

Abschlussbericht

Projektnummer:

BAL 2319

Titel des Projektes:

Untersuchungen zu den Gär- und Siliereigenschaften von Vorratssilagen aus Total-Misch-Rationen (TMR)

Studies on fermentation and conservation characteristics of in stock silages of total mixed ratios



Projektleiter:

Univ.-Doz. Dr. Erich M. Pötsch

Berichtleger:

Univ.-Doz. Dr. Erich M. Pötsch, Ing. Reinhard Resch, Dipl.-Ing. Alfred Pöllinger (alle HBLFA Raumberg-Gumpenstein) und Dr. Andreas Adler (AGES)

Laufzeit des Projektes: **2002-2004**

Schlagworte: **Totalmischration, Futterkonservierung, Futterqualität, Gärqualität, Gärsäuren**

key words: **total mixed ration, forage conservation, forage quality, fermentation quality, fermentation acids**

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| 1. Einleitung und Problemstellung..... | 3 |
| 2. Material und Methodik..... | 4 |
| 2.1 TMR-Vorratssilage auf den Praxisbetrieben sowie im Exaktversuch an der HBLFA | 4 |
| 2.1.1 Arbeitstechnische und arbeitswirtschaftliche Erhebungen..... | 4 |
| 2.1.1.1 <i>Eingesetzte Maschinen und Geräte</i> | 4 |
| 2.1.1.2 <i>Gewichtserhebung und Mischungsverhältnisse</i> | 4 |
| 2.1.1.3 <i>Arbeitszeiterfassungen</i> | 4 |
| 2.1.2 Probenentnahme | 4 |
| 2.1.3 Analysen und Messungen | 4 |
| 2.2 „Simulierte“ TMR-Vorratssilage im Exaktsilivertuch an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein | 6 |
| 2.3 „Aufgebesserte Grassilage“ im Exaktsilivertuch an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein | 6 |
| 3. Ergebnisse und Diskussion..... | 7 |
| 3.1 TMR-Vorratssilage auf den Praxisbetrieben | 7 |
| 3.1.1 Arbeitstechnische und arbeitswirtschaftliche Erhebungen..... | 7 |
| 3.1.1.1 <i>Eingesetzte Maschinen und Geräte</i> | 7 |
| 3.1.1.2 <i>Gewichtserhebung und Mischungsverhältnisse</i> | 7 |
| 3.1.1.3 <i>Arbeitszeiterfassungen</i> | 8 |
| 3.1.2 Analysen und Messungen | 9 |
| 3.1.2.1 <i>Futterqualitäten der Ausgangskomponenten</i> | 9 |
| 3.1.2.2 <i>Hygienestatus der Ausgangskomponenten</i> | 11 |
| 3.1.2.3 <i>Gärverlauf im Exaktsilivertuch</i> | 12 |
| 3.1.2.4 <i>Futterqualität, Hygienestatus sowie sensorische Beurteilung der TMR-Vorratssilagen</i> | 14 |
| 3.2 Simulierte TMR-Vorratssilage | 16 |
| 3.2.1 Zusammensetzung der TMR und Futterqualität der Ausgangskomponenten | 16 |
| 3.2.2 Hygienestatus der Ausgangskomponenten..... | 17 |
| 3.2.3 Gärverlauf der simulierten TMR-Vorratssilagen | 18 |
| 3.3 „Aufgebesserte“ Grassilage | 21 |
| 3.3.1 Futterqualität der Ausgangskomponenten..... | 21 |
| 3.3.2 Futterqualität der ausgelagerten, aufgebesserten Grassilage | 21 |
| 4. Zusammenfassung und Fazit für die Praxis..... | 24 |
| 5. Summary and conclusions for the practice | 26 |
| 6. Literatur..... | 27 |
| 7. Anhang..... | 28 |

1. Einleitung und Problemstellung

In der österreichischen Grünlandwirtschaft hat sich in den letzten 20 Jahren eine deutliche Verschiebung von der traditionellen Heubereitung hin zur Grassilageproduktion ergeben. Mehr als 40 % des jährlichen Gesamtfutteranfalles von rund 6,7 Millionen Tonnen Trockenmasse wird heute als Silage konserviert, 30 % als Heu oder Grummet getrocknet, der Rest in Form von Grünfutter verwertet. 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 ganz besondere Rolle spielt. Ziel einer zeitgemäßen Futterkonservierung ist die Erreichung einer möglichst hohen Milchleistung aus qualitativ hochwertigem, wirtschaftseigenen Futter und damit die Minimierung des Einsatzes von betriebsexternen Futtermitteln.

In der modernen Fütterungspraxis setzt sich vor allem in mittleren und größeren Betrieben immer stärker die Technik der Total-Misch-Rationen (TMR) durch, bei der die einzelnen Rationskomponenten den Tieren nicht in einer bestimmten Reihenfolge vorgelegt sondern mittels Mischwagenteknik bereits zu einer Fertirration abgemischt werden. Der Einsatz von TMR in der Milchviehfütterung bringt Leistungssteigerungen von 200 bis 1000 l je Kuh und Jahr (GALLER, 2001). Auch FISCHER (2001) zeigt in eigenen Untersuchungen höhere Trockenmasseaufnahmen beim Einsatz von gemischten im Vergleich zu einzeln vorgelegten Futterrationen. Um diese Vorteile im spezialisierten Milchviehbetrieb nutzen zu können, sind teure Misch- und Verteiltechniken erforderlich (NADLINGER, 1998 und VAN DER MAAS, et. al. 1998), die jedoch erst ab 40 bis 50 Milchkühen betriebswirtschaftlich sinnvoll einsetzbar sind. Die Zubereitung der TMR erfolgt in der Regel separat zu jeder einzelnen Vorlage und verursacht dadurch auch entsprechend hohe laufende Kosten. Hinsichtlich des damit verbundenen Aufwandes besteht nun seitens der Praxis ein verstärktes Interesse, größere Chargen an TMR aufzubereiten, für die spätere Nutzung nochmals zu konservieren und damit für einen längeren Zeitraum eine gleich bleibende, konstante Futterration im Vorrat zu produzieren, die in weiterer Folge mit geringem Mechanisierungsaufwand kostengünstig und effizient eingesetzt werden kann. Nach NUSSBAUM (2001) bietet die Vorrats-TMR besonders für kleinere Betriebe (unter 50 Kühen) ohne eigene Mischtechnik oder Lohnmischer eine interessante Möglichkeit der Futterbereitstellung.

Die Produktion und Konservierung von qualitativ hochwertigem Grundfutter verlangt sorgfältige und genaue Arbeit sowie hohes fachliches Können im Bereich der Ernte- und Siliertechnik. Die Einhaltung der elementaren Silieregeln ist und bleibt dabei die Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Futterkonservierung (BUCHGRABER u.a., 2003). Immer wieder kommt es in der Praxis allerdings zu massiven Fehlgärungen bei der Silagebereitung. Anstatt der erwünschten Milchsäure tritt dann die übel riechende Buttersäure in den Vordergrund, die nicht nur eine starke Geruchsbelästigung bewirkt, sondern auch die Qualität der Futterkonserven bis hin zum völligen Verderb mindert. Ursache für solche Fehlgärungen ist ein verstärktes Auftreten von Clostridien, das sind Bodenbakterien, die vorwiegend über die Futtermittelverschmutzung in die Silage und in weiterer Folge bis in die Milch gelangen und deren Qualität entscheidend mindern. Gefürchtet sind dabei vor allem die Spätblähungen bei der Produktion von Hartkäse.

Bei der Herstellung von Vorrats-TMR können sich aufgrund der Verwendung bereits siliertes und vergorener Komponenten zusätzliche Risiken wie etwa eine alkoholische Gärung und Nacherwärmung bei instabilen Ausgangssilagen, höhere Silierverluste und/oder Fehlgärungen an den angeschnittenen Gras- und Maissilagen ergeben (KALZENDORF, 2001a und 2001b; KALZENDORF 2002; NUSSBAUM, 2001; NUSSBAUM, 2002). Daher erscheint bei dieser Art der Futterkonservierung und –aufbereitung besondere Vorsicht geboten (RICHTER u.a., 2000). Im vorliegenden Projekt wurden daher umfassende Untersuchungen durchgeführt, um die angeführten Problemfelder und Risiken bei der Herstellung von TMR-Vorratssilage abzuklären und für die Praxis entsprechende Empfehlungen abgeben zu können.

2. Material und Methodik

Das vorliegende Projekt untergliedert sich in drei Teilbereiche – zum einen wurden auf zwei Praxisbetrieben, die bereits mit TMR-Vorratssilagen arbeiten, entsprechende Beprobungen durchgeführt und parallel dazu mit den zugrunde liegenden Futterkomponenten exakte Silierversuche an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein angelegt. In weiterer Folge wurden von zwei weiteren Praxisbetrieben TMR-Proben gezogen und an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein als TMR-Silagen konserviert. Zusätzlich wurde im Rahmen eines Silierversuches Grassilage mit Ganzkorngerste versetzt und damit eine „aufgebesserte Grundfuttersilage“ hergestellt.

2.1 TMR-Vorratssilage auf den Praxisbetrieben sowie im Exaktversuch an der HBLFA

Die Erhebungen und Beprobungen wurden auf zwei oberösterreichischen Praxisbetrieben in Seewalchen am Attersee (Betrieb A) und Straß im Attergau (Betrieb B) durchgeführt.

2.1.1 Arbeitstechnische und arbeitswirtschaftliche Erhebungen

Hinsichtlich der erforderlichen Arbeitstechnik und dem erforderlichen Arbeits- und Zeitaufwand gibt es bei der Herstellung von TMR-Vorratssilage noch sehr wenige Informationen. Diese Thematik wurde in der vorliegenden Studie im Rahmen einer Fachprüfungsarbeit zur Grundausbildung im BMLFUW bearbeitet (ZENTNER, 2004).

2.1.1.1 Eingesetzte Maschinen und Geräte

Hier erfolgte eine vollständige Auflistung aller eingesetzten Maschinen und Geräte sowie die Erfassung der relevanten Ausstattungsdetails und Leistungsdaten.

2.1.1.2 Gewichtserhebung und Mischungsverhältnisse

Die Gewichtsbestimmung aller verwendeten Einzelkomponenten erfolgte über die automatische und serienmäßig vorhandene Gewichtsaddiereinrichtung der auf den Betrieben eingesetzten Futtermischwägen. Daraus wurden in weiterer Folge die prozentuellen Gewichtsanteile sowie die Gesamtgewichte errechnet.

2.1.1.3 Arbeitszeiterfassungen

Sämtliche zur Herstellung der TMR-Vorratssilage erforderlichen Einzelarbeitsschritte (Fahrten, Entnahme-, Lade-, Transport- und Siliertätigkeiten) wurden mittels Stoppuhr sekundengenau erfasst und zu wesentlichen Arbeitsabschnitten (Mischung, Entleerung, Silierung) aggregiert.

2.1.2 Probenentnahme

Von allen eingesetzten Futterkomponenten sowie von deren Gesamtmischung wurden repräsentative Proben entnommen und für die nachfolgenden Analysen abgepackt und gekühlt aufbewahrt. Zudem wurden für die an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführten, exakten Silierversuche mit jeder TMR je 3 x 60 l Kunststoffbehälter sowie je 20 Einweckgläser á 2 l für die Dynamikversuche direkt am Betrieb befüllt und damit die Gleichheit des Ausgangsmaterials sichergestellt.

2.1.3 Analysen und Messungen

Sämtliche Ausgangskomponenten wurden auf nachfolgende Parameter/Eigenschaften untersucht: TM, pH-Wert, Zucker, Pufferkapazität, NH₄-Gehalt, Gärsäuren, Rohnährstoffe, Futterqualität sowie Mikrobiologie. Die Untersuchungen/Analysen der angeführten Parameter/Eigenschaften erfolgten nach den nachstehenden einschlägigen Methoden und wurden im chemischen Laboratorium der HBLFA Raumberg-Gumpenstein bzw. in der AGES (Agrarbiologie Linz) durchgeführt:

- Trockenmasse (TM) - Brabender Trockenmasse-Schnellbestimmung
- Rohprotein (XP) - Heraeus Macro-N

- Rohfaser (XF) – Rohfasermethode mit Fibre-Tec Automat
- Rohfett (XL) – Vorschrift 3.0.1 aus dem Methodenbuch der ALVA
- Rohasche (XA) – Veraschung im Muffelofen bei 550° C
- Ammoniumstickstoff (NH₄-N) - NESSLER Methode
- Zucker - VDLUFA modifiziert nach HAAS (1972)
- Milch-, Essig- und Buttersäure - Gaschromatographie
- OM-Verdaulichkeit - in vitro nach TILLEY & TERRY (1963)
- NEL - Regressionsgleichung anhand der DLG-Tabelle für Wiederkäuer

Die Keimgehaltsbestimmungen erfolgten grundsätzlich nach VDLUFA-Methode 28.1.2. Vor der Untersuchung der Proben wurden jeweils ca. 200 g des Materials auf 2 bis 5 cm Länge zerschnitten. Jeweils 40 g Probenmaterial wurden mit 360 ml gepufferter Pepton-NaCl-Lösung im Stomacher suspendiert, mit der gleichen Lösung wurde die Verdünnungsreihe hergestellt. Die zum Erfassen der unterschiedlichen Keimgruppen verwendeten Nährmedien sowie die entsprechenden Kulturbedingungen sind in *Tabelle 1* zusammengefasst.

