

# Einfluss von Futteraufbereitung und Erntetechnik auf den Gärverlauf und die Silagequalität von Grünlandfutter

E.M. PÖTSCH und R. RESCH

## 1. Einleitung

### 1.1 Bedeutung und Entwicklung der Futtermittelkonservierung im österreichischen Grünland

In der österreichischen Grünlandwirtschaft hat sich in den letzten 20 Jahren eine deutliche Verschiebung von der traditionellen Heubereitung hin zur Grassilageproduktion ergeben. Rund 50 % des jährlichen Gesamtfutteranfalles von rund 6,7 Millionen Tonnen Trockenmasse wird heute als Silage konserviert, 25 % als Heu oder Grummet getrocknet, der Rest in Form von Grünfütterung verwertet (BUCHGRABER, 1999; RESCH, 2002). Ausschlaggebend für diese noch fortschreitende Entwicklung sind arbeits- und betriebswirtschaftliche Vorteile der Silowirtschaft aber auch die höhere Flexibilität und geringere Wetterabhängigkeit - ein Aspekt, der besonders in den niederschlagsreichen Produktionsgebieten des alpenländischen Grünlandes eine wesentliche Rolle spielt.

Primäre Zielsetzung der Futtermittelkonservierung ist die Bereitstellung einer optimalen und hohen Grundfütterungsqualität für die Stall- und Winterfütterungsperiode. Angestrebt wird dabei eine möglichst schonende und verlustarme Konservierung des Pflanzenbestandes und im Falle der Silierung die Schaffung günstiger Gäreigenschaften.

Zur Verbesserung und Optimierung des Gär- und Silierverschlusses bieten sich für die Praxis zahlreiche Möglichkeiten an, die Einhaltung der elementaren Silierregeln ist und bleibt jedoch die Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Silagebereitung (PÖTSCH und RESCH, 2000).

### 1.2 Zusätzliche Verbesserungsmöglichkeiten in der Silagebereitung

#### 1.2.1 Einsatz von Silierhilfsmitteln

Ein Großteil der österreichischen Grassilagen wird nach wie vor ohne jegliche

Anwendung von Silierhilfsmitteln auf natürlichem Wege konserviert. Bei Einhaltung der angeführten Silierregeln ist die Zugabe von Silierzusätzen für einen guten Gärverlauf in der Regel nicht erforderlich! Falls allerdings Silierzusätze verwendet werden, ist darauf zu achten, dass die richtigen Produkte für den jeweils gewünschten Bereich ausgewählt und die Zusätze den Angaben entsprechend genau dosiert und im Siliergut optimal verteilt werden (PÖTSCH und RESCH, 1997; WYSS und ROLLE, 1998). Grundsätzlich sind mehrere Haupteinsatzbereiche für Silierzusätze in der Praxis zu nennen (BUCHGRABER, 1999; RESCH und BUCHGRABER, 2001):

- Risikominimierung bei Problemsilagen (verregnetes, verschmutztes oder überstündiges Futter, Nasssilagen etc.) und Vermeidung von Fehlgärungen
- Vermeidung von Nacherwärmung
- Verbesserung von Qualitätssilagen unter günstigen Silierbedingungen

#### 1.2.2 Einsatz unterschiedlicher technischer Entwicklungen

Für den Bereich der Silageproduktion wurden in den vergangenen Jahren auch zahlreiche technische Möglichkeiten entwickelt, wie beispielsweise die Ballensila-

ge als mittlerweile bereits etabliertes Siliersystem oder etwa Verteilsysteme für Futter bzw. Silierzusätze im Fahrtilo. In der Mäh- und Werbetechnik zeigt sich ein immer stärker werdender Trend zum Einsatz von Mähaufbereitern (NUSSBAUM, 1995; NUSSBAUM, 1997; THAYSEN, 1997; WYSS, 1997), während in der Erntetechnik mehr und mehr Kurzschnittdewagen bzw. Feldhäcksler in Verwendung sind (FRICK, 2001; PÖLLINGER und ZENTNER, 2001; PÖLLINGER, 2002). Die durch den Einsatz der genannten technischen Entwicklungen erwarteten Vorteile sind in *Abbildung 1* dargestellt.

