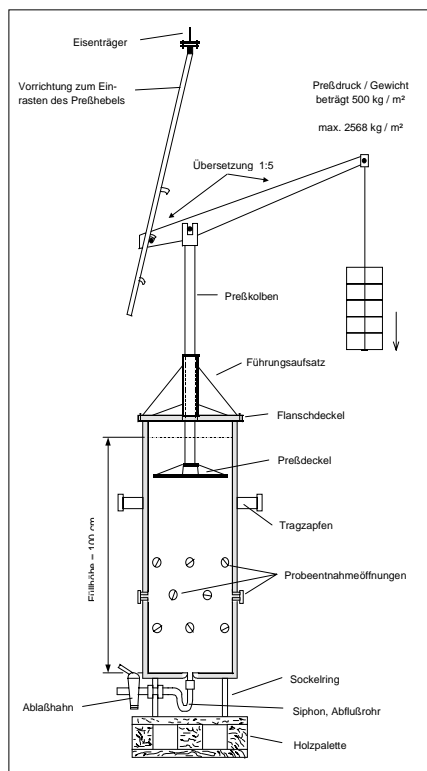


Abbildung 2: Schematische Darstellung eines Versuchssilos an der BAL Gumpenstein

Polypropylenrost, der an die Bodenwölbung angepasst ist, bedeckt. An der Unterseite des Bodens befindet sich ein Siphon mit einem Sickersaftabflussrohr, an dessen Ende ein Ablasshahn aus PVC angebracht ist.

2.1.4 Probeentnahmestellen

Jeder einzelne Versuchssilo besitzt 18 Probeentnahmeöffnungen, die am unteren Teil des Silomantels in drei Höhenkreisen angeordnet sind. Der unterste Kreis der Probeentnahmestellen ist 20 cm vom Siloboden entfernt, die beiden weiteren Kreise folgen in einem Abstand von je 12,5 cm. Eine solche Schraubfistel besteht aus einem in den Silomantel eingesetzten, über den Silomantel hinausragenden PVC-Kern, mit einer 15 mm Bohrung zur Entnahme der Futterproben. Am Außenteil dieses PVC-Kernes befindet sich ein Schraubgewinde, zur Aufnahme einer Kunststoff-Flügelmutter mit Weich-PVC-Dichtung zum Verschluss der Öffnung.

2.2 Untersuchungsmaterialien

2.2.1 Übersicht der an der BAL Gumpenstein geprüften Futtermittel sowie der bearbeiteten Fragestellungen

In Gumpenstein wurden seit 1965 insgesamt 906 Silagen in der anstaltseigenen Versuchssiloanlage untersucht. Davon stammte der überwiegende Teil (90,5 %) aus Dauerwiesenfutter, der Feldfutteranteil lag bei 5,3 %. Zu einem geringen Anteil wurden auch Maissilagen (2,2 %), Biertreber (1,7 %) und Raps (0,3 %) geteetet.

Von 1965 bis 1980 wurden vorwiegend Untersuchungen zur Nasssilierung von unterschiedlichem Dauerwiesenfutter durchgeführt. Neben Fragen der Verdichtung wurden ab dem ersten Versuch auch unterschiedlichste Silierhilfsmittel auf deren Wirksamkeit auf den Gär- und Silierverlauf geprüft. Ab 1980 verlagerte sich dann die Hauptfragestellung in Richtung des Einflusses der Anwelkung von Siliergut sowie auf die Siliermittelprüfung.

Mit dem "Silageprojekt – Steirisches Ennstal" (BAL-Veröffentlichung Heft 20, 1993) wurden in einer sehr praxisorientierten Weise aktuelle Fragen in der Silagebereitung bearbeitet. Seit dieser Zeit

besteht auch eine sehr intensive Zusammenarbeit mit der Abteilung Bakteriologie/Mykologie des Bundesamtes für Agrarbiologie in Linz, wodurch auch mikrobiologische Fragestellungen optimal bearbeitet werden konnten. Der Schwerpunkt lag bis 1996 in der Siliermittelprüfung bei unterschiedlichen Anwelkgraden, wobei besonders den hohen Anwelkbereichen (über 450 g TM/kg Frischmasse) verstärktes Augenmerk geschenkt wurde. Spezielle Fragen wie etwa der Einfluss von unterschiedlichen Verschmutzungsgraden auf die Vergärung und Silagequalität wurden ebenso bearbeitet wie die Silierung von verkrautetem Futter, das vor der Silierung mit verschiedenen Herbiziden behandelt worden war. Untersucht wurde auch die Silierung von zu spät genutztem Futter im Vergleich zu Futter, das in der Qualitätsreife geerntet worden war (BUCHGRABER, RESCH und ADLER, 1996; BUCHGRABER und RESCH, 1999).

In weiteren Projekten wurde unter anderem der Einfluss unterschiedlicher Partikellänge, der Einsatz von Mähaufbereitern und unterschiedlicher Ernteverfahren sowie die Kontamination mit Clostridien und Listerien behandelt.

Aktuell wird in der kommenden Vegetationsperiode der Fragenbereich der Vorrats-TMR (Total-Misch-Ration) behandelt werden. Praxisbetriebe, für die sich aufgrund der Betriebsgröße die Anschaffung eines eigenen Futtermischwagens rechnet, mischen bereits fertig vergorene Grassilage und/oder Maissilage mit Kraftfutter und anderen Futterkomponenten und konservieren diese Mischung nochmals in Form einer Silage. In einem eigenen Projekt werden die Auswirkungen dieser neu praktizierten Technik auf die Gäreigenschaften, die Silagequalität sowie die mikrobiologische Situation untersucht, um mögliche Probleme und Risiken für die Praxis rechtzeitig zu erkennen.