Die untere Erfassungsgrenze lag für die Keimzahl der Clostridien, der Schimmelpilze und Hefen unter 10² KBE/g FM. Hefen- und Pilzkeimzahlen wurden auf MHGBT-Agar im Oberflächenverfahren ermittelt. Die Bestimmung der Clostridien sporen wurde in Anlehnung an die von JONSSON (1990) beschriebene Methode nach Pasteurisieren der Probe in modifiziertem RCM-Medium nach dem MPN-Verfahren durchgeführt, in geringem Umfang können mit diesem Verfahren allerdings auch fakultativ anaerobe Sporenbildner mit erfasst werden.

Tabelle 1: Erfassung verschiedener Keimgruppen der mikrobiellen Silageflora, Kurzbeschreibung von Probenvorbereitung und Untersuchungsmethodik (aus RESCH und ADLER, 2006)

| | | |
|--|---|---|
| Probenvorbereitung | Probe mit einer Schere zerkleinern | |
| Einwaage / Suspendierung | 40 g / 360 ml in Stomacher-Beutel | |
| Suspendierungs- / Verdünnungslösung | Gepufferte Pepton-Natriumchlorid-Lösung mit Tween 80 | |
| Untersuchungsmethodik, quantitative Verfahren | | |
| Gruppen von Mikroorganismen | Nährmedien | Technik / Inkubation |
| Schimmelpilze und Hefen (VDLUFA 2004) | Malzextrakt-Hefeextrakt-Glukose-Bengalrosa-Agar nach SCHMIDT et al., modif. (VDLUFA 2004) | Oberflächenverfahren Inkubation: aerob 7 Tage, 25°C |
| Clostridien sporen (JONSSON 1990, ADLER 2002) | RCM-Medium (Oxid) supplementiert mit 0,05 g/l Neutralrot 0,20 g/l D-Cycloserin | Erhitzung: 20 min, 75°C MPN-Technik Inkubation: anaerob 5 Tage, 30°C |
| Anreicherungsverfahren | | |
| Listeria spp. (EN ISO 11290) | Fraser-Bouillon, Supplemente halb-, anschl. voll konzentriert Palcam- und Oxford-Agar | Inkubation: aerob 24 h 30°C, anschl. 48 h 37°C 1 bis 2 Tage, 37°C |

Der Nachweis von *Listeria* sp. erfolgte gem. ÖNORM EN ISO 11290-1 (Fraser-Bouillon, Supplemente halb- und anschließend voll konzentriert, Palcam- und Oxford-Agar; Bestätigung verdächtiger Kolonien anhand der Morphologie, Katalasereaktion bzw. immunologisch mittels Listeria Rapid Test, Oxoid).

Darüber hinaus wurde bei den zur Herstellung der TMR-Silage verwendeten Ausgangssilagen eine Sinnenprüfung nach dem ÖAG-Schlüssel (1999) durchgeführt. Hierbei werden die Kriterien Geruch, Gefüge und Farbe beurteilt und mit Punkten bewertet, deren Summe eine Gesamtbeurteilung ermöglicht. Die Sinnenprüfung erfolgte zusätzlich auch unmittelbar nach der Entleerung der Versuchssilos sowie nochmals eine Woche später zur Beurteilung der Haltbarkeit und aeroben Stabilität der geöffneten Silagen.

Bei den an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführten Silierversuchen erfolgte bis zur Endöffnung der 60 l-Kunststoffbehälter auch eine dynamische Beprobung mittels einer jeweils parallel angelegten Versuchsserie mit den Einweckgläsern.

Diese Dynamikproben wurden zur Dokumentation des Gärverlaufes hinsichtlich ihres TM-Gehaltes, pH-Wertes, NH_4 -Gehaltes und der Gärsäuren untersucht. Die nach der Öffnung der Versuchssilos gewonnenen Endproben der fertigen TMR-Silage wurden hinsichtlich TM, pH-Wert, Zucker, NH_4 -Gehalt, Gärsäuren, Rohrnährstoffe, Futterqualität und Mikrobiologie analysiert (Analysemethoden siehe 2.1.3).

2.2 „Simulierte“ TMR-Vorratssilage im Exaktsilierversuch an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Von zwei weiteren Praxisbetrieben in der Steiermark, die schon seit Jahren das System der TMR einsetzen, wurden jeweils Proben der Mischrationen gezogen und im Rahmen eines exakten Silierversuches an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein konserviert. Diese „simulierte“ TMR-Vorratssilage wurde hinsichtlich ihrer einzelnen Ausgangskomponenten untersucht und in weiterer Folge einer dynamischen Beprobung unterzogen. Die Untersuchungsparameter waren TM, pH-Wert, Zucker, NH_4 -Gehalt, Gärsäuren, Rohrnährstoffe, Futterqualität und Mikrobiologie (Analysemethoden siehe 2.1.3).

2.3 „Aufgebesserte Grassilage“ im Exaktsilierversuch an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Als vereinfachte Form einer TMR-Silage erfolgte hier der Zusatz von Ganzkorngerste zu Grassilage, mit der Zielsetzung, deren Basisfutterqualität zu erhöhen. Je 1000 kg Siliergut (Dauerwiese, 1. Aufwuchs) wurden 85 kg Gerste eingemischt. Auch bei diesem Silierversuch erfolgte eine Bestimmung von TM, pH-Wert, Zucker, NH_4 -Gehalt, Gärsäuren, Rohrnährstoffen, Futterqualität und Mikrobiologie in den Ausgangskomponenten sowie in der fertigen Silage (Analysemethoden siehe 2.1.3).

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 TMR-Vorratssilage auf den Praxisbetrieben

3.1.1 Arbeitstechnische und arbeitswirtschaftliche Erhebungen

3.1.1.1 Eingesetzte Maschinen und Geräte

Am Betrieb A wurde ein betriebseigener Futtermischwagen der Marke Siloking mit einem Fassungsvermögen von 9 m³ eingesetzt. Dieser Mischwagen wies als Serienausstattung einen Strohring, einen Einfülltrichter für Mineralfutter sowie eine Addierwiegeeinrichtung auf. Der Mischwagen wurde von einem Gemeinschaftstraktor (Steyr 9094) angetrieben, die Ladetätigkeiten erfolgten mit einem Geräteträger (Fendt F380 GT) mittels Frontlader (Hydrac Eurokipp) und Silozange (Trima).

Am Betrieb B wurde ein Gemeinschaftsmischer (7 Landwirte) der Marke Siloking mit einem Fassungsvermögen von 17 m³ eingesetzt. Auch dieser Mischwagen wies einen Strohring sowie eine Addierwiegeeinrichtung auf. Der Mischwagen wurde von einem Traktor der Marke Deutz Agrotan 6.01 betrieben, als Ladegerät kam ein Teleskoplader der Marke Merlo P 35.7 KT zum Einsatz. Technische Details und Leistungsdaten zu den eingesetzten Maschinen und Geräten sind im Anhang (Projektarbeit ZENTNER, 2004) angeführt und ersichtlich (siehe Anhang). Auf beiden Betrieben gab es beim Einsatz der aufgelisteten Maschinen und Geräte während der Herstellung der TMR-Vorratssilage keine nennenswerten technischen Schwierigkeiten und somit auch keine Leerläufe.

3.1.1.2 Gewichtserhebung und Mischungsverhältnisse

Das Ausgangsmaterial für die beiden TMR-Vorratssilagen wurde in 14 (Betrieb A) bzw. 16 (Betrieb B) Mischungsvorgängen aufbereitet. Die *Tabellen 2 und 3* zeigen die verwendeten Einzelfutterkomponenten sowie deren Gewichts- und Mischungsanteile in den einzelnen Teilmischungen sowie in der Gesamtmischung.

Tabelle 2: Mischungskomponenten der TMR-Vorratssilage sowie deren Gewichts- und Mischungsanteil am Betrieb A (abgeändert und ergänzt nach ZENTNER, 2004)

| Mischung Nr.: | Maissilage + Grassilage in kg FM | Maissilage + Grassilage in % | Biertreber in kg FM | Biertreber in % | Krafftutter in kg FM | Krafftutter in % | Gesamtgewicht in kg FM |
|-------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------|-----------------|----------------------|------------------|------------------------|
| 1 | 2.550 | 79 | 290 | 9 | 370 | 12 | 3.210 |
| 2 | 2.490 | 84 | 250 | 8 | 240 | 8 | 2.980 |
| 3 | 2.680 | 84 | 290 | 9 | 220 | 7 | 3.190 |
| 4 | 2.965 | 83 | 325 | 9 | 280 | 8 | 3.570 |
| 5 | 2.855 | 83 | 265 | 8 | 305 | 9 | 3.425 |
| 6 | 2.835 | 84 | 265 | 8 | 290 | 9 | 3.390 |
| 7 | 2.580 | 82 | 260 | 8 | 305 | 10 | 3.145 |
| 8 | 3.000 | 83 | 305 | 8 | 300 | 8 | 3.605 |
| 9 | 2.985 | 82 | 315 | 9 | 320 | 9 | 3.620 |
| 10 | 3.040 | 83 | 315 | 9 | 310 | 8 | 3.665 |
| 11 | 2.980 | 83 | 300 | 8 | 330 | 9 | 3.610 |
| 12 | 2.880 | 81 | 290 | 8 | 390 | 11 | 3.560 |
| 13 | 2.930 | 80 | 395 | 11 | 340 | 9 | 3.665 |
| 14 | 2.680 | 82 | 280 | 9 | 320 | 10 | 3.280 |
| Summe | 39.450 | | 4.115 | | 4.320 | | 47.915 |
| Mittelwert | 2.818 | 82,4 | 296 | 8,6 | 309 | 9,1 | 3423 |
| s | 186 | 1,5 | 36,3 | 0,8 | 44,7 | 1,3 | 225 |

Neben einer Grundsilage, bestehend aus einer Grassilage (4. Aufwuchs) und einer im Fahrsilo darüber geschichteten Maissilage kamen am Betrieb A noch Biertreber und Krafftutter (15% Weizen + 15% Gerste + 20% Körnermais + 20% Sojaextraktionsschrot + 10% Hafer + 15% Erbse + 2% Mineralstoffe und Salz + 3% Rapsextraktionsschrot) zum

Einsatz. Insgesamt wurden in 14 Teilmischungsvorgängen knapp 48 Tonnen Frischmasse an TMR-Vorratssilage aufbereitet und erneut siliert. Die einzelnen Teilmischungen wiesen angesichts der eingesetzten Geräte eine durchaus homogene Zusammensetzung der Einzelkomponenten auf, es könnte aber durch das Vorhandensein der automatischen Addierwiegeeinrichtung eine noch höhere Präzision erreicht werden.

Tabelle 3: Mischungskomponenten der TMR-Vorratssilage sowie deren Gewichts- und Mischungsanteil am Betrieb B (abgeändert und ergänzt nach ZENTNER, 2004)

| Mischung Nr.: | Gras-silage in kg FM | Gras-silage in % | Mais-silage in kg FM | Mais-silage in % | Bier-treber in kg FM | Bier-treber in % | Kraft-futter in kg FM | Kraft-futter in % | Gesamt-gewicht in kg FM |
|-------------------|----------------------|------------------|----------------------|------------------|----------------------|------------------|-----------------------|-------------------|-------------------------|
| 1 | 2.050 | 38 | 1.654 | 30 | 916 | 17 | 820 | 15 | 5.440 |
| 2 | 2.040 | 37 | 1.540 | 28 | 1.090 | 20 | 800 | 15 | 5.470 |
| 3 | 2.050 | 35 | 1.720 | 29 | 1.210 | 21 | 900 | 15 | 5.880 |
| 4 | 1.830 | 34 | 1.660 | 31 | 1.080 | 20 | 800 | 15 | 5.370 |
| 5 | 2.206 | 41 | 1.574 | 29 | 790 | 15 | 790 | 15 | 5.360 |
| 6 | 1.950 | 36 | 1.900 | 35 | 750 | 14 | 840 | 15 | 5.440 |
| 7 | 1.970 | 36 | 1.580 | 29 | 930 | 17 | 940 | 17 | 5.420 |
| 8 | 1.830 | 33 | 1.980 | 35 | 940 | 17 | 880 | 16 | 5.630 |
| 9 | 1.845 | 33 | 1.835 | 33 | 1.166 | 21 | 720 | 13 | 5.566 |
| 10 | 1.976 | 36 | 1.690 | 31 | 1.004 | 18 | 866 | 16 | 5.536 |
| 11 | 1.950 | 34 | 1.810 | 32 | 1.080 | 19 | 840 | 15 | 5.680 |
| 12 | 1.870 | 32 | 2.026 | 35 | 1.044 | 18 | 840 | 15 | 5.780 |
| 13 | 1.980 | 37 | 1.596 | 30 | 904 | 17 | 866 | 16 | 5.346 |
| 14 | 1.680 | 32 | 1.980 | 38 | 1.110 | 21 | 436 | 8 | 5.206 |
| 15 | 2.092 | 43 | 2.044 | 42 | 784 | 16 | 0 | 0 | 4.920 |
| 16 | 1.836 | 40 | 2.236 | 48 | 580 | 13 | 0 | 0 | 4.652 |
| Summe | 31.155 | | 28.825 | | 15.378 | | 11.338 | | 86.696 |
| Mittelwert | 1.947 | 36 | 1.802 | 33 | 961 | 18 | 709 | 13 | 5.419 |
| s | 128 | 3,2 | 207 | 5,4 | 170 | 2,5 | 298 | 5,4 | 304 |

Am Betrieb B wurden als Ausgangskomponenten Grasballensilage (1. und 2. Aufwuchs), zugekaufte Maissilage, Biertreber sowie Kraftfutter eingesetzt und in 16 Teilmischungen vermengt. Die in *Tabelle 3* dargestellten Daten zeigen eine vergleichsweise hohe Streuung in der Zusammensetzung der Teilmischungen, insbesondere die drei letzten Abmischungen weichen durch die Reduktion bzw. das Fehlen der Kraftfutterkomponente extrem stark von den restlichen Chargen ab.