## 2. Material und Methodik

Die nachfolgenden Ergebnisse stammen aus mehreren Silierversuchen, die in den Jahren 1997-2000 in der Versuchssilanoanlage der Abteilung Grünland an der BAL Gumpenstein in Kooperation mit der Abteilung Mechanisierung durchgeführt wurden. Insgesamt stehen 24 glasfaserverstärkte Kleinsilos mit einem Fassungsvermögen von je 250 l für Silierversuche zur Verfügung (SCHECHTNER und ZEILMAYER, 1972; RESCH, 2002). Die einzelnen Behälter sind mit einer entsprechenden Abdicht- und Presseinrichtung ver-

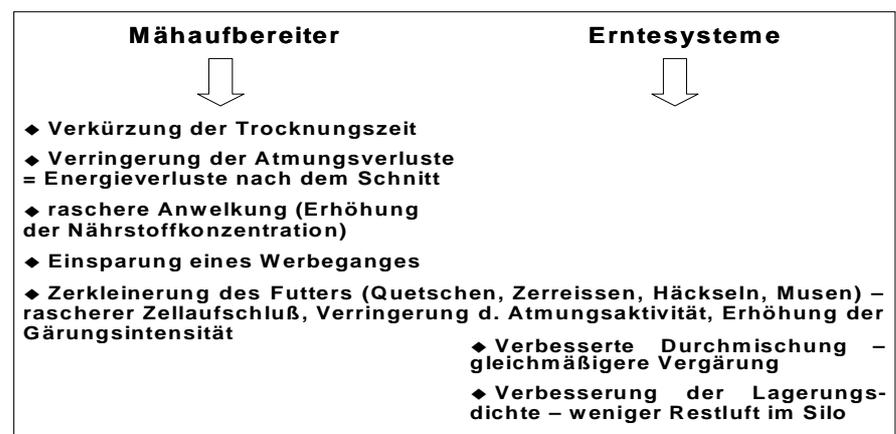


Abbildung 1: Spezifische Zielsetzung beim Einsatz von Mähaufbereitern und Erntesystemen mit Kurzschnitt-/häckseleinrichtung

Autoren: Dr. Erich M. PÖTSCH und Ing. Reinhard RESCH, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A-8952 IRDNING

sehen, am Behältergrund befindet sich ein Ablasshahn für die Ableitung von Gäräften bei Nasssilagen. Über die Schraubfisteln, die in unterschiedlichen Höhen an der Behälteraußenwand angebracht sind, können Messungen hinsichtlich des Silierverlaufes (Temperatur, pH-Wert) durchgeführt oder auch Probenmaterial für Untersuchungen entnommen werden.

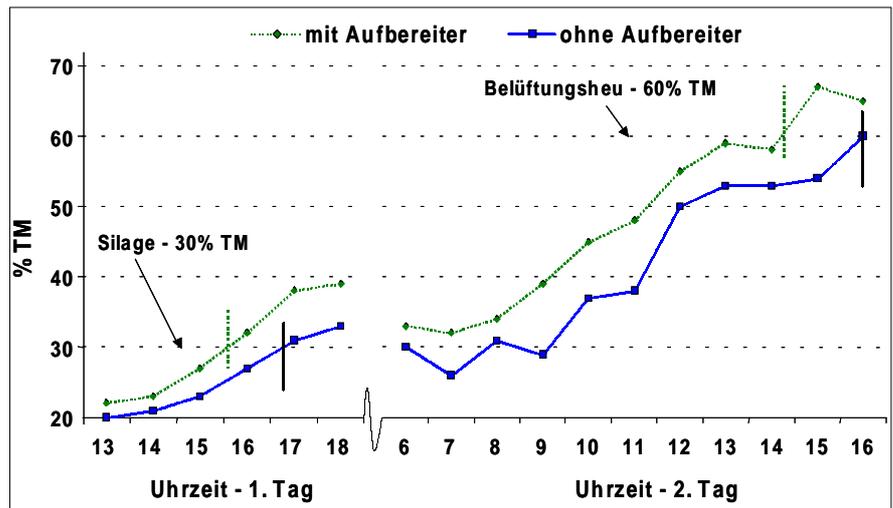
Ergänzt werden die eigenen Untersuchungen durch eine Zusammenschau von internationalen Ergebnissen zu den genannten Themenbereichen.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Einfluss von Mähaufbereitern auf die Silagequalität