2.2.2 Botanische Zusammensetzung des untersuchten Dauerwiesenfutters

Im Gegensatz zum raygrasbetonten, artenarmen Niederungsgrünland (< 25 Arten) der europäischen Gunstlagen weist der Pflanzenbestand (MAB-Forschungsbericht zu Projekt 6/21, 2000) eine große Anzahl an Gefäßpflanzen (Ø 40 Arten –

Tabelle 1: Artenanzahl in Dauerwiesenfutter (MAB-Forschungsbericht zu Projekt 6/21, 2000)

Artengruppen	2 Schnitte / Jahr		3 Schnitte / Jahr		4 Schnitte / Jahr	
	Ø	Gesamt	Ø	Gesamt	Ø	Gesamt
Gräser	11	118	10	111	9	60
Leguminosen	4	26	3	27	2	15
Kräuter	25	420	21	395	17	196
Artenanzahl	40	564	34	533	28	271

Tabelle 2: Artengruppenanteile von Dauerwiesenfutter mit unterschiedlicher Nutzungshäufigkeit (MAB-Forschungsbericht zu Projekt 6/21, 2000)

Nutzungen / Jahr	2 Schnitte / Jahr	3 Schnitte / Jahr	4 Schnitte / Jahr
Gräser	48 %	52 %	62 %
Leguminosen	16 %	18 %	21 %
Kräuter	36 %	30 %	17 %
Summe	100 %	100 %	100 %

12 Gräser, 4 Leguminosen und 25 Kräuter) mit einer mittleren Zusammensetzung von 50 % Futtergräsern, 17 % Leguminosen und 33 % Kräutern auf.

Durch die massive Erhöhung des Silageanteiles in der Futterkonservierung nach 1985 und die leistungsbewusstere Fütterung ergab sich in den letzten zwei Jahrzehnten für die Bauern die Konsequenz, die Futterbestände früher und öfter zu ernten, um die daraus resultierenden positiven Effekte zu nutzen.

2.2.3 Chemische Zusammensetzung des untersuchten Dauerwiesenfutters

Die Dauerwiesen-Mischbestände des 1. Aufwuchses weisen im Vergleich zu Werten der ÖAG-Futterwerttabelle (BUCHGRABER, K. et.al, 1998) und der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (7. Auflage, 1997) relativ niedrige Rohproteingehalte (120 bis 150 g/kg TM) auf.

Die Erntezeitpunkte für die Durchführung der Gumpensteiner Silierversuche wurden praxiskonform gewählt, sodass im Durchschnitt relativ hohe Rohfasergehalte (~ 269 g/kg TM), verbunden mit einer mittleren Futterqualität (dOM von ~ 68 %, NEL von ~ 5,67 MJ/kg TM) zu verzeichnen waren.

Vergleicht man die Inhaltsstoffe und Futterqualität der Folgeaufwüchse von Grünfutter der Gumpensteiner Silierversuche und jenen der ÖAG-Futterwerttabelle, so sind die Verhältnisse bei allen Parametern in *Tabelle 3* gut vergleichbar.

Die Werte aus der DLG-Futterwerttabelle zeigen, dass z.B. im Rohprotein der erste Aufwuchs um ca. 20 g höhere Gehalte aufwies wie in den Silierversuchen bzw. in der ÖAG-Futterwerttabelle.

Speziell die Verdaulichkeit der organischen Masse in % und die Nettoenergie-Laktation ist bei deutschen Grünlandbe-

ständen in allen Aufwüchsen gegenüber österreichischen Verhältnissen wesentlich günstiger (siehe *Tabelle 3*).

2.2.4 Siliereigenschaften des eingesetzten Dauerwiesenfutters

Drei Faktoren sind im Wesentlichen für die Silierfähigkeit von Grünlandfutter von entscheidender Bedeutung, nämlich der Zuckergehalt, die Pufferkapazität und der Trockenmassegehalt (=Anwelkgrad). Der Zucker stellt die unmittelbare Nahrungsgrundlage für die erwünschten Milchsäurebakterien dar. Die Silierbarkeit des Futters nimmt mit sinkendem Zuckergehalt ab, d.h. ein hoher Zuckergehalt von ~200 g/kg TM (Silomais) entspricht leicht silierbarem Futter, während ein sehr niedriger Zuckergehalt um 50 g/kg TM (Luzerne) einer sehr schweren Silierbarkeit bedeutet.

Die biologisch bedingte Absäuerung des Grünfutters wird auch durch den Gehalt an basisch wirksamen Bestandteilen im Futter beeinflusst, die mit der sogenannten Pufferkapazität beschrieben werden kann. Nach WEIßBACH (1977) definiert die Pufferkapazität jene Menge an Milchsäure (in g), die benötigt wird, um in 1 kg Trockenmasse den pH-Wert auf 4,0 Einheiten abzusenken. Beide Faktoren können in Form des Zucker/Pufferkapazität-Quotienten berücksichtigt werden, um die Vergärbarkeit des Futters richtig einschätzen zu können.

Die Abhängigkeit des Konservierungserfolges erklärt Weißbach durch die Beziehung zwischen Mindesttrockenmassegehalt und Z/PK-Quotienten, d.h. Grünfutter mit einem bestimmten Zuckergehalt und einer bestimmten Pufferkapazität bedarf eines Mindesttrockenmassegehaltes, um einen erfolgreichen Gärungsverlauf zu gewährleisten.