Dies führt in weiterer Folge natürlich auch zu Inhomogenitäten in der TMR-Vorratssilage sowie nachfolgend in der Zusammensetzung der Futtermischung. Auf die Probenahme für den nachfolgenden Exaktsiliverversuch an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein hatte diese Heterogenität allerdings keine Auswirkungen, da die letzten Abmischungen nicht mehr zur Herstellung der Mischproben herangezogen wurden.

Im Falle der Herstellung einer TMR-Vorratssilage ist jedenfalls zur Vermeidung derartiger Abweichungen dafür zu sorgen, dass die vorgesehenen Mischungskomponenten in ausreichender Menge am Betrieb vorhanden sind, damit eine gleichmäßige Zusammensetzung aller Einzelmischungen und damit auch der Gesamtmischung gewährleistet ist.

3.1.1.3 Arbeitszeiterfassungen

Bei den Arbeitszeiterhebungen wurde zwischen der Ladezeit, der reinen Mischzeit, der Fahrtdauer zum Silo und der Entleerzeit des Futtermischwagens auf der Siloplatte unterschieden. *Tabelle 4* enthält die zusammengefassten Arbeitszeitdaten für die beiden untersuchten Betriebe, wobei sich die Angaben einmal je hergestellte Mischung und zum unmittelbaren Vergleich auch auf je 1 t hergestellte TMR-Vorratssilage beziehen. Beeinflusst wird der Arbeitszeitaufwand neben der Geräte- und Maschinenausstattung natürlich ganz

besonders stark von den innerbetrieblichen Rahmenbedingungen (Entfernungen, Position und Form der Verfügbarkeit der verwendeten Einzelkomponenten). Durch das Vorliegen der Grassilage in Form von Siloballen konnte etwa am Betrieb B eine beachtliche Reduktion der Ladezeit erreicht werden, allerdings stieg dadurch der Zeitbedarf für das Mischen an.

Tabelle 4: Arbeitszeitaufwand zur Herstellung von TMR-Vorratssilage auf zwei Praxisbetrieben

| | Betrieb A | Betrieb B |
|--------------------------|------------------|------------------|
| Ladezeit/Mischung | 4 min 44 s | 2 min 32 s |
| Mischzeit/Mischung | 10 min 17 s | 16 min 56 s |
| Silofahrt/Mischung | 3 min 10 s | 27 s |
| Entleerungszeit/Mischung | 1 min 43 s | 1 min 23 s |
| | | |
| Ladezeit/t FM | 1 min 23 s | 28 s |
| Mischzeit/t FM | 3 min 0 s | 3 min 7 s |
| Silofahrt/t FM | 56 s | 5 s |
| Entleerungszeit/t FM | 30 s | 15 s |
| | | |
| Gesamtzeit/Mischung | 19 min 54 s | 21 min 18 s |
| Gesamtzeit/t FM | 5 min 49 s | 3 min 55 s |

Der Hauptzeitaufwand betrifft den Mischungsvorgang, gefolgt von den Ladezeiten, sowie den Fahrzeiten zum Silo bzw. der Entleerung am Silo. Die Gesamtarbeitszeit je t TMR-Vorratssilage lag jedenfalls am Betrieb A um fast 2 Minuten resp. mehr als 55% über jener am Betrieb B.

Eine Gegenüberstellung der Maschinen- und Personalkosten für die beiden Betriebe ergab auf Basis von ÖKL-Richtwerten (2004) einen Kostenaufwand von € 6,20 resp. € 6,40 je Tonne TMR-Vorratssilage ohne Berücksichtigung der Kosten für eine entsprechende Abdeckung mittels Silofolie (ZENTNER, 2004). Ein mit den im Projekt ermittelten Arbeitszeiterhebungen durchgeführter betriebswirtschaftlicher Vergleich zwischen Vorrats-TMR und täglich frisch bereiteter TMR ergab unter Einbeziehung der Geräte- und Maschinenkosten einen deutlichen Kostenvorteil der TMR-Vorratssilage (STIEG, 2003).

3.1.2 Analysen und Messungen

3.1.2.1 Futterqualitäten der Ausgangskomponenten

Die Qualität der zur Herstellung von Vorratssilage verwendeten Einzelkomponenten sollte möglichst hoch sein, um eine günstige Basis für die nachfolgende, neuerliche Vergärung zu schaffen (BUCHGRABER u.a., 2003). Es ist jedenfalls strikt davon abzuraten, fehl gegorene und/oder hygienisch bedenkliche Futterchargen einzusetzen. Es könnte in diesem Fall zu einer Kontamination der eingesetzten, qualitativ guten und hygienisch unbedenklichen Mischungskomponenten und zu einer Fehlgärung der gesamten Charge kommen.

Betrieb A

Direkt vor Ort wurde zunächst eine Sinnenprüfung der eingesetzten, bereits vergorenen Silagekomponenten durchgeführt. Die am Betrieb A vorhandene Maissilage erhielt dabei 19 Bewertungspunkte (Geruch 14, Gefüge 4, Farbe 2) und wurde mit sehr gut beurteilt. Die vom 4. Aufwuchs stammende Grassilage erhielt 17 Bewertungspunkte (Geruch 11, Gefüge 4, Farbe 2) und wurde mit gut beurteilt. Die verwendete Biertreber war noch frisch und wies einen typischen Trebergergeruch auf.

Betrieb B

Die hier eingesetzte Maissilage erhielt die Note gut-sehr gut (18 Punkte: Geruch 13, Gefüge 4, Farbe 2), die Grassilage des 1. Aufwuchses erhielt 14 Bewertungspunkte (Geruch 9, Gefüge 3, Farbe 2) und die Einstufung mittel. Die zweite Grassilage des 2. Aufwuchses wurde mit gut bewertet (16 Punkte: Geruch 10, Gefüge 4, Farbe 2). Die hier verwendete Biertreber war ebenfalls in einem guten, frischen Zustand.

*Tabelle 5: Futterwert der am **Betrieb A** eingesetzten Futterkomponenten sowie der TMR-Vorratssilage vor der neuerlichen Konservierung*

| | Grassilage | Maissilage | Biertreber | Krafftfutter | Fertige Vorrats-TMR |
|-----------------------|------------|------------|------------|--------------|---------------------|
| TM (g/kg FM) | 263,8 | 336,2 | 190,4 | 903,5 | 322,1 |
| XP (g/kg TM) | 200,7 | 82,3 | 240,3 | 214,6 | 179,0 |
| XF (g/kg TM) | 236,4 | 216,8 | 172,1 | 57,7 | 188,3 |
| XL (g/kg TM) | 44,9 | 29,3 | 75,1 | 28,0 | 41,1 |
| XA (g/kg TM) | 126,3 | 38,4 | 42,5 | 55,6 | 83,9 |
| XX (g/kg TM) | 391,8 | 633,2 | 470,0 | 644,2 | 507,7 |
| OM (g/kg TM) | 873,7 | 961,6 | 957,5 | 944,4 | 916,1 |
| VOM (%) | 73 | 72 | 47* | 87 | 74 |
| ME (MJ/kg TM) | 9,70 | 10,73 | 6,29* | 13,01 | 10,36 |
| NEL (MJ/kg TM) | 5,72 | 6,47 | 3,22* | 8,14 | 6,20 |
| pH-Wert | 4,6 | 3,7 | 4,3 | 6,2 | 4,4 |

*starker Rückgang der Futterqualität bedingt durch biertreberfreie Ration der Pansensaftspendertiere

Die am Betrieb A eingesetzte Grassilage wies hinsichtlich der Inhaltsstoffe eine mittlere Qualität auf. Es handelte sich um eine Nasssilage mit ca. 26% TM mit einem für einen 4. Aufwuchs typisch hohen Rohproteingehalt und niedrigen Rohfaseranteil. Der mit knapp 13% relativ hohe Rohaschegehalt drückt die Verdaulichkeit der organischen Masse und führt zu einem verhältnismäßig niedrigen Energiegehalt von 5,7 MJ NEL/kg TM. Die Maissilage zeigte eine sehr hohe Futterqualität und entspricht gemäß Futterwerttabelle einem Silomais in Gelbreife mit einem hohen Kolbenanteil. Die Biertreber entspricht in allen Inhaltsstoffen den bekannten Werten (DLG Futterwerttabelle, 1997) fällt jedoch in der VOM und im Energiegehalt gegenüber den Vergleichswerten (VOM 66%; 6,44 MJ NEL/kg TM) extrem ab. Der Grund dafür liegt in der pansensaftabhängigen Analysenmethode zur Bestimmung der in-vitro Verdaulichkeit (nach TILLEY & TERRY, 1963). Die Mikroflora des Pansensaftes der Spendertiere konnte aufgrund der biertreberfreien Ration den Aufschluss des Biertreibers nur unzureichend erfüllen, außerdem wurden keine Biertreberstandards mit bekannter in vivo-Verdaulichkeit für die Fehlerkorrektur verwendet. Das verwendete Krafftfutter weist erwartungsgemäß sehr gute Futterqualitätseigenschaften auf.

Die nach dem Mischvorgang, noch vor der Silierung gezogene TMR-Probe liegt bei einem TM-Gehalt von 32% und weist knapp 18% Rohprotein und 19% Rohfaser auf. Die Verdaulichkeit der organischen Masse mit ca. 74% und der mit 6,2 MJ NEL/kg TM hohe Energiegehalt bieten sehr gute Voraussetzungen für die weitere Verwertung. Die TMR weist mit 4,4 Einheiten einen für bereits konservierte Chargen typischen, niedrigen pH-Wert auf.

Im Gegensatz zum Betrieb A wurden am Betrieb B zwei stark angewelkte Grassilagen (35 und 36% TM) eingesetzt, die allerdings mit 5,3 resp. 4,1 MJ NEL/kg TM einen niedrigen bzw. sehr niedrigen Energiegehalt aufwiesen (Tabelle 6). Auch die eingesetzte Maissilage lag in der Futterqualität deutlich unter jener am Betrieb A, ähnliches gilt auch für die Biertreber. Die anteilmäßig relevanten Futterkomponenten zur Herstellung der TMR-Vorratssilage wiesen also insgesamt am Betrieb B eine deutlich niedrigere Futterqualität auf.

