



**LfL**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Rostocker Fermentationstest (RFT)  
Nachprüfung biologischer  
Siliermittel mit DLG-Gütezeichen**

**11  
2010**



**Schriftenreihe**

**ISSN 1611-4159**

## **Impressum**

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)  
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan  
Internet: [www.LfL.bayern.de](http://www.LfL.bayern.de)

Redaktion: Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft  
Prof.-Dürrwaechter-Platz 3, 85586 Poing, Grub  
E-Mail: [Tierernaehrung@LfL.bayern.de](mailto:Tierernaehrung@LfL.bayern.de)  
Telefon: 089 99141-401

1. Auflage: November 2010

Druck: Digitaldruck Beck, 85399 Hallbergmoos

Schutzgebühr: 15,00 Euro

© LfL



**Rostocker Fermentationstest**  
**Nachprüfung biologischer**  
**Siliermittel mit DLG-Gütezeichen**

**Schriftleitung:**

**Dr. Wolfgang Richter, Dr. Hubert Spiekers,  
Dr. Manfred Schuster, Prof. Dr. Antoni Baranowski**



# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>9</b>
<b>Summary .....</b>	<b>10</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>11</b>
<b>2 Material und Methoden .....</b>	<b>13</b>
2.1 Probenvorbereitung .....	13
2.1.1 Pflanzenmaterial .....	13
2.1.2 Laborsilagen .....	13
2.1.3 Aufbereitung des Materials für RFT .....	13
2.2 Bestimmung der Osmolalität .....	14
2.3 Messung des pH-Verlaufes .....	15
2.4 Durchführung des RFT .....	15
2.5 Bestimmung der Gärsäuren .....	16
2.6 Bestimmung des Ammoniakgehaltes .....	16
2.7 Bestimmung des Alkoholgehaltes .....	17
2.8 Bestimmung der wasserlöslichen Kohlenhydrate .....	17
2.9 Auswertung .....	17
<b>3 Ergebnisse und Diskussion .....</b>	<b>19</b>
3.1 pH-Wert-Verlauf im RFT .....	19
3.2 Beziehung zwischen RFT und Laborsilagen .....	20
<b>4 Anwendungsbereiche .....</b>	<b>23</b>
4.1 Siliermittelnachprüfung .....	23
4.2 Siliereignung von ökologisch und konventionell erzeugtem Wiesengras .....	24
4.2.1 Osmolalität .....	25
4.2.2 pH-Wert-Verlauf im RFT .....	25
4.2.3 Laborsilagen .....	27
4.2.4 Beziehung zwischen RFT und Laborsilos .....	28
4.3 Gesamtauswertung der Versuchsjahre 2004-2009 .....	29
4.3.1 Ausgangsmaterial .....	29
4.3.2 Clusterzentrenanalyse .....	31
4.3.3 Schlussfolgerungen .....	42
<b>5 Fazit .....</b>	<b>43</b>
5.1 Methode .....	43

5.2	Anwendungsbereich Siliermittelnachprüfung .....	43
5.3	Prüfung der Siliereignung von ökologisch und konventionell erzeugtem Wiesengras .....	43
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>44</b>
<b>7</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>47</b>
7.1	A Rohnährstoffe der Laborsilagen (Mittelwerte) nach Versuchsjahren, n = 3 .....	47
7.2	B Gärparameter der Laborsilagen (Mittelwerte) nach Versuchsjahren, n = 3 .....	48
7.3	A Rohnährstoffe der Laborsilagen (Mittelwerte) nach Versuchsjahren, n = 3 .....	49
7.4	B Gärparameter der Laborsilagen (Mittelwerte) nach Versuchsjahren, n = 3 .....	50
7.5	B Gärparameter der Laborsilagen (Mittelwerte) nach Versuchsjahren, n = 3 .....	51
7.6	B Gärparameter der Laborsilagen (Mittelwerte) nach Versuchsjahren, n = 3 .....	52
7.7	A Rohnährstoffe der Laborsilagen (Mittelwerte) nach Versuchsjahren, n = 3 .....	53
7.8	B Gärparameter der Laborsilagen (Mittelwerte) nach Versuchsjahren, n = 3 .....	54
7.9	A Rohnährstoffe der Laborsilagen (Mittelwerte) nach Versuchsjahren, n = 3 .....	55
7.10	B Gärparameter der Laborsilagen (Mittelwerte) nach Versuchsjahren, n = 3 .....	56
7.11	Gärparameter der Filtrate aus dem RFT (Mittelwerte, n = 3) .....	57
7.12	Gärparameter der Filtrate aus dem RFT (Mittelwerte, n = 3) .....	59
7.13	Gärparameter der Filtrate aus dem RFT (Mittelwerte, n = 3) .....	61
7.14	Gärparameter der Filtrate aus dem RFT (Mittelwerte, n = 3) .....	63

## Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1: Cutter zur Zerkleinerung Probenvorbereitung .....	13
Abb. 2: Tinkturenpresse zur Pflanzensaftgewinnung .....	14
Abb. 3: Memmert Brutschrank mit 24 Plätzen für Bechergläser .....	15
Abb. 4: pH-Wert-Absenkung einiger MSB-Präparate in Wiesengras- Pflanzenaufgüssen nach 46 h (SCHUSTER et al. 2007) .....	19
Abb. 5: Milchsäurebildung verschiedener MSB-Präparate in Wiesengras- Aufgussproben (SCHUSTER et al. 2007) .....	20
Abb. 6: Säuerungsgeschwindigkeit ausgewählter Milchsäurepräparate .....	23
Abb. 7: Clusterzentrenanalyse 2004 NCD über SM (n = 6) .....	32
Abb. 8: pH-Werte RFT 26 h Cluster I-IV 2005 mediane Differenz (4,03-3,77) zur Kontrolle (0,26) .....	32
Abb. 9: Clusterzentrenanalyse 2005 NCD über SM (n = 27) .....	33
Abb. 10: pH-Werte RFT 26 h Cluster I-IV 2005 mediane Differenz (4,33-3,90) zur Kontrolle (0,43) .....	33
Abb. 11: Clusterzentrenanalyse 2006 NCD über SM (n = 39) .....	34
Abb. 12: pH-Werte RFT 26 h Cluster I-IV 2006 mediane Differenz (4,28-4,23) zur Kontrolle (0,05) .....	34
Abb. 13: Clusterzentrenanalyse 2007 NCD über SM (n = 30) .....	35
Abb. 14: pH-Werte RFT 26 h Cluster I-IV 2007 mediane Differenz (3,86-3,82) zur Kontrolle (0,04) .....	35
Abb. 15: Clusterzentrenanalyse 2008 NCD über SM (n = 38) .....	36
Abb. 16: pH-Werte RFT 26 h Cluster I-IV 2008 mediane Differenz (4,04 - 3,97) zur Kontrolle (0,07) .....	36
Abb. 17: Clusterzentrenanalyse 2009 NCD über SM (n = 27) .....	37
Abb. 18: pH-Werte RFT 26 h Cluster I-IV 2009 mediane Differenz (3,97 - 3,88) zur Kontrolle (0,09) .....	37
Abb. 19: Clusterzentrenanalyse 2009 NCD über SM (n = 6, Gruppe IV) .....	38
Abb. 20: pH-Werte RFT 26 h Cluster IV 2009 mediane Differenz (4,47 – 4,09) zur Kontrolle (0,38) .....	38