Tabelle 3: Inhaltsstoffe und Futterqualität des in Gumpenstein silierten Futters im Vergleich zur ÖAG- und DLG-Futterwerttabelle für Wiederkäuer

Schnitte/Jahr	Aufwuchs	XP g/kg TM			XF g/kg TM			XA g/kg TM			dOM %			NEL MJ/kg TM		
		Sil-Vers	ÖAG	DLG	Sil-Vers	ÖAG	DLG	Sil-Vers	ÖAG	DLG	Sil-Vers	ÖAG	DLG	Sil-Vers	ÖAG	DLG
2	1	119	127	152	277	257	247	80	89	89	66	71	74	5,38	5,74	6,27
3	1	128	154	172	271	225	229	81	106	90	68	74	77	5,68	6,12	6,50
4	1	150	184	207	259	229	231	95	117	97	72	75	77	5,97	6,06	6,58
2	2	160	163	166	224	225	247	103	109	100	68	74	72	5,55	5,54	5,95
3	Ø aus 2 und 3	160	163	185	225	225	225	107	109	105	70	69	75	5,56	5,54	6,25
4	Ø aus 2 bis 4	177	203	213	226	227	229	116	124	103	69	68	73	5,60	5,45	6,09

XP - Rohprotein, XF - Rohfaser, XA - Rohasche, dOM - Verdaulichkeit der organischen Masse, NEL - Nettoenergie-Laktation

Sil-Vers - Ø Gumpensteiner Silierversuche; ÖAG - Futterwerttabelle für das Grundfutter im Alpenraum, 1998; DLG - Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 7. Auflage, 1997

Tabelle 4: Übersicht der Siliermittelprüfung an der BAL Gumpenstein von 1965 bis 2000

Wirkungsgruppe	Silierhilfsmittel-Name	Anzahl der Silierprüfungen Trockenmasse in g/kg Frischmasse			Silier- prüfungen Gesamt
		< 250 g	250-400 g	> 400 g	
Säuren	Add-F	4	1	-	5
	Ameisensäure	20	10	1	31
	Luprosil	2	-	-	2
	Propcorn	4	5	-	9
	Propionsäure	3	3	-	6
	Sorbinsäure	2	-	-	2
Streusalze	Agrosil	4	-	-	4
	Amasil	6	1	-	7
	Amasil N	8	-	-	8
	Amasil P	2	-	-	2
	Enсила	2	-	-	2
	Farmos	5	3	-	8
	Gärgrün	6	-	-	6
	Klino Acid	-	1	-	1
	Kofasil plus	30	10	-	40
	Kofasil S	4	-	-	4
	Mais Kofasil	2	-	-	2
	Sila Sil	5	7	1	13
	Silo Master	2	-	-	2
	Silofertil	5	3	-	8
	Silokraft Vitan	5	-	-	5
Silosol	22	5	-	27	
Bakterien	Amasil Bac	-	1	-	1
	Biomax SI	5	5	-	10
	Bonsilage	2	1	-	3
	Bonsilage 50	3	5	1	9
	Bonsilage extra	1	1	1	3
	Cernitin	1	1	-	2
	Kofasil lac	1	1	1	3
	Medipharm	1	1	-	2
	Mikrosil	3	5	-	8
	Pioneer	10	6	-	16
	Sil Add flüssig	1	-	1	2
	Sil Add streufähig	1	-	1	2
	Sila Bac	3	3	1	7
	Silomil	2	-	-	2
	Silomolk	15	3	-	18
	Sizuba	-	1	-	1
Enzyme	Silo Guard II	3	5	-	8
	Testprodukt 1	1	-	1	2
	Testprodukt 2	1	-	1	2
	Testprodukt 3	1	-	1	2
Zuckerhältige	Grillosil	6	-	-	6
	Malz + Gerste	1	-	-	1
	Melasse	7	1	-	8
	Testprodukt 4	1	3	-	4
	Zucker	13	10	-	23
Zuckerrübe	2	-	-	2	
Sonstige	Biomax + ADD-F	1	-	1	2
	Melasse + Bakterien	2	1	-	3
	Silo Ramikal	5	-	-	5
	Silo Vitan G	2	-	-	2
	Terrasan	2	-	-	2
	Testprodukt 5	1	1	1	3
	Testprodukt 6	1	1	1	3
Zucker + Bakterien	1	-	-	1	

Die Gesamtzuckerhalte der in Gumpenstein geprüften Dauerwiesen-Mischbestände schwankten beträchtlich (70-180 g/kg TM), wobei das Futter des 1. Aufwuchses im Durchschnitt höhere Zuckerwerte aufwies als das Futter der Folgeaufwüchse. Die Rohproteingehalte lagen

zwischen 90 g und 190 g/kg TM. Das in Gumpenstein eingesetzte Dauerwiesenfutter stammte fallweise auch von Flächen mit starkem Wühlmaus- und Maulwurfbesatz, woraus sich mitunter hohe Futtermittelverschmutzungsgrade mit Rohaschegehalten von mehr als 150 g/kg TM

ergaben. Diese Futtermittelverschmutzung sorgte, bedingt durch eine damit verbundene hohe Clostridiensporen-Kontamination, speziell bei Nasssilagen für massive Buttersäuregärungen.

2.3 Durchgeführte Untersuchungen

In den Gumpensteiner Silierprüfungen werden sowohl das Ausgangsmaterial als auch die fertig vergorenen Silagen auf den Gehalt an Rohnährstoffen (Weender Analyse), Verdaulichkeit der OM, Nettoenergie-Laktation sowie pH-Wert, Zuckergehalt, Pufferkapazität und Ammoniak-Stickstoff untersucht.

Von der fertigen Silage wird gaschromatographisch die mengenmäßige Zusammensetzung der Gär säuren (Milch-, Essig-, Butter- und Propionsäure) bestimmt, um in weiterer Folge die Silagequalität mit Hilfe des Bewertungsschlüssels nach WEIßBACH und HONIG (1992) zu ermitteln.