Im Silierversuch S-37/1997 wurden zur Silierung des 1. Aufwuchses eines Dauerwiesenbestandes drei unterschiedliche Mähgeräte resp. Aufbereiter (Trommelmäherwerk, Knickzetter, Quetschwalze) eingesetzt. Der durchschnittliche Rohfasergehalt des geernteten Futters lag bei 30% i.d. TM (der optimale Nutzungszeitpunkt war also bereits überschritten), für alle drei Versuchsvarianten wurde auf 40% TM angewelkt. Die in *Tabelle 1* zusammengefassten Ergebnisse zeigen, dass unter den zuvor genannten Bedingungen die intensivere Aufbereitungstechnik hinsichtlich der Futterqualität eine tendenzielle Verbesserung in der Verdaulichkeit der organischen Masse (dOM nach TILLEY & TERRY, 1963) sowie des Energiegehaltes bewirkte. Die an den fertigen Silagen durchgeführte Sinnenprüfung (ÖAG-Schlüssel nach DLG, 1973) zeigte dazu allerdings ein konträres Ergebnis - die intensiver aufbereiteten Varianten lagen im Punktwert unter der Vergleichsvariante (herkömmliche Mahd mit Trommelmäherwerk). Dazu ist allerdings anzumerken, dass diese Punktebewertung eine sehr starke Gewichtung des Kriteriums Geruch (max. 14 Punkte) aufweist, während Farbe und Struktur (diese kann bei intensiver Aufbereitung natürlich auch stärker verändert sein) mit nur einem relativ geringen Punktwert in die Gesamtbeurteilung einfließen.

*Abbildung 2* zeigt den Abtrocknungsverlauf von aufbereitetem und nicht aufbereitetem Grünlandfutter über einen Zeitraum von zwei Erntetagen (nach PÖL-



*Abbildung 2:* Abtrocknungsverlauf von aufbereitetem und nicht aufbereitetem Grünlandfutter (verändert nach PÖLLINGER, 2001)

LINGER, 2001). Dabei ist ersichtlich, dass die aufbereitete Variante über den gesamten Beobachtungszeitraum einen zeitlichen Vorsprung von 2-4 Stunden besitzt. So wird etwa der für eine Anwelksilage als Untergrenze betrachtete TM-Gehalt von 30% etwa 2,5 Stunden früher erreicht als bei der nicht aufbereiteten Variante. Dies gilt ebenso für den für die Einbringung als Belüftungsheu erforderlichen TM-Gehalt von rund 60%. Dieser zeitliche Vorteil kann gerade bei den im Alpenraum oft ungünstigen und rasch wechselnden Witterungsverhältnissen von entscheidender Bedeutung sein und unter Umständen einen weiteren Feldlagerungstag vermeiden (AHMELS und ISENSEE, 1989).

*Abbildung 3* zeigt die Dynamik des pH-Wertverlaufes bei der Silierung des 1. Aufwuchses eines Dauerwiesenbestandes, der einen durchschnittlichen Roh-

fasergehalt von 26% i.d. TM aufwies und mit einem Anwelkgrad von 30% TM siliert wurde (Silierversuch S-39/1999). Der Verlauf der beiden Kurven zeigt deutlich, dass der Einsatz des Aufbereiteters nicht nur zu einer rascheren Absäuerung geführt hat sondern der pH-Wert bis zur Auslagerung auch auf einem um rund 0,5 Einheiten tieferen Niveau (4,3) stabil geblieben ist und zugleich auch den für diesen Anwelkgrad angegebenen kritischen pH-Wert von 4,45 unterschritten hat (WEISSBACH und HONIG, 1996).

Die durch den Einsatz der Aufbereiter-technik verbesserte Absäuerung spiegelte sich auch in der Qualität der Silagen wider (*Tabelle 2*). Sowohl die Verdaulichkeit der organischen Masse als auch der Energiewert der ausgelagerten Silagen wiesen eine signifikante Erhöhung gegenüber der herkömmlichen Mähetechnik auf, dieses Ergebnis kam auch bei der Sin-

*Tabelle 1:* Einfluss unterschiedlicher Mähaufbereiter auf die Qualität von Grassilage (Silierversuch S-37/1997)

	Trommelmäherwerk	Knickzetter	Quetschwalze
pH-Wert	4,8	5,1	4,8
dOM (%)	63,7	63,9	65,1
NEL (MJ/kg TM)	5,14	5,20	5,31
ÖAG-Punkte	17 (2)	14 (3)	12 (3)