## Tabellenverzeichnis

	Seite
Tab. 1: Charakterisierung des Ausgangsmaterials für die Vergleichsuntersuchungen .....	20
Tab. 2: Charakterisierung der Laborsilagen (Silierdauer 90 Tage) .....	21
Tab. 3: Vergleich der Gärparameter (in % TM) der Laborsilagen mit den RFT Werten .....	21
Tab. 4: Beziehungen zwischen Gärparametern im RFT(y) und Laborsilagen (x). $y=a+bx$ .....	22
Tab. 5: Beziehungen zwischen pH-Wert Verlauf im RFT(y) und pH-Wert der Laborsilagen (3 Tage) (x). $y=a+bx$ .....	22
Tab. 6: Charakteristik oder ausgewählten Wiesenaufwüchse .....	24
Tab. 7: Osmolalität (osmol/kg TM) des Saftes vom Ausgangsmaterial und den 3 Tages- Silagen unterschiedlicher Wiesenaufwüchse .....	25
Tab. 8: Verlauf der pH-Werte bei konventionell oder ökologisch erzeugtem Ausgangsmaterial nach dem Einsatz von sieben verschiedenen Siliermitteln (MSB) im RFT (n=5) .....	27
Tab. 9: Fermentationscharakteristik der Silagen unterschiedlicher Wiesenaufwüchse .....	28
Tab. 10: Beziehungen zwischen dem pH-Wert Verlauf im RFT (y) und den pH-Werten der Laborsilagen (x) beim ökologisch erzeugten Wiesengras.....	29
Tab. 11: Charakteristik des Ausgangsmaterials in den Versuchsjahren 2004-2009 .....	29
Tab. 12: Kennzahlen des Ausgangsmaterials im RFT der verschiedenen Versuchsjahre .....	30
Tab. 13: Vergärbarkeit des Ausgangsmaterials in den Versuchsjahren 2004-2009.....	30
Tab. 14: Wirkung der Präparate im RFT laut Clusteranalyse 2004 (n = 6) .....	39
Tab. 15: Wirkung der Präparate im RFT laut Clusteranalyse 2005 (n = 27) .....	39
Tab. 16: Wirkung der Präparate im RFT laut Clusteranalyse 2006 (n = 39) .....	40
Tab. 17: Wirkung der Präparate im RFT laut Clusteranalyse 2007 (n = 30) .....	41
Tab. 18: Wirkung der Präparate im RFT laut Clusteranalyse 2008 (n = 38) .....	41
Tab. 19: Wirkung der Präparate im RFT laut Clusteranalyse 2009 (n = 27) .....	42
Tab. 20: Wirkung der Präparate im RFT laut Clusteranalyse 2009 Gruppe IV .....	42