Die sensorische Beurteilung der fertig vergorenen Silage und des überlagerten Materials (Haltbarkeitstest), wird mittels eines modifizierten DLG-Sinnenprüfungsschlüssels (ÖAG-Schlüssel nach BUCHGRABER, 1999) durchgeführt.

Die analysierten Inhaltsstoffe bei der Ein- und Auslagerung werden bilanziert, um damit zum Beispiel den Zuckerverbrauch oder die Trockenmasseverluste bestimmen zu können. Zur Untersuchung der Dynamik von pH-Wert und Temperatur werden laufend Messungen direkt in den Versuchssilos vorgenommen. Im Bundesamt für Agrarbiologie werden das Grünfutter und die Silagen hinsichtlich Qualität und Quantität der Mikroflora (Aerobe Bakterien, Hefen, Schimmelpilze, Clostridien, Milchsäurebakterien) untersucht.

Im Haltbarkeitstest wird die aerobe Stabilität der fertigen Silage in einem offenen Kunststoffgebinde bei einer Lagerungszeit von einer Woche unter Luftstress ermittelt. Von größter Wichtigkeit sind bei diesem Test die Bewertung der Keimzahlerhöhung der Hefen und Schimmelpilze sowie die Aufzeichnung von pH-Wert und Temperaturverlauf.

Die Gumpensteiner Siliermittelprüfung ist zwar richtlinienmäßig nicht beschrieben, es gelten aber grundsätzlich ähnliche,

jedoch nicht so umfangreiche interne Prüfvorschriften wie bei den DLG-Richtlinien (1998).

2.4 Silierhilfsmittelprüfung an der BAL Gumpenstein

Die Übersichtstabelle zeigt, dass in Gumpenstein der Einsatz von Silierhilfsmitteln einen wichtigen Teil der Fragestellung in punkto Silierung von Grundfutter einnahm. Insgesamt wurden 42 Versuche mit 362 Einzelprüfungen von Silierzusätzen durchgeführt, wobei 243 Prüfungen bei Nasssilagen (< 250 g TM), 105 bei Anwekksilagen (250-400 g TM) und 14 Prüfungen bei Gärheu (über 400 g TM) durchgeführt wurden.

In Gumpenstein wird eine Silage dann als Nasssilage angesehen, wenn während der Gärung Sickersaft entsteht.

Im Durchschnitt liegt diese Grenze des Sickersaftanfalls bei 250 g Trockenmasse, kann jedoch abhängig vom Verdichtungsgrad von 220 bis 280 g TM schwanken.

Abbildung 3 zeigt im Überblick die prozentuelle Verteilung der bisher in Gumpenstein geprüften Siliermittelwirkungsgruppen, deren Prüfungsergebnisse in zahlreichen Publikationen veröffentlicht wurden (BUCHGRABER, K. und RESCH, R. (1989, 1992, 1993, 1994), BUCHGRABER, K., RESCH, R. und ADLER, A. (1996), KOUTNY, A. und BUCHGRABER, K. (1994), PÖTSCH, E.M. und RESCH, R. (1997), RESCH, R. und BUCHGRABER, K. (2001), SCHECHTNER, G. (1975, 1979, 1987, 1993).

Es zeigt sich, dass bis zum Jahr 1985 eindeutig der Einsatz von Streusalzprodukten dominierte (Anteil > 40 %), dann verloren diese jedoch massiv an Bedeutung, bis sie gegen Ende der Neunziger-Jahre wiederum einen Anteil von 40 % erreichten.

Die Säureprodukte wurden Anfang der Siebziger-Jahre mit ca. 29 % Anteil ebenfalls verstärkt untersucht.

Streusalze und Säuren werden in der Praxis vor allem für Futter mit einer Trockenmasse unter 250 g/kg FM sowie für Problemsilagen (verregnetes Futter, schlechte Silierbedingungen) empfohlen. Seit Ende der 70er Jahre wurden immer häufiger Bakterienpräparate geprüft.

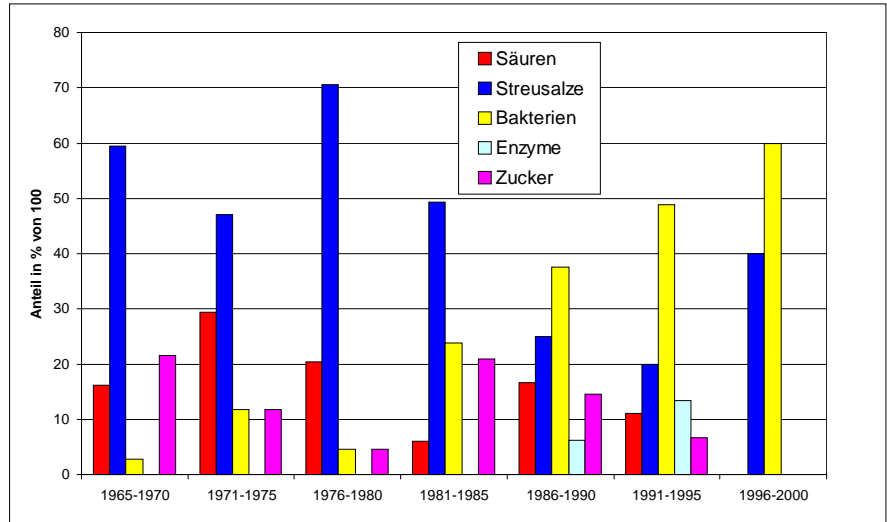


Abbildung 3: Prozentueller Anteil der an der BAL Gumpenstein geprüften Siliermittel-Wirkungsgruppen in den Jahren 1965 bis 2000

Neue Produkte bestehen heute nicht nur aus einem einzigen homofermentativen Bakterienstamm mit hoher Milchsäureproduktion sondern aus einem "Cocktail" von mehreren unterschiedlich wirksamen Species, die über eine gezielte Stammselektion und Stammpflege isoliert und vermehrt werden.