*Tabelle 2:* Einfluss des Einsatzes von Mähaufbereitern auf die Qualität von Grassilage (Silierversuch S-39/1999)

	ohne Aufbereiter	mit Aufbereiter	mit Aufbereiter (ohne Zetten)
pH-Wert	4,9	4,3	4,5
dOM (%)	72,8	80,3	74,4
NEL (MJ/kg TM)	5,86	6,90	6,32
ÖAG-Punkte	12 (3)	18 (1)	18 (1)

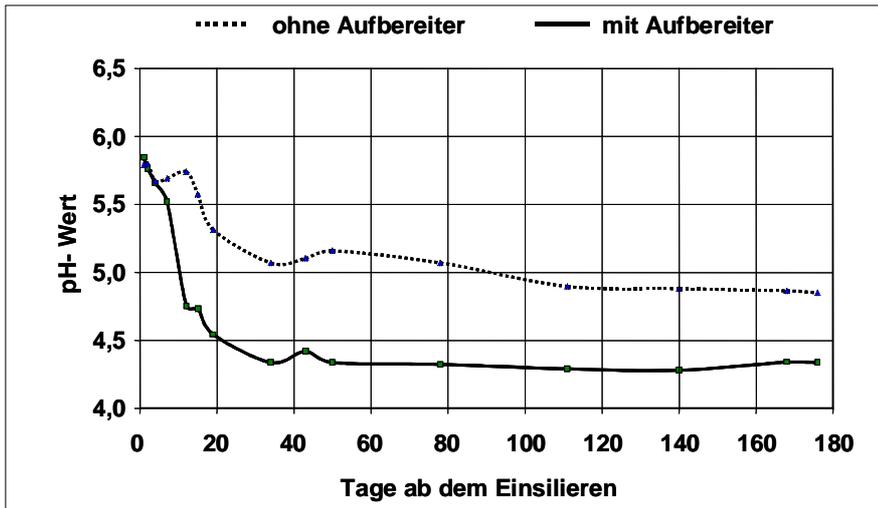


Abbildung 3: Verlauf des pH-Wertes im Silierversuch S-39/1999, BAL Gumpenstein (PÖTSCH und RESCH, 2002)

nenprüfung deutlich zum Ausdruck. Anzumerken ist allerdings, dass der Energiewert von 6,9 MJ NEL/kg TM für die Silage der Aufbereitervariante einen außergewöhnlich hohen Wert darstellt, der jedoch durch die in-vitro Bestimmung mittels zweier unterschiedlicher Pansensäfte und entsprechender Wiederholungsanzahl abgesichert ist. Im Gegensatz zum Hohenheimer Futterwerttest, der bei Grundfutter im unteren Energiebereich eine Unterschätzung zeigt, scheint die Bestimmung nach TILLEY und TERRY (1963) den höheren Energiebereich eher zu überschätzen.

In einer zusätzlichen Variante wurde beim Einsatz des Aufbereiters auf das Zetten verzichtet. Dabei zeigte sich, dass die Silagequalität hinsichtlich VOM und Energiegehalt zwar niedriger als in der Variante Aufbereiter + Zetten war, jedoch deutlich über jener der Variante ohne Aufbereiter + Zetten lag (Tabelle 2). Es konnte also in diesem Versuch tatsächlich ein Werbegang eingespart werden, was natürlich die Wirtschaftlichkeit des Aufbereitereinsatzes anhebt.

Internationale Untersuchungen zur Thematik „Mähaufbereiter“ zeigen teilweise unterschiedliche Ergebnisse. WYSS (1996) stellt eine raschere und stärkere Absäuerung, eine intensivere Milchsäuregärung und einen tendenziell geringeren Eiweißabbau durch den Einsatz von Intensivmähaufbereitern im Vergleich zu Standardmähaufbereitern fest (das in diesen Versuchen einsilierte Futter wurde allerdings als Nasssilage konserviert).

THAYSEN (1997) wies in Vergleichsversuchen einen deutlichen Vorteil des Einsatzes von Mähaufbereitern hinsichtlich der Gärqualität sowie der Futterqualität (im Durchschnitt + 0,3 MJ NEL/kg TM) nach. Die Trockenmasseverluste bei den eingesetzten Mähaufbereitern unterschieden sich geringfügig von jenen der Vergleichsvariante (= Mahd ohne Aufbereiter), allerdings stiegen die Verluste bei Durchführung eines Zettvorganges bei den Aufbereitervarianten stärker an (+ 1-4 Absolut-%). NUSSBAUM (2002) konnte in einer umfangreichen Versuchsserie (3 Jahre, 4 Versuchsdurchgänge) beim Vergleich von Mähgerät ohne Auf-