Tabelle 6: Futterwert der am **Betrieb B** eingesetzten Futterkomponenten

| | Grassilage 1 | Grassilage 2 | Maissilage | Biertreber | Krafftutter |
|-----------------------|--------------|--------------|------------|------------|-------------|
| TM (g/kg FM) | 344,8 | 361,9 | 267,3 | 207,8 | 833,6 |
| XP (g/kg TM) | 177,9 | 166,8 | 89,6 | 284,1 | 208,4 |
| XF (g/kg TM) | 278,6 | 281,5 | 206,0 | 141,9 | 83,8 |
| XL (g/kg TM) | 36,3 | 30,3 | 27,7 | 88,9 | 21,7 |
| XA (g/kg TM) | 87,9 | 110,3 | 37,6 | 42,9 | 68,0 |
| XX (g/kg TM) | 419,3 | 411,1 | 638,9 | 442,2 | 618,1 |
| OM (g/kg TM) | 912,1 | 889,7 | 962,4 | 957,1 | 932,0 |
| VOM (%) | 67 | 58 | 64 | 42* | 87 |
| ME (MJ/kg TM) | 9,18 | 8,33 | 9,29 | 5,40* | 12,92 |
| NEL (MJ/kg TM) | 5,34 | 4,75 | 5,42 | 2,58* | 8,07 |
| pH-Wert | 5,0 | 5,5 | 4,2 | 3,9 | 6,4 |

*starker Rückgang der Futterqualität bedingt durch biertreberfreie Ration der Pansensaftpendertiere

3.1.2.2 Hygienestatus der Ausgangskomponenten

Tabelle 7: Hygienestatus der TMR-Komponenten am Betrieb A

| | Listerien | Clostridien- sporen | Hefen | Schimmelpilze | Identifizierung |
|--------------------------------|--|------------------------|----------------|----------------|----------------------------------|
| | (in 25 g FM) * | (log KBE/g FM) ** | (log KBE/g FM) | (log KBE/g FM) | |
| Grassilage | n.n. | 6,38 | < 2 | < 2 | |
| Maissilage | n.n. | 3,36 | < 2 | 2,74 | <i>Penicillium</i> sp. |
| Biertreber | n.n. | < 1,47 | 5,77 | < 3 | |
| Krafftutter | n.n. | 1,96 | 2,60 | 3,67 | u.a. Aspergillus, Fusarium |
| Fertige Vorrats-TMR | n.n. | 5,97 | 3,93 | 4,13 | <i>Penicillium</i> sp. |
| | * Listerien: nachweisbar / nicht nachweisbar (n.n.) in 25 Gramm Frischmasse | | | | |
| | ** log KBE / g FM = koloniebildende Einheiten (logarithmiert) je Gramm Frischmasse | | | | |

In keiner der am Betrieb A eingesetzten Ausgangskomponenten wurden Listerien nachgewiesen. Der Besatz an Clostridien sporen, als potentielle Verursacher von Fehlgärungen und Buttersäurebildung, lag verglichen mit dem Toleranzwert für qualitativ gute Grassilagen (< 4 log KBE/g FM) sowohl in der Grassilage als auch bei der fertig gemischten TMR auf einem ungünstig hohen Ausgangsniveau (ADLER, 2002). Der für Hefen angegebene Toleranzwert von max. 5 log KBE/g FM wurde bei der Biertreber überschritten, der Gehalt an Schimmelpilzen lag bei der zur Silierung vorbereiteten TMR knapp über dem für Grassilagen angegebenen Richtwert von 4 log KBE/g FM. Der qualitative Nachweis bei den Schimmelpilzen zeigte einen Besatz mit *Penicillium* species sowie Aspergillus und Fusarium.

Eine der am Betrieb B eingesetzten Grassilagen wies einen sehr hohen Clostridien sporeng Gehalt auf, die Maissilage hatte einen mit 5,6 log KBE/g FM hohen Hefebesatz. Bei keiner der verwendeten Futterkomponenten wurden Listerien nachgewiesen, der Schimmelpilzbesatz lag jeweils im Toleranzbereich von < 4 log KBE/g FM (BUCHGRABER und RESCH, 1993 sowie 1994, BUCHGRABER u.a., 1996).

Tabelle 8: Hygienestatus der TMR-Komponenten am Betrieb B

| | Listerien | Clostridien- sporen | Hefen | Schimmelpilze | Identifizierung |
|---------------------|--|------------------------|-------------------|----------------|---|
| | (in 25 g FM) * | (log KBE/g FM) ** | (log KBE/g FM) | (log KBE/g FM) | |
| Grassilage 1 | n.n. | 6,66 | 2,00 | < 2 | |
| Grassilage 2 | n.n. | 3,97 | 2,70 | 2,54 | <i>Penicillium sp.</i> |
| Maissilage | n.n. | < 1,47 | 5,67 | < 3 | |
| Biertreber | n.n. | < 1,47 | 3,30 | < 2 | |
| Krafftfutter | n.n. | < 1,47 | 2,88 | 3,66 | <i>Aspergillus,</i> <i>Penicillium sp.</i> |
| | * Listerien: nachweisbar / nicht nachweisbar (n.n.) in 25 Gramm Frischmasse | | | | |
| | ** log KBE / g FM = koloniebildende Einheiten (logarithmiert) je Gramm Frischmasse | | | | |

3.1.2.3 Gärverlauf im Exaktsilierversuch

Die auf den beiden Praxisbetrieben hergestellten TMR-Vorratssilagen wurden zusätzlich an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein exakte, unter kontrollierten Bedingungen ablaufende Silierversuche angelegt. Die nachfolgend dargestellten Dynamikuntersuchungen (jeweils Öffnung der 2 l Einweckgläser in bestimmten Abständen) geben einen Einblick in den Gärverlauf vom Beginn der Silierung bis zur Öffnung der Silos und dem Beginn der Verfütterung. Bei beiden Versuchen wurden die Dynamikproben zusätzlich noch rund 30 Tage über den Öffnungstermin weitergeführt, um etwaige weitere Veränderungen zu dokumentieren.

Ergebnisse Betrieb A

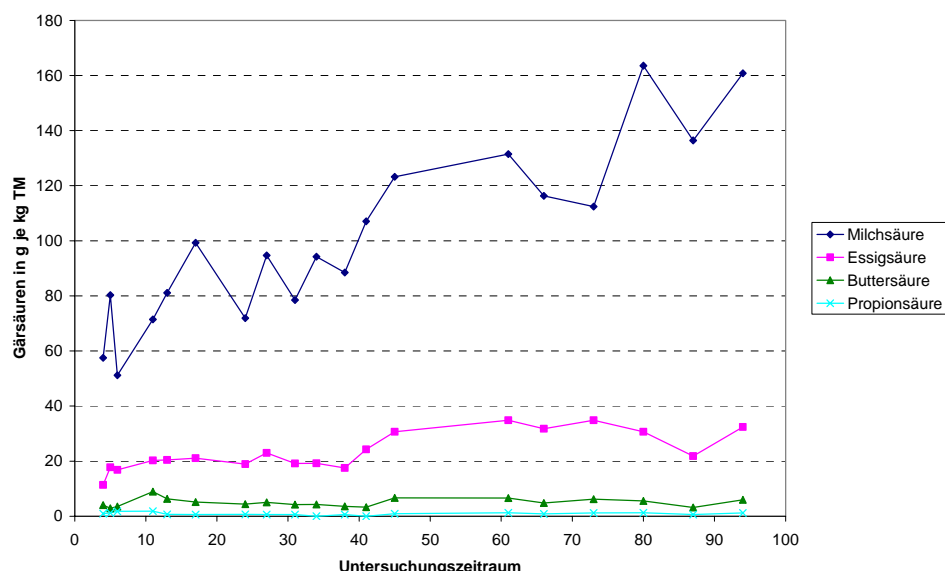


Abbildung 1: Gärsäuregehalt der TMR-Vorratssilage des Betriebes A im dynamischen Verlauf

Die erste Probenahme erfolgte drei Tage nach dem Befüllen der Silos mit der TMR, die letzte Beprobung wurde rund 3 Monate danach durchgeführt. Aus *Abbildung 1* geht klar hervor, dass es im Beprobungszeitraum zu einem kontinuierlichen Anstieg des

Milchsäuregehaltes von rund 6% auf knapp 16% in der TM gekommen ist und diese TMR-Silage somit einen typischen Konservierungsverlauf genommen hat (PÖTSCH und RESCH, 1997). KALZENDORF (2002) bestätigt mit ihren Versuchsreihen, dass bei der Herstellung von TMR-Vorratssilage eine erneute Gärung stattfindet, dies zeigt sich auch in Versuchen von STÖGMÜLLER (2006). Ab etwa 40 Tagen kam es auch zu einer Erhöhung des Essigsäuregehaltes, der allerdings mit maximal 3,5% in der TM im Toleranzbereich für Qualitätssilagen blieb. KALZENDORF (2002) verweist darauf, dass es beim Einsilieren von Futtermischungen im Allgemeinen zu einer verstärkten Essigsäurebildung, mitunter aber auch zu einer alkoholischen Gärung kommt. Die Propionsäurebildung lag bei maximal 0,2%, die Buttersäurekonzentration überstieg hingegen doch recht deutlich die mit 0,3% in der TM festgelegte Toleranzgrenze. Im Verlauf des gesamten Beobachtungszeitraumes von etwa 90 Tagen kam es zu einem kräftigen Anstieg des Gesamtsäuregehaltes von 74 auf knapp 200 g/kg TM.

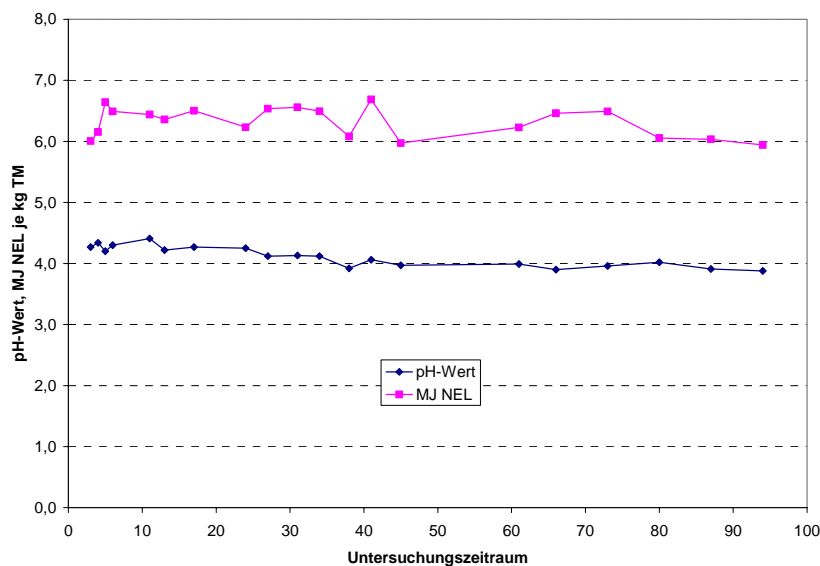


Abbildung 2: Verlauf des pH-Wertes und der Energiekonzentration in der TMR-Vorratssilage des Betriebes A

Der pH-Wert der TMR-Vorratssilage des Betriebes A sank von 4,3 auf 3,9 Einheiten ab, spiegelt damit auch gut den Anstieg des Gärtsäuregehaltes wider und belegt eine über den gesamten Untersuchungszeitraum sehr stabile Gärsituation (Abbildung 2). Die Energiekonzentration erreichte einen Maximalwert von rund 6,5 MJ NEL je kg TM, fiel allerdings gegen Ende des Untersuchungszeitraumes auf knapp 6,0 MJ NEL je kg TM ab. Offensichtlich kam es in dieser Endbeprobungsphase nochmals zu einem erhöhten Energiebedarf durch die Milchsäurebakterien.

Ergebnisse Betrieb B

Ausgehend von einer vergleichbaren Konzentration am Beginn der Silierung kam es in dieser TMR-Vorratssilage nur zu einem relativ geringfügigen Anstieg des Milchsäuregehaltes auf maximal 11 % in der TM mit einer sehr sprunghaften Dynamik im hier etwas kürzeren Untersuchungszeitraum. Die Essigsäurekonzentration lag niedriger als in der TMR-Silage des Vergleichsbetriebes, ebenso der Gehalt an Butter- und Propionsäure (Abbildung 3). Im Verlauf des gesamten Beobachtungszeitraumes von etwa 75 Tagen kam es auch auf dem Betrieb B zu einem deutlichen Anstieg des Gesamtsäuregehaltes von 99 auf 129 g/kg TM.

Der in *Abbildung 4* dargestellte Verlauf des pH-Wertes zeigte einen ähnlichen Verlauf wie am Betrieb A, die Energiekonzentration lag am Ende der Untersuchungsphase mit rund 6 MJ

NEL/kg TM trotz sehr unterschiedlicher Ausgangsmaterialien ebenfalls auf einem vergleichbaren Niveau.