Die Palette an Enzymprodukten war bisher sehr klein, denn die hohen Produktkosten und die geringe Akzeptanz in der Praxis ließen bisher nur einen geringen Marktanteil zu.

Zuckerhaltige Silierzusätze, deren Einsatzschwerpunkt in eiweißreichen Futterpartien wie zum Beispiel Luzerne oder Rotklee liegt, wurden in Gumpenstein eben-

falls geprüft, jedoch ist Silierzucker seit dem Jahr 2000 in Österreich nicht mehr im Handel erhältlich.

3. Ausgewählte Ergebnisse aus 35 Jahren Gumpensteiner Silierversuche

Die breite Vielfalt an Gumpensteiner Silierversuchsergebnissen kann in diesem Aufsatz nicht vollständig wiedergegeben werden, daher beschränkt sich die folgende Darstellung auf wenige, zentrale Daten im Bereich des Einflusses der Trockenmasse auf die Vergärung von Dauerrübenfütter.

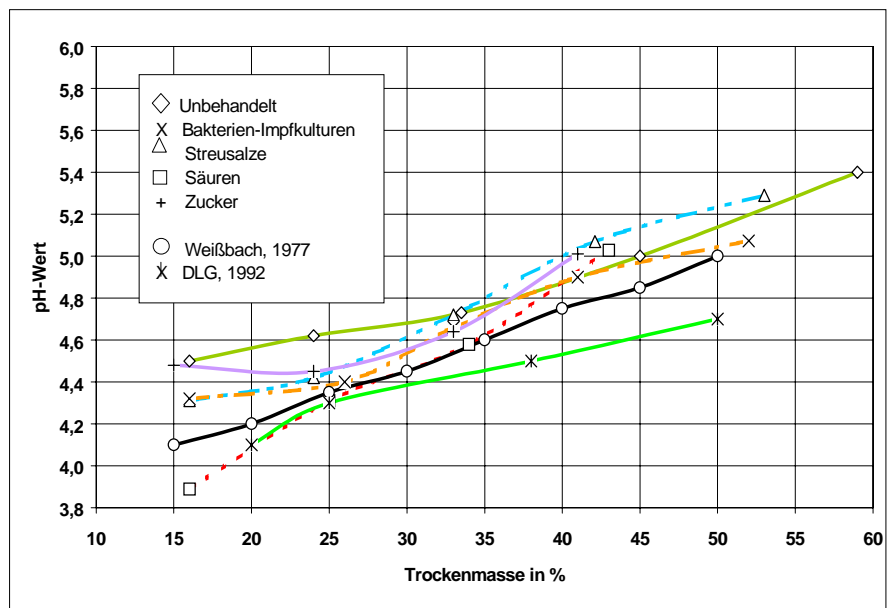


Abbildung 4: Beziehung pH-Wert und TM-Gehalt

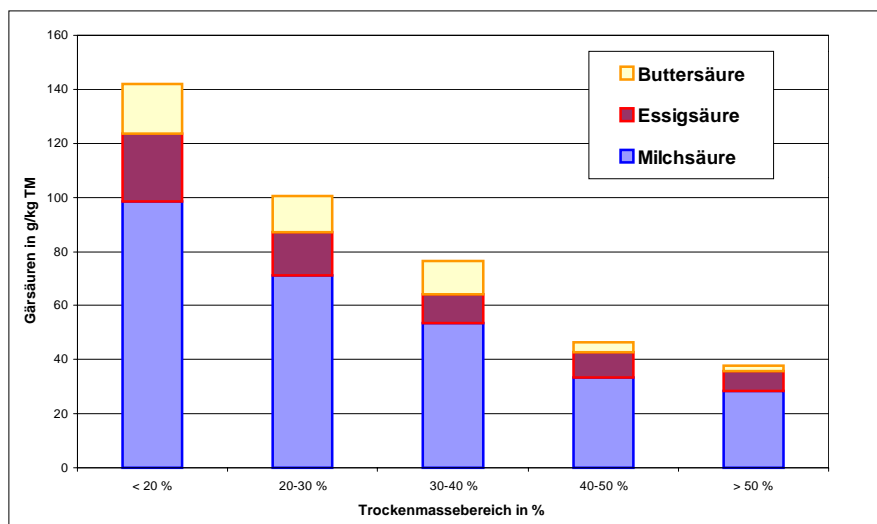


Abbildung 5: Beziehung Gär säurenmuster und TM-Gehalt

3.1 Beziehung zwischen Trockenmassegehalt und pH-Wert

Nach WEIßBACH (1977) ist es für einen bestimmten Trockenmassegehalt notwendig, einen kritischen pH-Wert zu erreichen, um die Stabilität der Silage zu gewährleisten.

Aus der *Abbildung 4* wird deutlich, dass die unbehandelten Silagen der Gumpensteiner Silierversuche im Durchschnitt dieses Niveau um 0,2 bis 0,3 pH-Werteinheiten nicht erreichten. Das DLG-Idealniveau für die höchste Punktevergabe nach WEIßBACH und HONIG (1992) konnte nur durch Säurezusatz im Trockenmassebereich unter 250 g erreicht werden.

Im Allgemeinen zeigten die in Gumpenstein geprüften Silierrückstände im pH-Wert der fertigen Silage bis zu einer Trockenmasse von etwa 350 g eine positive Wirkung gegenüber unbehandelter Silage.