bereiter - Standardmähaufbereiter - Intensivaufbereiter hingegen keinen signifikanten Unterschied im Trocknungsverlauf und in der Futterqualität feststellen. In der Regel war auch kein signifikanter Unterschied in der Gärqualität nachweisbar, tendenziell lagen allerdings die pH-Werte in den mit Intensivmähaufbereitern behandelten Silagen niedriger. Anzumerken ist dabei allerdings, dass die Witterungsbedingungen in drei der vier durchgeführten Versuchsreihen hochsommerlich waren und es sich bei dem Futter um raygrasdominierte Bestände handelte, die im Vergleich zu (kräuterreichen) Mischbeständen grundsätzlich leichter abtrocknen und rascher anwelken.

Für die Frage nach der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Mähaufbereitern muß neben den erhöhten Anschaffungskosten auch der Mehraufwand an Energie beim direkten Einsatz berücksichtigt werden. PÖLLINGER (2001) ermittelte bei einem Leistungsvergleich einen Mehraufwand (in kw/m Arbeitsbreite) von ca. 20% beim Einsatz eines Scheibenmäherwerkes mit Aufbereiter bei einer Fahrgeschwindigkeit von 10 km/h. Bei der Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit auf 14 km/h stieg der Mehraufwand bereits auf 40% an, während sich der Leistungsbedarf für das Gerät ohne Aufbereiter bei wechselnder Fahrgeschwindigkeit nicht veränderte. GREIMEL (2001) stellt dazu fest, dass

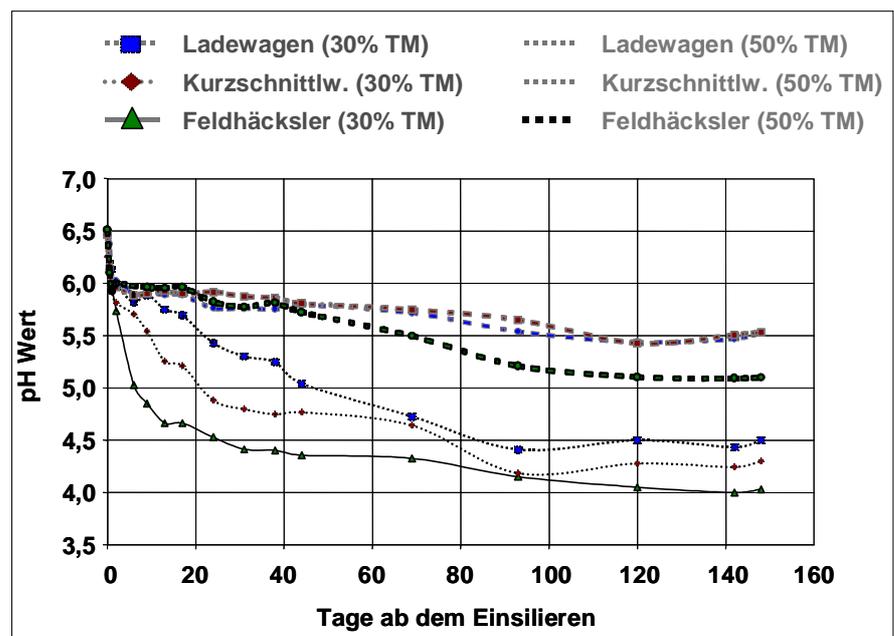


Abbildung 4: Verlauf des pH-Wertes im Silierversuch S-41/2000, BAL Gumpenstein (PÖTSCH und RESCH, 2002)

**Tabelle 3: Einfluss unterschiedlicher Erntesysteme auf die Qualität von Grassilage (Silierversuch S-41/2000 - Anwelkstufe 30% TM)**

	Ladewagen	Kurzschnittladewagen	Feldhäcksler
pH-Wert	4,6	4,5	4,2
dOM (%)	64,7	70,9	69,2
NEL (MJ/kg TM)	5,01	6,01	5,77
ÖAG-Punkte	15 (3)	17 (2)	17 (2)

**Tabelle 4: Einfluss unterschiedlicher Erntesysteme auf die Qualität von Grassilage (Silierversuch S-41/2000 – Anwelkstufe 50% TM)**

	Ladewagen	Kurzschnittladewagen	Feldhäcksler
pH-Wert	5,5	5,5	5,5
dOM (%)	69,3	69,1	69,0
NEL (MJ/kg TM)	5,82	5,85	5,81
ÖAG-Punkte	15 (3)	16 (2)	17 (2)

sich in der Silagebereitung kaum ökonomisch relevante Unterschiede ergeben, wenn es durch den Einsatz des Mähauflbereiterers zu keiner Futterwertsteigerung kommt, selbst wenn dabei ein Wendevorgang eingespart werden kann.