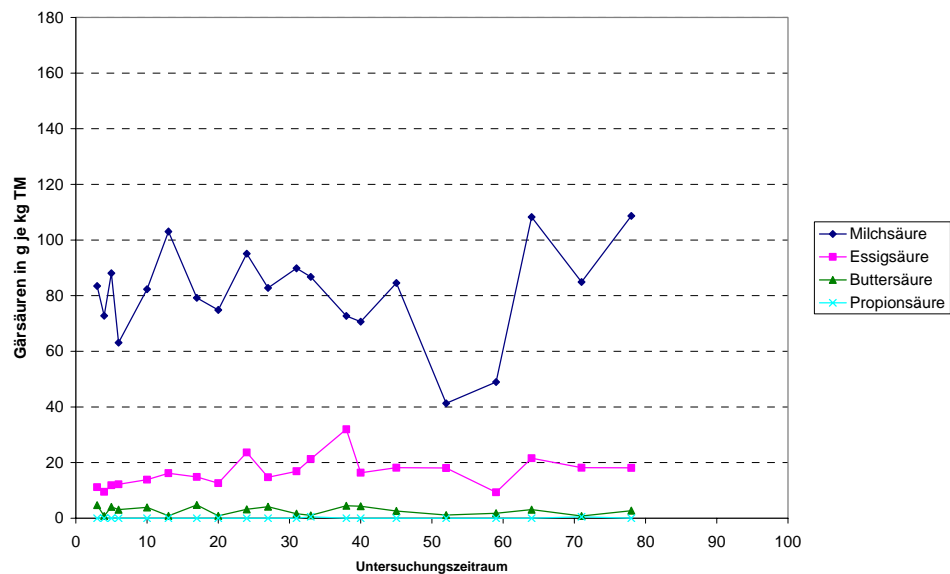


Abbildung 3: Gär säuregehalt der TMR-Vorratssilage des Betriebes B im dynamischen Verlauf

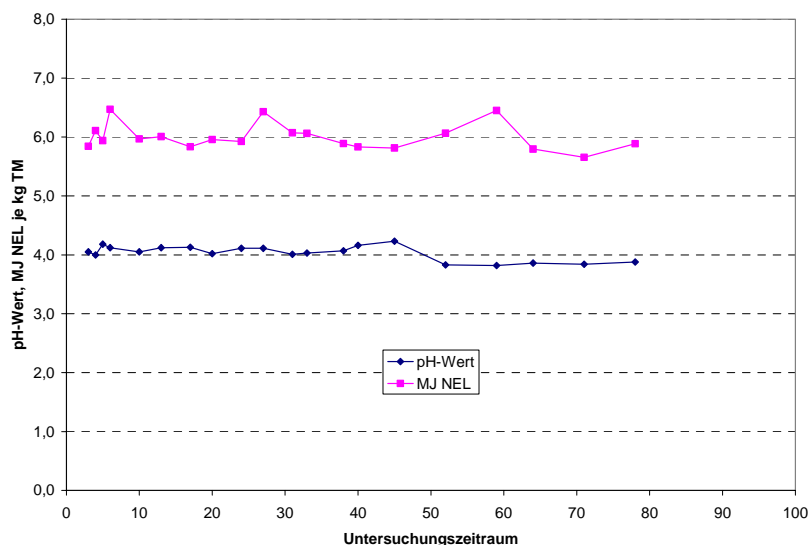


Abbildung 4: Verlauf des pH-Wertes und der Energiekonzentration in der TMR-Vorratssilage des Betriebes A

3.1.2.4 Futterqualität, Hygienestatus sowie sensorische Beurteilung der TMR-Vorratssilagen

Neben der Erhebung und Analyse der Rohnährstoffgehalte, Gär säuregehalte und Hygieneparameter erfolgte nach der Entleerung der Versuchssilos auch eine sensorische Beurteilung nach dem ÖAG-Sinnenprüfungsschlüssel für Silagen. Die in *Tabelle 9* angeführten Daten zur Futterqualität der TMR-Vorratssilagen beziehen sich auf den jeweiligen Entleerungstermin (Betrieb A: 61 Tage, Betrieb B: 40 Tage).

Trotz unterschiedlicher Ausgangskomponenten und divergierendem Gärverlauf konnten auf beiden Betrieben gute Gesamtfutterqualitäten erreicht werden. Beide TMR-Vorratssilagen wiesen zum Zeitpunkt der Entleerung mit 6,2 resp. 6,3 MJ NEL/kg TM eine sehr gute

Energiekonzentration und damit gute Voraussetzungen für entsprechend hohe tierische Leistungen auf. Verglichen mit den für Grassilagen bestehenden Qualitätsparametern liegen die beiden untersuchten TMR-Vorratssilagen mit Ausnahme des zu hohen Buttersäuregehaltes im jeweiligen Toleranzbereich.

Tabelle 9: Futterqualität der TMR-Vorratssilagen der Betriebe A und B

| | Betrieb A | | Betrieb B | | Qualitätsparameter für Grassilagen |
|--|-------------|------|-------------|------|------------------------------------|
| | Mittelwert | s | Mittelwert | s | |
| Anzahl an Proben | 3 | | 3 | | |
| | | | | | Toleranzbereich |
| TM (g/kg FM) | 337,5 | 1,4 | 384,9 | 10,9 | 300 – 450 |
| XP (g/kg TM) | 172,2 | 3,7 | 197,2 | 4,1 | |
| XF (g/kg TM) | 188,6 | 7,0 | 173,4 | 14,4 | < 270 |
| XL (g/kg TM) | 40,6 | 1,5 | 35,3 | 1,3 | |
| XA (g/kg TM) | 79,5 | 1,4 | 69,0 | 1,2 | < 100 |
| XX (g/kg TM) | 519,2 | 8,2 | 525,1 | 18,1 | |
| OM (g/kg TM) | 920,5 | 1,4 | 931,0 | 1,2 | |
| VOM (%) | 74 | 0,8 | 72 | 1,1 | > 68 |
| ME (MJ/kg TM) | 10,42 | 0,1 | 10,46 | 0,2 | |
| NEL (MJ/kg TM) | 6,24 | 0,1 | 6,29 | 0,1 | > 5,5 |
| NH ₄ -N in % von N _{ges} | 7,4 | 0,3 | 4,0 | 0,1 | < 10 |
| Milchsäure (g/kg TM) | 160,2 | 11,3 | 80,4 | 2,8 | 20 - 60 |
| Essigsäure (g/kg TM) | 30,7 | 4,5 | 18,5 | 10,0 | < 30 |
| Buttersäure (g/kg TM) | 5,6 | 0,5 | 18,2 | 2,1 | < 3 |
| Propionsäure (g/kg TM) | 1,0 | 0,2 | 2,6 | 1,6 | |
| pH-Wert | 3,9 | 0,03 | 4,1 | 0,06 | 3,5 – 5,5 |

Hinsichtlich des Hygienestatus konnten in den beiden TMR-Vorratssilagen keine Listerien nachgewiesen werden. Der Gehalt an Clostridien sporen sowie Schimmelpilzen lag bei der Silage des Betriebes A jeweils über dem für Grassilagen bestehenden Richtwert, jene des Betriebes B wies einen zu hohen Gehalt an Clostridien sporen sowie an Hefen auf.

Tabelle 10: Hygienestatus der TMR-Vorratssilagen der Betriebe A und B

| | Listerien | Clostridien- sporen | Hefen | Schimmelpilze | Identifizierung |
|------------------------------------|--|------------------------|----------------|----------------|------------------------|
| | (in 25 g FM) * | (log KBE/g FM) ** | (log KBE/g FM) | (log KBE/g FM) | |
| TMR-Vorratssilage Betrieb A | n.n. | 4,45 | < 3 | 4,98 | <i>Penicillium sp.</i> |
| TMR-Vorratssilage Betrieb B | n.n. | 4,78 | 5,16 | 2,60 | |
| | * Listerien: nachweisbar / nicht nachweisbar (n.n.) in 25 Gramm Frischmasse | | | | |
| | ** log KBE / g FM = koloniebildende Einheiten (logarithmiert) je Gramm Frischmasse | | | | |

Nach der Entleerung der Versuchssilos wurde bei beiden TMR-Vorratssilagen eine Beurteilung und Sinnenprüfung aller drei Wiederholungen vorgenommen. Die TMR-Vorratssilage des Betriebes A wies einen deutlich erkennbaren Essigsäuregeruch auf und erhielt daher nur 11,7 von 14 möglichen Bewertungspunkten für das Kriterium „Geruch“. Der Gefügestand sowie die Farbe wurde jeweils mit dem Punktemaximum (Gefüge 4, Farbe 2) beurteilt, wodurch sich in Summe eine Gesamtbeurteilung von 17,7 Punkten (= gut) ergab.

Nach der Entleerung wurde noch ein so genannter Haltbarkeitstest durchgeführt, um die Veränderung/Haltbarkeit der Silage zu untersuchen (WEISE, 1989; AUERSBACH, 2004). Eine Woche nach der Öffnung und Leerung der Versuchssilos wurde erneut eine Sinnenprüfung vorgenommen. Die TMR-Vorratssilage vom Betrieb A wurde hier mit einer Gesamtnote von 15,7 (=gut) beurteilt. Der Essigsäuregeruch war etwas stärker ausgeprägt als bei der Entleerung, bei keiner der Proben konnte weder optisch eine Verpilzung noch ein Schimmelgeruch festgestellt werden.

Die TMR-Vorratssilage des Betriebes B erhielt eine Gesamtbeurteilung von 15 (=befriedigend), zwei der drei Wiederholungen fielen hier durch einen mäßigen bis deutlichen Buttersäuregeruch sowie einen stechenden Essigsäuregeruch auf. Die nach einer Woche durchgeführte, neuerliche Beurteilung ergab eine Gesamtnote von 13 (= befriedigend) mit einer leichten Verschlechterung im Kriterium Geruch und Gefüge.

Die beiden untersuchten TMR-Vorratssilagen wiesen hinsichtlich der sensorischen Beurteilung eine gute bzw. befriedigende Qualität auf, die allerdings im Zeitraum von einer Woche nach der Entleerung deutlich rückläufig war. Wie weit sich im konkreten Fall die sensorische Qualität auf das Akzeptanzverhalten und die Futteraufnahme auswirkt, kann aufgrund der vorliegenden Versuchsanstellung allerdings nicht beurteilt werden. KALZENDORF (2002) fand in ihren Untersuchungen zur Futteraufnahme von frischer und siliierter TMR im Zeitraum von zwei Winterfütterungsperioden tendenziell geringere Werte für die Vorrats-TMR, jedoch keine Unterschiede in den Milchhaltsstoffen.

3.2 Simulierte TMR-Vorratssilage

Die auf zwei weiteren Betrieben (C und D) zubereitete TMR wurde in einem zusätzlichen, exakten Silierversuch an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein eingesetzt und einer umfassenden Untersuchung unterzogen.

3.2.1 Zusammensetzung der TMR und Futterqualität der Ausgangskomponenten

Die am Betrieb C hergestellte TMR bestand aus rund 38% Silomais, 8% Krafftutter (Fa. Garant, Milchvieh II Ausgleich) sowie 54% einer Mischung aus Grassilage (2. Schnitt) und Kleegrassilage (3. Schnitt). Die Qualitätskennwerte der Hauptkomponenten sind in *Tabelle 11* angeführt. Auffallend dabei ist, dass die beiden Grassilagen (Siloballen) mit 5,6 und 4,9 MJ NEL/kg TM nur eine mäßige Qualität aufwiesen, die in der TMR allerdings durch die Zumischung hochwertiger Komponenten (Silomais und Krafftutter) kompensiert wurde.

*Tabelle 11: Futterwert der am **Betrieb C** eingesetzten Hauptfutterkomponenten sowie der TMR vor der Konservierung*

| | Grassilage | Kleegrassilage | Maissilage | Fertige TMR |
|-----------------------|------------|----------------|------------|-------------|
| TM (g/kg FM) | 406,0 | 231,3 | 291,1 | 333,7 |
| XP (g/kg TM) | 205,5 | 210,3 | 82,1 | 173,4 |
| XF (g/kg TM) | 243,7 | 297,5 | 225,4 | 234,0 |
| XL (g/kg TM) | 43,2 | 48,0 | 30,5 | 38,9 |
| XA (g/kg TM) | 134,9 | 126,7 | 34,1 | 94,4 |
| XX (g/kg TM) | 372,7 | 317,6 | 627,9 | 459,4 |
| OM (g/kg TM) | 865,1 | 873,3 | 965,9 | 905,6 |
| VOM (%) | 71 | 63 | 77 | 74 |
| ME (MJ/kg TM) | 9,46 | 8,47 | 11,46 | 10,38 |
| NEL (MJ/kg TM) | 5,60 | 4,93 | 6,94 | 6,21 |
| pH-Wert | 4,6 | 5,2 | 3,4 | 4,7 |

Beide Grünlandsilagen zeigten einen relativ hohen pH-Wert, der nur im Falle der Grassilage durch deren hohen TM-Gehalt (hoher Anwelkgrad) erklärt scheint. Die sensorische Bewertung der Grassilage ergab 17 von 20 möglichen Punkten (= gut), jene der Kleegrassilage 12 Punkte (= befriedigend) und 16 Punkte für die Maissilage (= gut).

Die am Betrieb D hergestellte TMR bestand aus 12% Biertreber, 17% Kraftfutter (Soja, Maisschrot, Gerste, Starprod Mais und Mineralstoffe), 52% Grassilage (2. Schnitt) und 19% Grassilage (3. Schnitt). Die Analysenwerte der beiden Grassilagen sowie der Biertreber sind in *Tabelle 12* zusammengefasst.