Der Säurezusatz ergab den günstigsten Effekt, hier stabilisierten die Nasssilagen um bis zu 0,6 pH-Werteinheiten tiefer. Streusalze und Zucker konnten bis zu einem Anwelkgrad von ~350 g TM den pH-Wert tiefer absenken, ab dieser Trockenmasse lagen die pH-Werte leicht über dem Niveau der unbehandelten Silagen.

Bakterien-Impfkulturen brachten bis 350 g TM eine Verbesserung, von 350-450 g TM war der pH-Wert gleich wie bei den unbehandelten Varianten und im Bereich

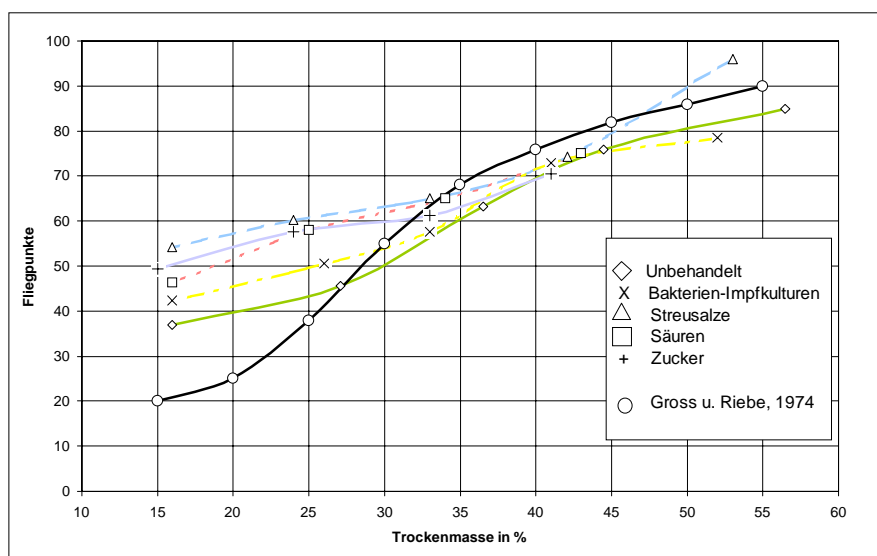


Abbildung 6: Beziehung Fliegpunktebewertung und TM-Gehalt

über 450 g TM konnte wiederum eine positive Wirkung festgestellt werden.

3.2 Beziehung zwischen Trockenmassegehalt –und Gär säurenmuster

Im Gegensatz zu RENNER (1968) zeigen die Ergebnisse der Gumpensteiner Silierversuche die höchsten Gehalte an Milchsäurebildung bei Nasssilagen mit < 200 g TM und nicht erst bei 300 g Trockenmasse (siehe *Abbildung 5*). Die Gesamtsäuresituation stimmt im Verlauf des Trockenmassegehaltes mit den von RENNER beschriebenen Werten etwa überein, wobei jedoch der Gehalt an Milch-, Essig- und Buttersäure mit zunehmender Trockenmasse abnimmt. Mit der Abnahme des Gär säuregehaltes verschiebt sich das Verhältnis im trockenen Bereich zugunsten der Milchsäure, das bewirkt letztlich auch eine Verbesserung der Silagequalitätsbewertung, sowohl nach LEPPER und FLIEG (1938) als auch nach WEIßBACH und HONIG (1992).

3.3 Beziehung zwischen Trockenmassegehalt und Silagequalität an Hand der Fliegpunktebewertung

In der *Abbildung 6* wurde die Fliegpunktebewertung vorgenommen (Neufassung der Bewertung nach LEPPER und FLIEG, 1938 durch ZIMMER, 1966), weil in den Gumpensteiner Silierversuchen die Analyse des Ammoniak-Stickstoffs nicht von Beginn an durchgeführt werden konnte und daher eine durchgehende Qualitätsbewertung nach WEIßBACH und HONIG (1992) nicht möglich ist.

Die Silierung von Dauerwiesenfutter bei unterschiedlicher Trockenmasse ergab in den Gumpensteiner Versuchen deutlich abweichende Gärfutterqualitäten gegenüber der Darstellung von GROSS und RIEBE (1974). Die Nasssilagen (< 250 g) ohne Behandlung wiesen eine bessere Silagequalität auf, während die Anwelksilagen über 300 g TM in der Bewertung etwas schlechter abschnitten (siehe *Abbildung 6*).

Betrachtet man den Silierrückständeinsatz in Bezug auf die Gärqualität, so ist festzustellen, dass im Trockenmassebereich bis etwa 300 g beim Einsatz von Bakterien-Impfkulturen eine leichte, bei der Anwendung von Streusalzen, Säuren und

Zucker eine deutliche Verbesserung der Silagequalität erzielt werden konnte. Silierhilfsmittel zeigten bei Anwelksilagen mit 300-450 g TM weder positive noch negative Effekte, im Gärheubereich mit einer Trockenmasse über 450 g zeigten die Streusalze eine Steigerung der Gärqualität.

4. Zusammenfassung

Im Jahr 1965 wurde die Siloversuchsanlage an der Bundesanstalt Gumpenstein in Betrieb genommen. Seither wurden in 42 Silierversuchen insgesamt 906 Silagen auf ihre Vergärungseigenschaften und Silagequalität untersucht. Der Großteil des Ausgangsmaterials, nämlich 90,5% stammte vom Grünland der Dauerwiesen. Dieses Dauergrünland weist im österreichischen Berggebiet mit durchschnittlich 40 Gefäßpflanzen eine hohe Artenvielfalt auf, dies ist ein wesentlicher Grund für die mitunter sehr unterschiedliche Vergärbarkeit des Futters.