### 3.2 Einfluss unterschiedlicher Ernteverfahren auf die Silagequalität

Im Silierversuch S-41/1999 wurden zur Silierung des 1. Aufwuchses eines Dauerwiesenbestandes drei unterschiedliche Ernteverfahren eingesetzt und hinsichtlich ihres Einflusses auf die Gäreigenschaften und die Silagequalität untersucht. Das Futter wies einen durchschnittlichen Rohfasergehalt von 26% i. d. TM auf und wurde in zwei unterschiedlichen Anwelkstufen (30% TM und 50% TM) jeweils mittels Ladewagen, Kurzschnittladewagen und Feldhäcksler geerntet.

Abbildung 4 zeigt die Dynamik des pH-Wertes in den Silagen der einzelnen Versuchsvarianten. Dabei ist deutlich erkennbar, dass sämtliche Varianten der niedrigen Anwelkstufe rascher und stärker absäuerten als jene der hohen An-

welkstufe. Innerhalb dieser beiden Gruppen setzte sich jeweils die Feldhäckslervariante durch, die in beiden Fällen den besten Säuerungsverlauf aufwies. In der niedrigen Anwelkstufe zeigte auch die Variante Kurzschnittladewagen einen relativ guten Säuerungsverlauf, während das mit dem Ladewagen geerntete Futter erst nach mehreren Wochen einen pH-Wert von <5,0 erreichte.

PÖLLINGER (2002) führte bei den drei unterschiedlichen Ernteverfahren in der niedrigen Anwelkstufe eine Schnittlängenfraktionierung durch. Dabei wurde deutlich, dass die theoretische Schnittlänge jeweils nur einen relativ geringen Anteil einnimmt und zum Teil um ein Mehrfaches überschritten wurde. Dies deckt sich auch mit Ergebnissen von FRICK (2001), der zugleich fordert, dass mindestens 50% des gewogenen Schnittgutes eine Länge unter der dreifachen theoretischen Schnittlänge aufweisen soll. NUSSBAUM (1995) erachtet eine Häcksellänge von 2,5 bis 5 cm als ideal, BUCHGRABER und RESCH (1993) zeigten, dass in der Praxis nur rund 10% der Betriebe eine theoretische Häcksellänge von < 5 cm erreichten.

**Tabelle 5: Einfluss unterschiedlicher Schnittlänge auf Gär-, Silier- und Futtereigenschaften von Grassilage (MÜLLER und FÜBBEKER, 1997)**

	Ladewagen (40 Messer/8 cm)	Ladewagen (74 Messer/4 cm)
• pH-Wert:		
1. Tag	6,5	5,3
3. Tag	6,4	5,1
10. Tag	6,3	4,8
90. Tag	4,8	4,4
• Verdichtung:	199 kg TM/m <sup>3</sup>	215 kg TM/m <sup>3</sup>
• Fütterung: TS-Aufnahme	10,3 kg/Tier, Tag	11,7 kg/Tier, Tag

Die rasche und gute Absäuerung des kürzer geschnittenen Futters schlug sich bei den Silagen der niedrigen Anwelkstufe auch deutlich in den Qualitätskennwerten nieder (Tabelle 3). Sowohl das mit dem Kurzschnittladewagen als auch das mit dem Feldhäcksler geerntete Futter wies mit rund 70% eine um ca. 5% höhere Verdaulichkeit der organischen Masse gegenüber der Vergleichsvariante (Ladewagen) auf. Dies bewirkte auch einen wesentlich höheren Energiegehalt, wobei hier die Variante „Kurzschnittladewagen“ sogar noch vor der Variante „Feldhäcksler“ lag. Die Sinnenbewertung der untersuchten Silagen bestätigte die zuvor angeführten Vorteile im Gärverlauf und in der Silagequalität.