*Tabelle 12: Futterwert der am **Betrieb D** eingesetzten Hauptfutterkomponenten sowie der TMR vor der Konservierung*

| | Grassilage 2. Schnitt | Grassilage 3. Schnitt | Biertreber | Fertige TMR |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| TM (g/kg FM) | 330,1 | 298,8 | 239,2 | 37,5,5 |
| XP (g/kg TM) | 194,7 | 178,9 | 327,8 | 199,4 |
| XF (g/kg TM) | 277,9 | 298,6 | 236,1 | 189,0 |
| XL (g/kg TM) | 40,1 | 44,7 | 88,0 | 40,3 |
| XA (g/kg TM) | 111,1 | 117,7 | 42,6 | 83,1 |
| XX (g/kg TM) | 376,2 | 360,1 | 305,6 | 488,2 |
| OM (g/kg TM) | 888,9 | 882,3 | 957,4 | 916,9 |
| VOM (%) | 68 | 69 | 56* | 76 |
| ME (MJ/kg TM) | 9,34 | 9,35 | 8,34* | 10,70 |
| NEL (MJ/kg TM) | 5,52 | 5,52 | 4,84* | 6,43 |
| pH-Wert | 4,5 | 4,8 | 3,5 | 4,7 |

*starker Rückgang der Futterqualität bedingt durch biertreberfreie Ration der Pansensaftependertiere

Ähnlich wie am Betrieb C wurde auch am Betrieb D der hohe Energiegehalt des TMR durch die Zumischung hochwertiger Komponenten erzielt und damit die eher durchschnittliche Qualität der beiden Grassilagen aufgewertet. Die sensorische Beurteilung der beiden Grassilagen brachte 16 Punkte für den im Fahrsilo konservierten 2. Aufwuchs (= gut) bzw. 14 Punkte (= befriedigend) für den in Form von Ballen silierten 3. Aufwuchs.

3.2.2 Hygienestatus der Ausgangskomponenten

Tabelle 13: Hygienestatus der TMR-Komponenten am Betrieb C

| | Listerien | Clostridien- sporen | Hefen | Schimmelpilze | Identifizierung |
|--------------------------------------|--|------------------------|----------------|----------------|---|
| | (in 25 g FM) * | (log KBE/g FM) ** | (log KBE/g FM) | (log KBE/g FM) | |
| Grassilage 2. Schnitt | n.n. | 5,93 | < 2 | 2,78 | <i>Scopulariopsis sp.</i> |
| Kleegrassilage 3. Schnitt | n.n. | 7,34 | 2,0 | 2,78 | <i>Basipetospora sp., Penicillium sp.</i> |
| Maissilage | n.n. | 3,27 | 6,52 | 3,20 | <i>Penicillium sp.</i> |
| Kraftfutter | n.n. | < 1,5 | 2,81 | 3,18 | u.a. <i>Aspergillus, Penicillium sp.</i> |
| TMR | n.n. | 6,68 | 4,88 | 3,04 | <i>Penicillium sp.</i> |
| | * Listerien: nachweisbar / nicht nachweisbar (n.n.) in 25 Gramm Frischmasse | | | | |
| | ** log KBE / g FM = koloniebildende Einheiten (logarithmiert) je Gramm Frischmasse | | | | |

Die Hygieneuntersuchung ergab für die Futterkomponenten des Betriebes C keinen positiven Listeriennachweis, allerdings relativ hohe Clostridiensporengehalte in den beiden Grundfuttersilagen sowie in der fertigen TMR. Mit Ausnahme der Maissilage lag der Hefebesatz unter dem Richtwert von 5 log KBE/g FM, der Schimmelpilzbesatz lag bei allen Komponenten unter dem Richtwert (LEW und ADLER, 1996).

Im Fall des Betriebes D wurden sowohl in der Grassilage des 2. Aufwuchses als auch im Kraftfutter (im Sojaschrot und Maisschrot) sowie in der TMR Listerien nachgewiesen. Mit Ausnahme des Kraftfutters lag der Clostridiensporengewert jeweils über dem Richtwert, bei den Hefen wiesen die Biertreber und dadurch bedingt auch die TMR hohe Werte auf. Hinsichtlich des Schimmelpilzbesatzes lag die TMR knapp über dem Richtwert für Grassilagen.

Tabelle 14: Hygienestatus der TMR-Komponenten am Betrieb D

| | Listerien | Clostridien- sporen | Hefen | Schimmelpilze | Identifizierung |
|----------------------------------|--|--------------------------------|----------------|----------------------|--|
| | (in 25 g FM) * | (log KBE/g FM) ** | (log KBE/g FM) | (log KBE/g FM) | |
| Grassilage 2. Schnitt | nachweisbar | 5,66 | < 2 | < 2 | |
| Grassilage 3. Schnitt | n.n. | 5,66 | 3,28 | 2,0 | <i>Basipetospora sp., Penicillium sp.</i> |
| Biertreber | n.n. | 3,97 | 6,57 | < 4 | |
| Kraftfutter | nachweisbar | < 2 | < 3 | < 3 | u.a. <i>Fusarium, Aspergillus, Penicillium sp., Scopulariopsis sp.</i> |
| TMR | nachweisbar | 5,38 | 5,68 | 4,15 | <i>Penicillium sp.</i> |
| | * Listerien: nachweisbar / nicht nachweisbar (n.n.) in 25 Gramm Frischmasse | | | | |
| | ** log KBE / g FM = koloniebildende Einheiten (logarithmiert) je Gramm Frischmasse | | | | |

3.2.3 Gärverlauf der simulierten TMR-Vorratssilagen

Im Gegensatz zu den unter 3.1 dargestellten Ergebnissen, beschränkte sich der Untersuchungszeitraum für die hier dargestellten Silierversuche mit den simulierten TMR-Vorratssilagen auf nur etwa 7 Wochen.

Am dynamischen Verlauf des Gärsäuregehaltes ist ersichtlich, dass beide TMR-Chargen eine für Grassilagen typische Milchsäuregärung durchliefen und es zu einem beachtlichen Anstieg des Milchsäuregehaltes vom Einsilieren bis zum Öffnen der Silagen gekommen ist (*Abbildungen 5 und 6*). Das Ausgangsniveau der Milchsäurekonzentration lag mit ca. 40 g/kg TM allerdings deutlich unter jener der TMR-Vorratssilagen von den Betrieben A und B.

In beiden Fällen blieb der Essigsäuregehalt trotz eines leichten Anstieges unter dem Richtwert von 30 g/kg TM für Qualitätssilagen. Der Buttersäuregehalt blieb über den gesamten Konservierungsverlauf auf einem konstanten, jedoch für Qualitätssilagen zu hohen Wert von ca. 7-11g/kg TM. Hier spiegelt sich der unter 3.2.2 diskutierte hohe Clostridiensporengewert in den Ausgangsmaterialien wider, wobei anzumerken ist, dass es zumindest zu keinem weiteren Anstieg des Buttersäuregehaltes gekommen ist.

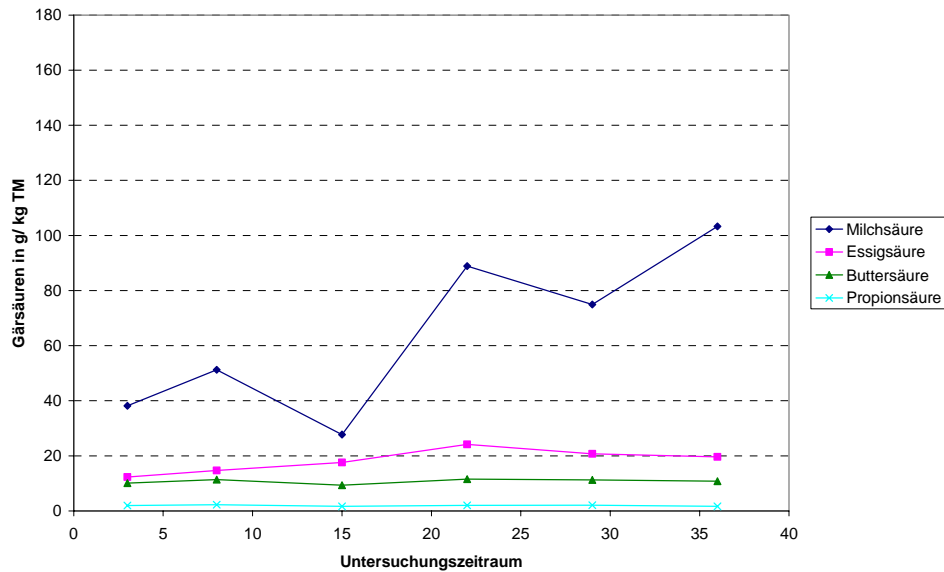


Abbildung 5: Gär säuregehalt der simulierten TMR-Vorratssilage des Betriebes C im dynamischen Verlauf

Offensichtlich waren die Milchsäurebakterien in der Lage, einen Großteil des Ausgangszuckergehaltes von 65 bzw. 70 g/kg TM zu verstoffwechseln und ausreichend Milchsäure zur Unterdrückung der Gär schädlinge zu produzieren. Der Gesamtgär säuregehalt stieg im Verlauf von 7 Wochen am Betrieb C von 62 auf 135 g/kg TM, am Betrieb D von 49 auf 104 g/kg TM an. In beiden simulierten TMR-Vorratssilagen kam es auch zu einer kontinuierlichen Absenkung des pH-Wertes von 4,8 auf 4,2 Einheiten im Verlauf des Beprobungszeitraumes.

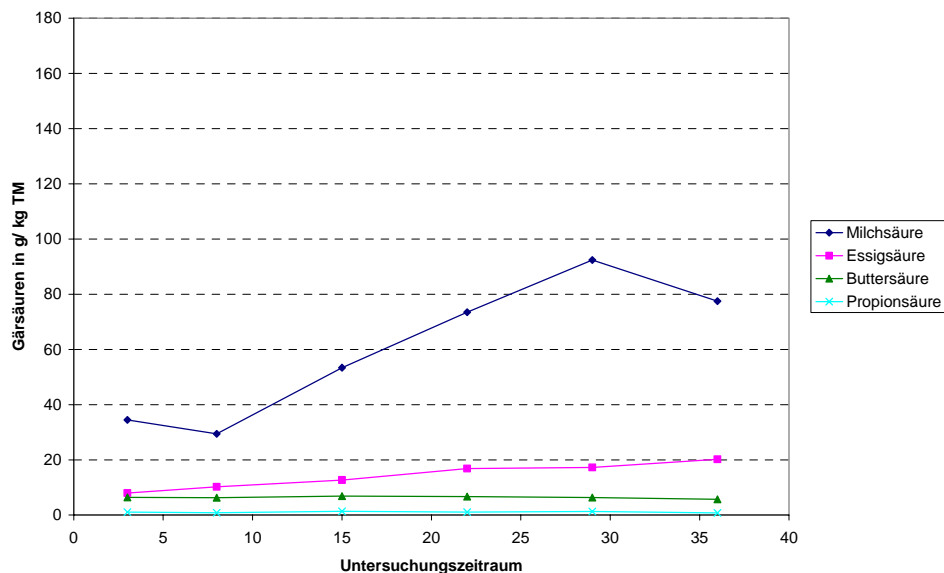


Abbildung 6: Gär säuregehalt der simulierten TMR-Vorratssilage des Betriebes D im dynamischen Verlauf

In *Tabelle 15* sind die Qualitätskennwerte der beiden ausgelagerten simulierten TMR-Vorratssilagen von Betrieb C und D angeführt. Mit Ausnahme des bereits erwähnten Buttersäuregehaltes liegen beide Silagen in den jeweiligen Toleranzbereichen für Qualitätsgrassilagen. Die Verdaulichkeit der organischen Masse sowie der Energiegehalt

liegen auf einem guten Niveau, wenngleich etwas unter der Ausgangssituation vor der Konservierung.

Hinsichtlich des Hygienestatus der fertigen TMR-Vorratssilagen ist anzumerken, dass der Clostridiensporengehalt am Betrieb C ein ähnlich hohes Niveau wie am Beginn der Silierung aufweist und damit deutlich über dem Toleranzwert für Grassilagen liegt. Ausgehend von einem ebenfalls zu hohen Clostridiensporenbesatz zu Beginn der Konservierung, kam es bei der TMR-Silage des Betriebes D zu einer Reduktion des Sporengehaltes. Der Gehalt an Hefen und Schimmelpilzen liegt bei beiden Silagen im Toleranzbereich.

Nachdem am Betrieb D in der fertigen TMR-Silage bei der Entleerung in einem ersten Durchgang trotz kontaminierter Ausgangskomponenten mit einer Einwaagemenge von 25 Gramm keine Listerien nachgewiesen werden konnten, wurde zur Absicherung der negativen Ergebnisse in einem zweiten Durchgang die Untersuchung der Proben mit einer ungleich größeren Ansatzmenge wiederholt. In den Silageproben von Betrieb D bezieht sich somit das Untersuchungsergebnis bezüglich Listerien auf eine Ansatzmenge von insgesamt je 300 Gramm Frischmasse.