Der Beginn der Gärfutterbereitungsphase vor etwa 35 Jahren war in der Praxis aufgrund mangelnder Kenntnisse sowie der vorherrschenden Nasssilagebereitung gekennzeichnet von massiven Vergärungsproblemen (Buttersäuresilagen). Hier galt es seitens der Forschung in erster Linie zu erkunden, wie derartige Fehlgärungen und auftretende Gärungsverluste vermieden respektive eingegrenzt werden können. Erst zu Beginn der Achtziger Jahre setzte sich die Anwelkung (~ 350 g Trockenmasse) des Futters, welche eine deutliche Steigerung der Silagequalität bewirkte, durch. Die Landwirte streben immer mehr nach hohen Grundfutterqualitäten (NEL > 5,9 MJ/kg TM) für ihre Hochleistungstiere, daher werden auch in der Grundfutterkonservierung immer wieder neue Entwicklungen eingesetzt.

Im Bereich der Silierhilfsmittel wurden in Gumpenstein seit 1965 in Summe insgesamt 362 Einzelprüfungen mit 56 unterschiedlichen Silierhilfsmitteln durchgeführt. Bis Mitte der Achtziger Jahre kamen vorwiegend Streusalze, Säuren und Silierzucker zum Einsatz, danach wurden verstärkt Produkte mit Bakterien-Impfkulturen eingesetzt und geprüft. ZIMMER (1993) sagte anlässlich einer österreichweiten Silagetagung: "Bakterielle Impfkulturen aus leistungsfähigen Stämmen,

richtig gelagert und entsprechend dosiert, können eine "gute Silage noch besser" machen. Das heißt, dass Impfkulturen in die Hand von Könnern gehören, welche das kleine Einmaleins der Siliertechnik beherrschen". Die immer größer werdende Schar an Silage-Profis ist heute bereit, mit verbesserter Verteil- und Dosiertechnik hochwertige Zusatzprodukte zur Verbesserung und Sicherung ihrer Silagequalität einzusetzen. Es ist daher für Gumpenstein und für Silierhilfsmittel-Firmen von beiderseitigem Interesse, neue, innovative Produkte zu prüfen, damit für die österreichtypischen Dauergrünlandverhältnisse optimale und wirksame Produkte zur Verfügung stehen. Die Gumpensteiner Silageforschung steht aber auch zukünftigen Fragen der Silierung von Grünlandfutter offen und objektiv gegenüber.

So wurden neben dem Einsatz und der Prüfung von Silierhilfsmitteln in den letzten fünf Jahren auch einige Versuche zu den Themenbereichen Mähauflbereiter, Futterpartikellänge, Ernteverfahren - Silierkette durchgeführt, um den Landwirten eine solide Entscheidungshilfe zu geben.

Zielsetzung der Gumpensteiner Silierversuche ist es, Prüfungen unter praxisnahen Bedingungen seitens des Ausgangsmaterials, der Futterbehandlung und der Silierung durchzuführen, um das heterogene Dauerwiesenfutter mit seinen stark schwankenden Vergärbarkeiten besser kennenzulernen und die gewonnenen Erkenntnisse für die Bauern bereitzustellen.

5. Literaturverzeichnis

- BUCHGRABER, K. (1999): Nutzung und Konservierung des Grünlandfutters im Österreichischen Alpenraum. Veröffentlichungen der BAL Gumpenstein, Heft 31
- BUCHGRABER, K. und RESCH, R. (1989): Siliermittel – Versuchsbericht 1989. Sonderdruck der BAL Gumpenstein
- BUCHGRABER, K. und RESCH, R. (1992): Siliermittelprüfung bei Grünlandfutter. Veröffentlichung BAL Gumpenstein, Heft 15
- BUCHGRABER, K. und RESCH, R. (1992): Siliermittelprüfung bei Grünlandfutter. Der Förderungsdienst 40 (3), 1992, S.89 Rubrik "Neues aus den Bundesanstalten"
- BUCHGRABER, K. und RESCH, R. (1993): Der Einfluß der Produktion von Grassilagen auf die Futterqualität und Gärbiologie sowie die Auswirkungen auf die Verfütterung und Milchqualität in der Praxis - Silageprojekt