Tabelle 4 beinhaltet die Futterkennwerte für die Silagen der hohen Anwelkstufe, die jedoch für die Praxis absolut nicht zu empfehlen ist, da es dabei zu großen Problemen bei der Verdichtung des Siliergutes mit all den negativen Folgeerscheinungen (Schimmel-, Hefebildung, Nacherwärmung etc.) kommen kann. Wie in Abbildung 4 bereits diskutiert, lag der pH-Wert der ausgelagerten Silagen um knapp 1 bis 1,3 Einheiten über jenen der niedrigen Anwelkstufe. Die Konservierung derart hoch angewelkter Silagen beruht aber auch nicht primär auf einer starken Absäuerung durch die angestrebte und erwünschte Milchsäurebildung sondern auch auf Basis der sich dabei ergebenden osmotischen Druckverhältnisse.

Der Einsatz intensiverer Erntetechniken führte bei dieser Versuchsgruppe zu keiner signifikanten Verbesserung in der Silagequalität, auch die Sinnenbewertung brachte punktemäßig nur geringfügige Unterschiede (von 15 auf 16 Punkte erfolgte eine Notenverbesserung um eine Einheit).

MÜLLER und FÜBBEKER (1997) konnten in einem Vergleich zwischen einem mit 40 und einem mit 74 Messern bestückten Ladewagen ebenfalls einen deutlich besseren und rascheren Absäuerungsverlauf durch die intensivere Zerkleinerung (4 gegenüber 8 cm Schnittlänge) nachweisen (Tabelle 5). In dieser Versuchsserie konnten in beiden Varianten sehr hohe Verdichtungswerte erzielt werden, die allerdings deutlich über den in der österreichischen Praxis erreichbaren

Werten lagen. Bedingt durch einen hohen Buttersäuregehalt in der weniger intensiv zerkleinerten Silagevariante, zeigte sich auch ein erheblicher Unterschied in der Futteraufnahme von durchschnittlich 1,4 kg TM je Tier und Tag.

#### 4. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen für die Praxis

Insgesamt zeigten die an der BAL Gumpenstein durchgeführten Silierversuche zum Thema „Mähauflbereiter und Erntetechnik“ sowohl im Gärverlauf als auch in der Qualität der untersuchten Silagen einen im allgemeinen, positiven Effekt der intensiveren Mäh- als auch Erntetechnik. Wie weit nun die erzielten Vorteile und Verbesserungen auch einen betriebswirtschaftlichen Erfolg mit sich bringen, hängt nicht zuletzt aber auch von den jeweiligen Bedingungen am Betrieb und von den Witterungsbedingungen bei der Futterernte ab.

Als ideal erweist sich, wenn es durch den Einsatz von Mähauflberitern gelingt, den Zeitraum zwischen der Mahd und dem Silieren so zu verkürzen, dass insgesamt ein oder im Falle eines nachfolgenden Schlechtwettereinbruches sogar mehrere Tage eingespart werden können. Eine Einsparung (Energie und Zeit) ergibt sich unter Umständen auch durch den Wegfall eines oder mehrerer Werbevorgänge. Allerdings sind die jeweiligen Witterungsbedingungen nicht exakt vorhersehbar, die Entscheidung über den Einsatz einer Aufbereitungstechnik muss aber bereits zu Beginn der jeweiligen Futterernte erfolgen - bei guten und günstigen Bedingungen ist auch ohne Aufbereitereinsatz die Produktion einer qualitativ hochwertigen Silage möglich (wenn es in diesem Fall nicht zu einer Einsparung eines Werbeschrittes kommt, sind jedenfalls die höheren Kosten für den Mehraufwand an Energie zu berücksichtigen).

Zu beachten sind aber auch gewisse Risiken beim Einsatz dieser Technik, wie etwa eine (zu) rasche Anwelkung des

Futters bei sehr guten Bedingungen (hohe Temperaturen und zusätzlicher Windeinfluss). Es muss daher beim Einsatz von Mähauflberitern auch ein entsprechend schlagkräftiges Siliermanagement am Feld und am Silo vorhanden sein, damit es zu keinen Engpässen und Problemen bei der Einbringung und Verdichtung des Siliergutes kommt. Bei sehr schlechten Witterungsbedingungen und/oder längeren Feldliegezeiten kann es aber auch zu erhöhten Feldverlusten (eventuell auch Auswaschungsverlusten) kommen, eine weitere Gefahr stellt auch das Risiko einer stärkeren Futterverschmutzung auf lückigen oder mit Erdhaufen (Maulwürfe, Wühlmäuse) belasteten Flächen dar.

Der Einsatz einer intensiveren Erntetechnik verursacht zwar einen energetischen Mehraufwand, aus der Sicht der Futtermkonservierung ergeben sich allerdings wesentliche Vorteile mit einer Reduktion des Risikos für Fehlgärungen.