Tabelle 15: Futterqualität der simulierten TMR-Vorratssilagen der Betriebe C und D

| | Betrieb C | | Betrieb D | | Qualitätsparameter für Grassilagen |
|--|-------------|------|-------------|------|------------------------------------|
| | Mittelwert | s | Mittelwert | s | |
| Anzahl an Proben | 3 | | 3 | | |
| | | | | | Toleranzbereich |
| TM (g/kg FM) | 345,0 | 1,7 | 375,6 | 2,0 | 300 – 450 |
| XP (g/kg TM) | 173,3 | 2,5 | 206,5 | 7,2 | |
| XF (g/kg TM) | 218,7 | 2,6 | 192,4 | 9,4 | < 270 |
| XL (g/kg TM) | 38,1 | 0,5 | 40,1 | 0,5 | |
| XA (g/kg TM) | 92,4 | 2,4 | 77,4 | 1,2 | < 100 |
| XX (g/kg TM) | 477,5 | 5,3 | 483,6 | 11,4 | |
| OM (g/kg TM) | 907,6 | 2,4 | 922,6 | 1,2 | |
| VOM (%) | 72 | 4,8 | 72 | 0,6 | > 68 |
| ME (MJ/kg TM) | 10,09 | 0,7 | 10,22 | 0,1 | |
| NEL (MJ/kg TM) | 6,02 | 0,4 | 6,11 | 0,1 | > 5,5 |
| NH₄-N in % von N_{ges} | 9,9 | 0,4 | 5,4 | 0,3 | < 10 |
| Milchsäure (g/kg TM) | 103,3 | | 77,5 | | 20 – 60 |
| Essigsäure (g/kg TM) | 19,6 | | 20,2 | | < 30 |
| Buttersäure (g/kg TM) | 10,8 | | 5,7 | | < 3 |
| Propionsäure (g/kg TM) | 1,7 | | 0,8 | | |
| pH-Wert | 4,2 | 0,03 | 4,3 | 0,02 | 3,5 – 5,5 |

Tabelle 16: Hygienestatus der simulierten TMR-Vorratssilagen der Betriebe C und D

| | Listerien | Clostridien-sporen | Hefen | Schimmelpilze | Identifizierung |
|---|--|----------------------|----------------|----------------|--|
| | * | (log KBE/g FM) ** | (log KBE/g FM) | (log KBE/g FM) | |
| sim. TMR-Vorratssilage Betrieb C | n.n. in 25 g FM | 6,10 | 2,63 | 3,49 | <i>Penicillium sp.</i> |
| sim. TMR-Vorratssilage Betrieb D | n.n. in 300 g FM | 4,03 | 5,04 | 3,93 | <i>Penicillium sp.</i> , <i>Basipetospora sp.</i> |
| | * Listerien: nachweisbar / nicht nachweisbar (n.n.), bezogen auf Gramm Frischmasse | | | | |
| | ** log KBE / g FM = koloniebildende Einheiten (logarithmiert) je Gramm Frischmasse | | | | |

Die sensorische Beurteilung der beiden simulierten TMR-Vorratssilagen ergab jeweils eine befriedigende Qualität mit 12,3 (Betrieb C) und 13,7 (Betrieb D) Bewertungspunkten. Hauptausschlaggebend für die relativ schlechte sensorische Einstufung war in beiden Fällen der deutlich nachweisbare Buttersäuregeruch, der sich auch mit den Hygieneuntersuchungen bzw. mit den Gärsäureanalysen deckt.

3.3 „Aufgebesserte“ Grassilage

Zur Verbesserung der Futterqualität einer Grassilage erfolgte in dieser Versuchsserie (RESCH und ADLER, 2006) die Zugabe von 85 kg Ganzkorngerste je 1000 kg Frischmasse Grünfutter. Basis dieser Silage war der erste Aufwuchs einer gräserdominierten Dauerwiese (64% Gräser, 7% Leguminosen und 29% Kräuter) mit einem leichten Anwelkgrad von 28% TM. Die Konservierung erfolgte in hermetisch abschließbaren 60 l Kunststoffbehältern, die Befüllung erfolgte zur optimalen Durchmischung des Grünfutters und der Gerste in jeweils 12 Teilgaben. Neben der Analyse der Ausgangskomponenten erfolgte eine umfassende Beprobung der Silage nach insgesamt 156 Lagerungstagen.

3.3.1 Futterqualität der Ausgangskomponenten

Der Zuckergehalt des Dauerwiesenaufwuchses lag bei 177,6 g/kg FM, daraus ergibt sich ein günstiges Rohprotein : Zucker-Verhältnis von 1 : 1,30. Der Quotient aus Zuckergehalt und Pufferkapazität (= Bedarf an Milchsäure zur Erzielung eines pH-Wertes von 4) betrug 3,25, somit konnte dieses Futter nach WEISSBACH et al. (1977) als leicht vergärbare eingestuft werden. Die zugesetzte Gerste wies mit 88,4% eine hohe Verdaulichkeit der organischen Masse und daraus resultierend einen mit 8,6 MJ NEL/kg TM hohen Energiewert auf.

Tabelle 17: Futterqualität der für die aufgebesserte Grassilage verwendeten Ausgangskomponenten

| | Grünfutter 1. Schnitt | Ganzkorn- gerste |
|-----------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| TM (g/kg FM) | 281,4 | 848,1 |
| XP (g/kg TM) | 136,4 | 132,2 |
| XF (g/kg TM) | 231,3 | 63,1 |
| XL (g/kg TM) | 19,6 | 14,7 |
| XA (g/kg TM) | 67,9 | 25,4 |
| XX (g/kg TM) | 544,8 | 764,7 |
| OM (g/kg TM) | 932,1 | 974,6 |
| VOM (%) | 77 | 88 |
| ME (MJ/kg TM) | 11,15 | 13,74 |
| NEL (MJ/kg TM) | 6,77 | 8,60 |

3.3.2 Futterqualität der ausgelagerten, aufgebesserten Grassilage

In *Tabelle 18* sind die Qualitätskennwerte der nach rund 156 Tagen ausgelagerten Silagen angeführt, wobei neben der mit Gerste aufgebesserten Grassilage auch eine unbehandelte Kontrollvariante zum Vergleich angelegt wurde. Gut erkennbar sind der durch den Gersteezusatz (ca. 85% TM) angehobene TM-Gehalt und der zugleich reduzierte Rohfasergehalt. Durch die Beimischung von Gerste konnten aber vor allem die Verdaulichkeit der organischen Masse und die Energiekonzentration der Grassilage angehoben und damit deutlich aufgebessert werden. Die zugesetzten Gerstenkörner waren bereits nach zwei Wochen aufgequollen und damit aus fütterungsphysiologischer Sicht gut aufbereitet.

Die Vergärung beider Varianten verlief in einer für gute Grassilagen eher untypischen Weise und war geprägt von einer starken heterofermentativen Milchsäuregärung, welche sich in vergleichsweise hohen Essigsäuregehalten widerspiegelt. KALZENDORF (2002) verweist auf Grund ihrer umfassenden Untersuchungen zum Thema TMR-Vorratssilage mehrfach auf das Auftreten einer verstärkten Essigsäurebildung. Der Gesamtsäuregehalt der Kontrollvariante lag mit 109,4 g/kg TM deutlich über jenem der mit Gerste versetzten Silage (77,9 g/kg TM). Der pH-Wert der unbehandelten Grassilage betrug zum Zeitpunkt der Auslagerung 4,1 Einheiten, jener der aufgebesserten Silage 4,3 Einheiten. Die dynamische Messung des pH-Wertes (nach 0, 2, 7 und 156 Tagen) zeigte in beiden Fällen eine rasche und stabile Absäuerung des einsilierten Materials (Ausgangs pH-Wert = 5,6).

Die sensorische Beurteilung der beiden Silagen ergab 12,4 Bewertungspunkte (= befriedigend) für die Kontrollvariante und 13,1 Punkte (= befriedigend) für die aufgebesserte Grassilage. Ausschlaggebend für die nur durchschnittliche Bewertung, war in beiden Varianten (jeweils vierfach wiederholt) das Kriterium Geruch. Neben der Buttersäure wurde hier vor allem der stechende Geruch der Essigsäure negativ beurteilt und führte zu entsprechenden Punkteabzügen.

Tabelle 18: Futterqualität der unbehandelten und der aufgebesserten Grassilage zum Zeitpunkt der Auslagerung

| | unbehandelte Grassilage (ohne Zusatz) | aufgebesserte Grassilage (mit Gerste) | Qualitätsparameter für Grassilagen |
|--|---|---|---------------------------------------|
| | | | Toleranzbereich |
| TM (g/kg FM) | 275,7 | 328,1 | 300 – 450 |
| XP (g/kg TM) | 160,3 | 163,5 | |
| XF (g/kg TM) | 274,6 | 240,9 | < 270 |
| XL (g/kg TM) | 38,2 | 35,8 | |
| XA (g/kg TM) | 75,6 | 68,4 | < 100 |
| XX (g/kg TM) | 451,3 | 491,4 | |
| OM (g/kg TM) | 924,4 | 931,6 | |
| VOM (%) | 68 | 74 | > 68 |
| ME (MJ/kg TM) | 9,71 | 10,6 | |
| NEL (MJ/kg TM) | 5,76 | 6,36 | > 5,5 |
| NH₄-N in % von N_{ges} | 8,3 | 6,7 | |
| Milchsäure (g/kg TM) | 55,2 | 33,5 | 20 - 60 |
| Essigsäure (g/kg TM) | 46,2 | 35,9 | < 30 |
| Buttersäure (g/kg TM) | 7,4 | 7,6 | < 3 |
| Propionsäure (g/kg TM) | 0,6 | 0,8 | |
| pH-Wert | 4,1 | 4,3 | 3,5 – 5,5 |

Tabelle 19: Hygienestatus der unbehandelten und der aufgebesserten Grassilage

| | Listerien (in 25 g FM) * | Clostridien- sporen (log KBE/g FM) ** | Hefen (log KBE/g FM) | Schimmelpilze (log KBE/g FM) | Identifizierung |
|--|--|--|-------------------------|---------------------------------|------------------------|
| unbehandelte Grassilage | n.n. | 4,44 | n.n. | 1,87 | <i>Penicillium sp.</i> |
| aufgebesserte Grassilage (mit Gerste) | n.n. | 4,18 | < 2 | 2,67 | <i>Penicillium sp.</i> |
| | * Listerien: nachweisbar / nicht nachweisbar (n.n.) in 25 Gramm Frischmasse | | | | |
| | ** log KBE / g FM = koloniebildende Einheiten (logarithmiert) je Gramm Frischmasse | | | | |

Beide Silagen wiesen einen mit $> 4 \log$ KBE/g FM etwas zu hohen Clostridiensporengesamtgehalt und daraus folgend auch eine zu hohe Buttersäurekonzentration auf (*Tabelle 19*). Im nach der Öffnung der Versuchssilos durchgeführten Haltbarkeitstest wurden für die beiden Varianten weder Hefen noch Schimmelpilze nachgewiesen - dies bedeutet eine hohe aerobe Stabilität ohne Verderbsrisiko für den Zeitraum von zumindest einer Woche.

4. Zusammenfassung und Fazit für die Praxis

In der modernen Fütterungspraxis setzt sich vor allem in mittleren und größeren Betrieben immer stärker die Technik der Total-Misch-Rationen (TMR) durch, bei der die einzelnen Rationskomponenten mittels Mischwagentechnik zu einer Fertigation abgemischt werden. Die Zubereitung der TMR erfolgt in der Regel separat zu jeder einzelnen Vorlage und verursacht dadurch auch entsprechende Kosten. Daher besteht seitens der Praxis ein verstärktes Interesse, größere Chargen an TMR aufzubereiten und für die spätere Nutzung nochmals zu konservieren. Damit könnte für einen längeren Zeitraum eine gleich bleibende, konstante Futtermischung vorbereitet und ohne permanenten Einsatz eines Futtermischwagens auch auf kleineren Betrieben eingesetzt werden.

Bei der Herstellung von TMR-Vorratssilagen können sich allerdings aufgrund der Verwendung bereits silierter und vergorener Komponenten zusätzliche Risiken wie etwa eine alkoholische Gärung und Nacherwärmung bei instabilen Ausgangssilagen, höhere Silierverluste und/oder Fehlgärungen an den angeschnittenen Gras- und Maissilagen ergeben. In mehreren Versuchsreihen an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde der Themenbereich „TMR-Vorratssilage“ bearbeitet und viele der genannten Problemfelder einer kritischen Betrachtung unterzogen. Es wurden dazu sowohl Erhebungen und Beprobungen auf Praxisbetrieben als auch Exaktversuche unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt.

In den meisten Fällen kam es bei der Silierung der unterschiedlich zusammengesetzten TMR zu einer neuerlichen Vergärung, vorwiegend in Form einer typischen Milchsäuregärung, in einer weiteren Versuchsreihe aber auch zu einer Milchsäure/Essigsäurevergärung. Durch die teilweise mäßige Futterqualität der Ausgangsgrassilagen kam es aber auch zur Bildung von Buttersäure, die sich letztlich in einer schlechteren sensorischen Bewertung der TMR-Silagen widerspiegelte.

Ein stärkerer Eintrag von Clostridien sporen, Hefen oder Schimmelpilzen durch einzelne Ausgangskomponenten kann zumeist bis hin zur fertig produzierten TMR-Silage verfolgt werden. TMR-Silagen spiegeln somit tendenziell die mikrobielle Qualität der verwendeten Komponenten (etwa hinsichtlich Sporen- und Keimzahlen oder bezüglich Artenzusammensetzung der Mikroflora) gemäß ihrem Anteil an der Mischung wider.