- "Steirisches Ennstal". Veröffentlichung BAL Gumpenstein, Heft 20
- BUCHGRABER, K. und RESCH, R. (1994): Siliermittelprüfung bei Grünlandfutter 1993. Veröffentlichung BAL Gumpenstein, Heft 22
- BUCHGRABER, K. (1996): Datengrundlage Österreich für WILKINSON, J.M., WADEPHUL, F., and HILL, J. (1996): Silage in Europe, a survey of 33 countries. Chalcombe Publications Painshall, Church Lane, Welton, Lincoln LN2 3LT. United Kingdom, ISBN 0 948617 33 0
- BUCHGRABER, K., RESCH, R. und ADLER, A. (1996): Einfluss des Nutzungszeitpunktes bei der Silierung von Grünlandfutter. Veröffentlichung BAL Gumpenstein, Heft 27
- BUCHGRABER, K., RESCH, R. und ADLER, A. (1996): Einfluss von Silierzusätzen bei der Silierung von Grünlandfutter als Nass- und Anwelksilage. Veröffentlichung BAL Gumpenstein, Heft 27
- BUCHGRABER, K., RESCH, R., GRUBER, L. und WIEDNER, G. (1998): Futterwerttabelle für das Grundfutter im Alpenraum. ÖAG-Sonderbeilage, Der fortschrittliche Landwirt, Heft 2
- BUCHGRABER, K. und RESCH, R. (1999): Schlechte Gärqualität bei Spätmahd. Der fortschrittliche Landwirt, Heft 12
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), (1997): DLG-Futterwerttabellen-Wiederkäuer. 7. erweiterte u. überarbeitete Auflage, DLG-Verlag
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), (1998): Neue DLG-Prüfrichtlinien von Siliermitteln auf DLG-Gütezeichen-Fähigkeit. Entwurf der neuen DLG-Prüfrichtlinien für Siliermittel, Stand 9. April 1998
- FLIEG, O. (1938): Ein Schlüssel zur Bewertung von Gärfutterproben. Futterbau u. Gärfutterbereit. 2, Reichsnährstand und Forschungsdienst
- GROSS, F. und RIEBE, K. (1974): Gärfutter – Betriebswirtschaft, Erzeugung, Verfütterung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, ISBN 3-8001-4321-6
- KOUTNY, A. und BUCHGRABER, K. (1996): Produktion von Qualitätssilagen. Der fortschrittliche Landwirt, Sonderbeilage zu Heft 9
- LEPPER, W. (1938): Einheitlicher Apparat und einheitliche Gleichungen zur Bestimmung der Essig- und Buttersäure und der Milchsäure im Sauerfutter. Tierernähr. u. Futtermittelkde. 1, 2, 187-190
- LEPPER, W. und FLIEG, O. (1938): Methodenbuch. Bd. IV, S.12 Neumann, Radebeul u. Berlin
- MAB-Forschungsbericht Landschaft und Landwirtschaft im Wandel, (2000): Das Grünland im Berggebiet Österreichs. Nutzung und Bewirtschaftung im Spannungsfeld von Vegetationsökologie und Sozioökonomik. Akademie der Wissenschaften, Wien, 22.-23. September 2000
- PÖTSCH, E.M. und RESCH, R. (1997): Einsatz unterschiedlicher Silierzusätze bei Grassilage unter ungünstigen Witterungsbedingungen. 1. Mitteilung: Beeinflussung der Gär- und Futterqualität durch die Anwendung von

- Silierzusätzen. Das Wirtschaftseigene Futter, Band 43, Heft 1, S.21-48
- PÖTSCH, E.M. und RESCH, R. (1997): Auswirkungen von Silierzusätzen auf die Gär- und Futterqualität. Bericht über die 24. Tierzuchttagung „Züchtung, Haltung, Proteinbedarf, Fruchtbarkeit und Silierung“, BAL Gumpenstein 6. und 7. Mai 1997, S.53-63
- PÖTSCH, E.M. und RESCH, R. (1997): Einfluß verschiedener Silierhilfsmittel auf Silagequalität und tierische Leistung. Der Förderungsdienst 45 (9), 1997, Rubrik „Neues aus Bundesanstalten“
- RESCH, R. und BUCHGRABER, K. (2001): Silierzusätze richtig einsetzen. Der fortschrittliche Landwirt, Heft 10, 2001, S.6-8
- RENNER, E. (1968): Über den Zusammenhang zwischen Trockenmassegehalt und Qualität der Silage. II Konservierungsverluste und mikrobiologische Verhältnisse. Bayer. Landwirtschaft. Jb.45, 2
- SCHECHTNER, G. und ZEILMAYER, W. (1972): Die Gumpensteiner Silo-Versuchsanlage. Sonderdruck aus „Land- und forstwirtschaftliche Forschung in Österreich“, Band 5/1972, S.93-114, Bundesministerium für Land u. Forstwirtschaft, Agrarverlag, Wien 1972
- SCHECHTNER, G. (1975): Für und wider die Ameisensäure in der Silage. Sonderdruck aus „Praktische Landtechnik“, 8, 1975
- SCHECHTNER, G. (1979): Beurteilung von Silierhilfsmitteln und Sickersaftfragen. Unterlagen zum Vortrag an der Pflanzenbaufachtagung des Bundesministeriums für Land- u. Forstwirtschaft, BAL Gumpenstein, 16. bis 17. Mai 1979
- SCHECHTNER, G. (1987): Siliermittelversuch S-27 der Grünlandabteilung der BA für alp. Land. Gumpenstein. Sonderdruck der BAL Gumpenstein, Nov. 1987
- SCHECHTNER, G. (1987): Datengrundlage Österreich für WILKINSON, J.M. and STARK, B. (1987): Silage in Western Europe, a survey of 17 countries. Chalcombe Publications 13 Highwoods Drive, Marlow Bottom, Marlow, Bucks SL7 3PU. United Kingdom, ISBN 0 948617 08 X
- SCHECHTNER, G. (1993): Silowirtschaft im Wandel der Zeit. Bericht über die „Österreichweite Silagetagung“, BAL Gumpenstein am 13. und 14. Jänner 1993, S.1-11
- WEISSBACH, F., SCHMIDT, L., PETERS, G., HEIN, E., BERG, K., WEISE, G. und KNA-
BE, O. (1977): Methoden und Tabellen zur Schätzung der Vergärbarkeit. Empfehlungen für die Praxis der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR. 3. Auflage
- WEISSBACH, F. und HONIG, H. (1992): Ein neuer Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Silagen auf der Basis der chemischen Analyse. 104. VDLUFA-Kongreß, Göttingen, VDLUFA-Schriftenreihe 35, 489-494
- WIERINGA, G.W., SCHUKKING, S., KAPPELLE, D. and DE HAAN, S.J. (1961): The influence of heating on silage fermentation and quality. Neth. J. Agric. Sci. Vol.9, 3, 210-216
- WIERINGA, G.W. (1960): Some factors affecting silage fermentation. Proc. 8th int. Grassl. Congr. 497-502
- ZIMMER, E. (1966): Die Neufassung des Gär-futterschlüssels nach Flieg. Das Wirtschaftseigene Futter, Band 12, Heft 3, 299-302
- ZIMMER, E. (1993): Gärbiologie bei Gras- und Maissilagen. Bericht über die „Österreichweite Silagetagung“, BAL Gumpenstein, S.13-20