#### 5. Literatur

AHMELS, P. und E. ISENSEE (1989): Vergleich von Mähauflberitern. Landtechnik Nr. 4/89, 44. Jhg., 130-132

BUCHGRABER, K. (1999): Nutzung und Konservierung des Grünlandfutters im Österreichischen Alpenraum. Veröffentlichungen der BAL Gumpenstein, Heft 31

BUCHGRABER, K. und R. RESCH (1993): Der Einfluss der Produktion von Grassilagen auf die Futterqualität und Gärbiologie sowie Auswirkungen auf die Verfütterung und Milchqualität in der Praxis. Silageprojekt „Steirisches Ennstal“, BAL Gumpenstein, 11-32

FRICK, R. (2001): Lade- und Erntewagen. Technik, Neuerungen, Typentabelle. FAT-Berichte Nr. 576, 1-15

GREIMEL, M. (2001): Wirtschaftlichkeitsberechnung zum Mähauflberiterversuch. In: Abschlussbericht des Projektes AL 992203: „Der Mähauflbereiter mit Breitschwadablage“, BAL Gumpenstein

MÜLLER, J und A. FÜBBEKER (1997): Mit 74 Messern dem Häcksler Konkurrenz machen? Top agrar 7/97, 70-73

NUSSBAUM, H.-J. (1995): Futtermkonservierung. In Ökologische Grünlandbewirtschaftung. Hrsg. MANUSCH/PIERINGER, C.F. Müller Verlag, 119-155

NUSSBAUM, H.-J. (1997): Mähauflbereiter mit großen Qualitätsunterschieden. DLZ 4/97, 76-81

PÖLLINGER, A. und E. ZENTNER (2001): Leistungsfähige Grünlandernteverfahren „Feldhäcksler oder Kurzschnittdewagen“. Der Fortschrittliche Landwirt, Heft 5/2001, 26-33

PÖLLINGER, A. (2002): Einfluss der Erntetechnik auf die Futterqualität. Kurzfassung der Vorträge zur Wintertagung für Grünland- und Viehwirtschaft, Aigen, 8-9

PÖTSCH, E.M. und R. RESCH (1997): Einsatz unterschiedlicher Silierzusätze bei Grassilage unter ungünstigen Witterungsbedingungen. 1. Mitteilung: Beeinflussung der Gär- und Futterqualität durch die Anwendung von Silierzusätzen. Zeitschrift „Das Wirtschaftseigene Futter“, Band 43, Heft 1, 21-48

PÖTSCH, E.M. und R. RESCH (2000): Erfolgreiche Futtermkonservierung und gezielter Einsatz von Silierhilfsmitteln. Der Österreichische Bauernbündler 56 (17), 12

RESCH, R. und BUCHGRABER, K. (2001): Silierzusätze richtig einsetzen. Der fortschrittliche Landwirt, Heft 10, 2001, S.6-8

RESCH, R. (2002): 35 Jahre Gumpensteiner Silierversuche. Bericht zum Alpenländischen Expertenforum „Zeitgemäße Futtermkonservierung“, BAL Gumpenstein

SCHECHTNER, G. und ZEILMAYER, W. (1972): Die Gumpensteiner Silo-Versuchsanlage. Sonderdruck aus „Land- und forstwirtschaftliche Forschung in Österreich“, Bundesministerium für Land u. Forstwirtschaft; Agrarverlag, Band 5/1972, S.93-114

TILLEY, J.M.A. and R.A. TERRY (1963): A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society, 18, 104-111

THAYSEN, J. (1997): Besseres Futter durch Aufbereitung. Profi Technik, 5/97, 54-57

WEISSBACH, F. und H. HONIG (1996): Über die Vorhersage und Steuerung des Gärungsverlaufes bei der Silierung von Grünfutter aus extensivem Anbau. Landbauforschung Völkenrode Heft 1/1996, 10-17

WYSS, U. (1996): Futtermkonservierung: Qualität spielt eine entscheidende Rolle. Agrarforschung 3(9), 423-426

WYSS, U. (1997): Einfluss des Einsatzes eines Intensivauflberiters auf die Qualität des konservierten Futters. Eidg. Forschungsanstalt für Nutztier. Versuchsbericht Nr. ERB-95.13

WYSS, U. und J.-P. ROLLE (1998): Hochwertige Grassilage. Die Grüne, 16/98, 22-23