Die Zumischung hochverdaulicher und energetisch hochwertiger Futterkomponenten führte in fast allen untersuchten Fällen zu einer Anhebung der Futterqualität der TMR-Vorratssilagen.

Das Vorkommen von *Listerien* in der Landwirtschaft wird durch das Auftreten von betriebsinternen Zyklen charakterisiert und ähnelt in diesem Zusammenhang sehr stark jenem der *Clostridien*. Beide Keimgruppen kommen im Boden vor und gelangen über die konservierte Pflanze in den Futterkreislauf und somit in den Stall und zum Tier. Über den ausgeschiedenen Kot und den in weiterer Folge auf die Felder rückgeführten Wirtschaftsdünger wird der Kreislauf schließlich wieder geschlossen. So erscheint es trotz der erheblichen Infektionsrate sehr fraglich, ob in Betrieb D neben der als *Listerien*-positiv befundenen Grassilage tatsächlich auch der untersuchte Maisschrot als primäre Quelle der *Listerien*-Kontamination in Frage kommt, oder ob nicht doch eine Verschleppung von Stallmist und Tierkot in den Lagerbereich zum positiven Nachweis geführt haben.

In der nachfolgend produzierten Futtermischung konnten die *Listerien* aber die neuerliche Silierung nicht überdauern und wurden schließlich selbst in der ungewöhnlich großen Einwaagemenge von insgesamt 12 mal je 25 Gramm nicht mehr nachgewiesen.

In jedem Fall ist darauf zu achten, dass nach Möglichkeit nur qualitativ hochwertige und hygienisch einwandfreie Ausgangskomponenten zur Herstellung der TMR-Vorratssilage verwendet werden. Die vorgesehenen Mischungskomponenten sollten in ausreichender

Menge am Betrieb vorhanden sein, damit eine gleichmäßige Zusammensetzung aller Einzelmischungen und damit auch der Gesamtmischung gewährleistet ist.

Eine Gegenüberstellung der Maschinen- und Personalkosten für zwei Praxisbetriebe ergab auf Basis von ÖKL-Richtwerten einen Kostenaufwand von € 6,20 resp. € 6,40 je Tonne TMR-Vorratssilage ohne Berücksichtigung der Kosten für eine entsprechende Abdeckung mittels Silofolie. Ein mit den im Projekt ermittelten Arbeitszeiterhebungen durchgeführter betriebswirtschaftlicher Vergleich zwischen Vorrats-TMR und täglich frisch bereiteter TMR ergab unter Einbeziehung der Geräte- und Maschinenkosten einen deutlichen Kostenvorteil der TMR-Vorratssilage.

| Vorteile von TMR-Vorratssilagen | Nachteile von TMR-Vorratssilagen |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Gleich bleibende Zusammensetzung der Futterrations • TMR-Nutzung für kleinere Betriebe möglich • TMR-Nutzung ohne eigene Futtermischtechnik • Verwendung der bisherigen Technik zur Entnahme und Vorlage • Fütterung von günstigen Nebenprodukten • Arbeits- und Kosteneinsparung gegenüber frischer TMR | <ul style="list-style-type: none"> • Weniger Flexibilität in der Rationsgestaltung • Einheitsration für unterschiedliche Leistungen • Hoher Zeitaufwand beim Mischen und Einsilieren • Erhöhter Siloraumbedarf • Risiko von Fehlgärungen • Zusätzliche Silierverluste • Risiko der Nacherwärmung und Fehlgärung bei den angebrauchten Ausgangskomponenten |

5. Summary and conclusions for the practice

Modern feeding practice on medium and large farm enterprises increasingly focuses on the use of Total Mixed Rations (TMR). Several components of the feed ration are mixed together by means of special feed mixers. Usually TMR are prepared daily respectively for each feeding time and this system therefore generates high work load and costs. For this reason, agricultural practice is interested in the production and re-conservation of bigger TMR charges to get a homogenous and constant feed ration for a longer feeding period. Using different feed components, of which some have already been conserved as silage, increases the risk of alcoholic fermentation, re-warming of instable silage components, higher silage losses and/or misfermentation.

Some experiments have been carried out in the field of in stock TMR silage at HBLFA Raumberg-Gumpenstein to work on the mentioned problems. Beside recordings and samplings on practice farms, exact trials were operated under controlled conditions.

In most cases, the conservation of different composed TMR resulted in anew fermentation process, mainly based on a typical lactic acid production or on a combined lactic acid + acetic acid production. The partly low forage quality of the used grass silages led to an emergence of butyric acid, which again resulted in a bad sensory quality of the TMR silages. The addition of feed components with high digestibility and high energy concentration significantly increased the forage quality of TMR silages.

In either case, attention has to be paid on the use of feed components with high forage quality and with a proper hygienic standard. The mixture components being intended for the production of in stock TMR silage should be available at the farm in a sufficient amount, to ensure a homogenous and constant proportion of the individual mixtures and of the total mixture.

The calculation of machinery and labour costs for two practice farms on the basis of official benchmarks, amounted to total costs of € 6,20 respectively € 6,40 per ton of in stock TMR silage, not including costs for the coverage of the bunker silo. An economic comparison between in stock TMR silage and daily produced TMR resulted in a significant advantage of this new system, including all costs for machinery and facilities.

| advantages of in stock TMR-silages | disadvantages of in stock TMR-silages |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Constant and homogenous composition of the feed ration • Usage of TMR for smaller farm holdings • Usage of TMR without own feed mixture technique • Usage of existing feeding technique • Feeding of beneficial by-products • Reduction of labour and technique costs compared with fresh TMR | <ul style="list-style-type: none"> • Less flexibility in the composition of feed rations • Unique ration for different productivity levels • High expenditure of time for mixing and ensiling • Increased demand of ensiling space • Higher risk of misfermentation • Additional fermentation losses • Risk for re-warming and misfermentation of used components |

6. Literatur

- ADLER, A. (2002): Qualität von Futterkonserven und mikrobielle Kontamination. Bericht, 8. Alpenländisches Expertenforum „Zeitgemäße Futterkonservierung“. BAL Gumpenstein, 17-25.
- ADLER, A., E.M. PÖTSCH, P. HANSLMAYR, F. GLÖSMANN and R. RESCH (2004): Stock silages of total mixed rations - microbiological aspects. European Feed Microbiology Organisation, Proceedings. Oldenburg, 41-47.
- AUERBACH, H. (2004): Mittel zur Erhöhung der aeroben Stabilität von Silagen und zur Stabilisierung von Anschnittflächen und TMR. http://www.smul.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/lfl/Fachinformationen/Tierproduktion/futtag/download/Vortrag_Auerbach.pdf
- BUCHGRABER, K. und R. RESCH (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“. Veröffentl. BAL Gumpenstein, Heft 20, 11-32.
- BUCHGRABER, K. und R. RESCH (1994): Siliermittelprüfung bei Grünlandfutter 1993. Veröffentlichung BAL Gumpenstein, Heft 22.
- BUCHGRABER, K., R. RESCH und A. ADLER (1996): Einfluß des Nutzungszeitpunktes bei der Silierung von Grünlandfutter und Einfluß von Silierzusätzen bei der Silierung von Grünfutter als Naß- und Anwelksilage. Veröffentlichung BAL Gumpenstein, Heft 27.
- BUCHGRABER, K., E.M. PÖTSCH, R. RESCH und A. PÖLLINGER (2003): Erfolgreich silieren – Spitzenqualitäten bei Grassilagen! Der Fortschrittliche Landwirt „Grassilage“, Sonderbeilage 12 s.
- DLG - Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft (1997): DLG – Futterwerttabellen Wiederkäuer. 7. erweiterte u. überarbeitete Auflage, DLG-Verlag.
- FISCHER, B. (2001): Zur Versorgung von Milchkühen mit Mischrationen. 28. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 2.-3. Mai 2001, 37-46. BAL Gumpenstein.
- GALLER, H. (2001): Mischen ist „in“. Informationsartikel auf der Homepage www.mrlaufen.de/archiv/mr/a_seit6.htm. 1-4.
- HAAS (1972): Über Arbeiten der Abteilung für landwirtschaftliche Chemie. Sonderdruck aus „Land- und forstwirtschaftliche Forschung in Österreich“, Band 5/1972, S. 201-207.
- JONSSON, A. (1990): Enumeration and confirmation of *Clostridium tyrobutyricum* in silages using neutral red, D-cycloserine and lactatdehydrogenase activity. J. Dairy sci. 73, 719-725
- KALZENDORF, C. (2001a): Fütterungsvergleich zwischen frisch bereiteten Totalen Mischrationen (TMR) und Vorrats-TMR-Silagen. Versuchsbericht – pers. Mitteilung.
- KALZENDORF, C. (2001b): Täglich frisch oder einsiliert verfüttern? Landwirtschaftsblatt Weser-Ems, Nr. 41
- KALZENDORF, C. (2002): TMR-Vorratssilage – Vorteile und Risiken. Tagungsbericht zum 8. Alpenländischen Expertenforum „Zeitgemäße Futterkonservierung“, BAL Gumpenstein, 47-49.
- LEW, H. und A. ADLER (1996): Mikrobielle Qualität von Grund- und Krafffutter. Bericht über die 23. Tierzuchttagung „Futterbewertung und Futterqualität, Stoffwechsel und Gesundheit, Milchviehfütterung sowie alternative Formen der Rindermast“. BAL Gumpenstein, 29-38.
- NADLINGER, M. (1998): Möglichkeiten der Futterentnahme aus dem Flachsilo. Futterentnahme-, Misch- und Verteiltechnik. Der Fortschrittliche Landwirt, Heft 16/1998, 25-34.

- NUSSBAUM, H-J. (2001): Vorrats-TMR – auch für Österreich interessant. Der Fortschrittliche Landwirt, Heft 3/2001, 12-13.
- NUSSBAUM, H-J. (2002): Auswirkungen auf Gärverluste und aerobe Stabilität beim Silieren von Total-Misch-Rationen bei gras- und maisbetonten Rationen unter Verwendung stabiler bzw. instabiler Maissilage. Unveröffentlichte Versuchsergebnisse der Lehr- und Versuchsanstalt Aulendorf.
- ÖNORM EN ISO 11290-1 (1996): Mikrobiologie von Lebensmitteln und Futtermitteln. Horizontales Verfahren für den Nachweis und die Zählung von *Listeria monocytogenes*. Teil 1: Nachweisverfahren. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- PÖTSCH, E.M. und R. RESCH (1997): Auswirkungen von Silierzusätzen auf die Gär- und Futterqualität. Bericht über die 24. Tierzuchttagung „Züchtung, Haltung, Proteinbedarf, Fruchtbarkeit und Silierung“, BAL Gumpenstein, 53-63.
- RESCH, R. und A. ADLER (2006): Einfluss verschiedener Silierzusätze auf die Konservierung von leicht angewelktem Grünlandfutter einer Wiesenneuanlage und einer Dauerwiese, Veröffentlichung HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Heft 44.
- RICHTER, W., A. BARANOWSKI und N. BÜCHELE (2000): Verluste, Gärparameter und aerobe Haltbarkeit von Vorrats-TMR. Gruber INFO 4/00.
- SCHMIDT, H.L., E. BUCHER und G. SPICHER (1981): Keimgehaltsbestimmung von Bakterien, Schimmelpilzen und Hefen in Futtermitteln – Nährböden und Methodik. Landwirtsch. Forsch. 34, 242-250.
- STIEG, R. (2003): Untersuchungen zur Vorrats-TMR im Hinblick auf Futterqualität und Verfahrenstechnik. Diplommaturaarbeit an der HBLA Raumberg, 46 s.
- STÖGMÜLLER, G. (2006): persönliche Mitteilung
- TILLEY J.M.A and R.A. TERRY, 1963: A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18, 104 – 111.
- VAN DER MAAS, J., J. RUEDI, H. AMMANN, und M. SCHICK (1998): Mobile Fütterungssysteme. Der Einsatz des Futtermischwagens. FAT Bericht Nr. 522.
- VDLUFA (2004): VDLUFA-Methode 28.1.2: Bestimmung der Keimgehalte an Bakterien, Hefen, Schimmel- und Schwärzepilze. Methodenbuch III. VDLUFA-Verlag, Bonn.
- WEISE, G. (1989): Aerobic stability of silages and factors influencing it. Proceedings of the International Symposium on production, evaluation and feeding of silage. Rostock, 123-130.
- WEISSBACH, F., L. SCHMIDT, G. PETERS, E. HEIN und K. BERG (1977): Methoden und Tabellen zur Schätzung der Vergärbarkeit. Empfehlungen für die Praxis der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR. 3. Auflage
- ZENTNER E. (2004): Evaluierung der technischen Voraussetzungen sowie der arbeits- und betriebswirtschaftlichen Aspekte zu Vorrats-TMR. Projektarbeit zur Fachprüfung im Rahmen der Grundausbildung des BMLFUW, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 25s.

7. Anhang

Projektarbeit ZENTNER (2004)

Diplommaturaarbeit STIEG (2003)