## Zusammenfassung

Der „Rostocker Fermentationstest“ (RFT) ist eine „in vitro“-Methode, die Erkenntnisse zum natürlichen Besatz des Siliergutes mit Milchsäurebakterien, zum Gehalt an fermentierbaren Kohlenhydraten und zur Wirkung des Zusatzes von Milchsäurebakterien (MSB)-Präparaten liefert (PIEPER et al. 1989, 1996). Die Methode wurde weiterentwickelt, indem der Osmotische Druck und die Fermentationstemperatur Berücksichtigung finden (ZIERENBERG et al. 1999, ZIERENBERG 2000, ZIERENBERG et al. 2002a,b). Das Prinzip des Tests beruht darauf, dass mit Zugabe einer eingestellten Kaliumchloridlösung die Osmolalität, d.h. die Konzentration der osmotisch wirksamen Substanzen in den Pflanzenaufgüssen so eingestellt werden kann, dass sie einer Silage mit definiertem TM-Gehalt entspricht. Zu diesen Ansätzen werden die zu prüfenden Milchsäurebakterien zugesetzt und während der 46-stündigen Inkubation die Absenkungen des pH-Wertes verfolgt. Für den Test wird das Pflanzenmaterial nach der Ernte gut durchmischt und (in Portionen) bei  $-20\text{ °C}$  gefroren. Das tiefgefrorene Material wird im Fleischwolf gemusht, in Portionen von 500 g in Form möglichst flacher Platten vakuumiert und wieder bei  $-20\text{ °C}$  gefroren. Für die Ansätze kann dieses Material schnell und schonend aufgetaut werden. Das Pflanzenmaterial wird in Bechergläser eingewogen und mit vorbereiteter Kaliumchloridlösung versetzt. Die Konzentration der KCl-Lösung wird über die Osmolalität so eingestellt, dass die Bedingungen in den „in vitro“-Ansätzen einer drei Tage fermentierten Silage mit einem TM-Gehalt von 30 % entsprechen. Die Osmolalität wird kryoskopisch bestimmt. Der dazu notwendige Pflanz- bzw. Silagesaft wird mit einer Tinkturenpresse gewonnen. Auf einen Zusatz von Saccharose wurde verzichtet. Dieser wird für schwer silierbares Pflanzenmaterial benötigt. Zusätzlich muss für die zu prüfenden MSB-Präparate eine gewisse Salztoleranz vorausgesetzt werden. Bei jeder pH-Messung werden die Ansätze optisch auf Schimmelpilz- und Gasbildung sowie auf eine Kahmhaut geprüft. Sensorisch wird eventuell auftretender Buttersäure- und Ammoniakgeruch festgestellt. Die Kahmhaut besteht aus einer Eiweißschicht, die durch Bakterien und andere Mikroorganismen an der Grenzfläche Wasser – Luft gebildet wird. Sie deutet auf gestörte biologische Abbauprozesse hin, so dass diese Ansätze zu wiederholen wären. Zu Versuchsende werden in den Filtraten die Fermentationsprodukte bestimmt. Die flüchtigen Fettsäuren sowie die Ammoniakgehalte werden ionenchromatographisch nach Membransuppression und Leitfähigkeitsdetektion bestimmt. Die „in vitro“-Methode ermöglicht standardisierte Vergleiche unter Laborbedingungen. Die Grundaussagen des RFT stimmen gut mit denen aus Praxisversuchen und Laborsiloversuchen überein, wenngleich die Analysensysteme so verschieden sind, dass es bei den Gehalten der einzelnen Parameter kaum Übereinstimmungen gibt. Der RFT eignet sich generell für die Nachprüfung von Siliermitteln, wie sie von der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) im Rahmen der Gütezeichenvergabe durchgeführt wird. Über die Clusterzentrenanalyse lassen sich Cluster bilden. Die Präparate, die nicht die erwartete Wirkung zeigen (Cluster IV), müssen zusätzlich im Laborsiloversuch geprüft werden.

Die vorliegende Schrift gibt eine Anleitung zur Anwendung und Nutzung des RFT zur Nachprüfung biologischer Siliermittel.

## Summary

The “Rostocker Fermentationstest” (RFT) is an *in vitro* test to analyse the activity of natural occurring and supplemented lactic acid bacteria and as well the contents of fermentable carbohydrates. The basic principle of the test is the adaption of the fermentation media to the conditions of a three days fermented silage using the osmolality, a parameter that includes the total concentration of soluble ingredients with osmotic behaviour. In this way it is possible to simulate different drymatter contents in the RFT.

Immediately after harvesting the plant material is homogenized and frozen at a temperature of  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . The frozen forage is minced using an industrial meat chopper and then frozen again in smaller portions in form of flat plates under vacuum. For the trials the frozen material can be thawed very fast. Twenty grams of minced plant material are weighed in a beaker and 200 ml of a Potassium chloride solution is added. This solution has the same osmolality like a three days fermented laboratory silage. The determination of the osmolality is done by a cryoscope using a plant juice which is extracted by a tincture press. The plant batches were not supplemented with sucrose, which is necessary for testing severely fermentable plant materials. Additionally the lactic acid bacteria must be tolerant to the salt concentrations in the tests. During the pH measurements each beaker is controlled for growth of fungi, carbon dioxide production and bacterial contamination on top of the liquid phase. The electrode must be sterilized with ethanol before it is put into the plantsaps, to avoid bacterial contaminations.

At the end of the fermentation period the volatile fatty acids and the amounts of ammonia were analysed by Ionchromatography (IC) with membrane suppression and conductivity detector. The results of the RFT concerning the efficiency of the lactic acid bacteria agree with that of the laboratory fermenter. The amounts of the fermentation parameters analysed at the end of the fermentation period are quite different between the two systems.

One application of the RFT is the checkup of different silage additives from one year to the next for the DLG. The great advantage of this test is the good standardisation of the test conditions and the fastness. Cluster centren analysis is able to find out Additives that work not very well (Cluster IV). They must be tested once more in a laboratory fermentation system.

The present paper gives a guidance for application and use of RFT to reaudit biological silage additives.

## 1 Einleitung

Bei schärferem Wettbewerb ist die Optimierung der Produktionstechnik im viehhaltenden landwirtschaftlichen Betrieb eine Möglichkeit, stärkerem Preisdruck zu begegnen. Wachstum der Bestandsgrößen und ausgefeilte Fütterungsstrategien sind hierzu erforderlich. Bedarfsgerechte Futterrationen mit richtiger Bewertung der Einzelfuttermittel und Einbeziehung der Futterhygiene sind unbedingt notwendig. Eine herausragende Rolle kommt dabei den Silagen zu.

Durch das Anwelken von Gras und Leguminosen über 30 % TM können die Silierverluste verringert werden. Der Verlauf der Verluste in Abhängigkeit vom TM-Gehalt zeigt dies deutlich (McDONALD et al. 1991). Es ist aber auch ein stärkerer Anstieg der Feldverluste bei mehr als 35 % TM zu werten, so dass heute ein optimaler TM-Gehalt mit  $> 30$  und  $< 40$  % zu sehen ist. Das Vorwelken wird durch den Einsatz von Mähaufbereitern beschleunigt. Durch den Zeitgewinn wird entschieden, ob am gleichen Tag bzw. am Tag danach einsiliert werden kann oder muss. Aus der Sicht der Energiekonzentration lässt sich ableiten, dass eine stabile Wetterlage selbst kurz vor dem Erreichen der Siloreife ausgenutzt werden sollte.

Sind damit die Möglichkeiten ausgeschöpft, beste Futter- und Gärqualitäten zu erzielen, dann lassen sich Verbesserungen noch durch den Einsatz von Siliermitteln (SM) erzielen. Im Vordergrund stehen Verbesserungen der Gärqualität und der aeroben Stabilität sowie eine Steigerung der Futteraufnahme in Folge höherer Verdaulichkeiten.

Die Vorteile des Siliermitteleinsatzes können nur mit der richtigen Auswahl des Siliermittels genutzt werden. DLG-geprüfte Siliermittel mit dem Gütezeichen erhöhen die Anwendungssicherheit. Die richtige Auswahl wird hier durch die Einteilung in 5 Wirkungsrichtungen und 3 Anwendungsbereichen erleichtert (THAYSEN 2004). Insgesamt kann aus derzeit 66 geprüften Siliermitteln von 26 Gütezeichennehmern ausgewählt werden. Weitere Informationen zu Auswahl und Einsatz von Siliermitteln sind dem Praxis-Handbuch Futterkonservierung (DLG 2006) zu entnehmen. In SCHUSTER et al. 2007 wurde der RFT und erste Anwendungen beschrieben.

An die Verleihung des Gütezeichens werden hohe Anforderungen gestellt. Dies sind zum Beispiel bei der Verbesserung der Vergärbarkeit mindestens fünf Einzelversuche (Kontrolle und Behandlung) mit unterschiedlichem Siliergut und in dreifacher Wiederholung unter einheitlichen Bedingungen im Silolabor (STAUDACHER 2004; THAYSEN 2004). Die DLG-Siliermittelkommission erarbeitet für die Zertifizierungsstelle eine Empfehlung. Nach der Verleihung muss die Qualität der SM auch in den Folgejahren in Form von Nachprüfungen kontrolliert werden. Dies geschieht zum einen durch Untersuchungen der Zusammensetzung, insbesondere bei den chemischen Siliermitteln, aber auch durch aufwändige Laborsiloversuche unter klimatisierten Bedingungen. Die einzelnen Arbeitsschritte wie das gleichmäßige Einbringen der Siliermittel, das Befüllen der Gläser, das Verdichten des Siliergutes, das luftdichte Verschließen der Gläser bis hin zum Entleeren und zur Herstellung der Untersuchungsextrakte erfordern viel Zeit, Personaleinsatz und Lagerkapazität. Der RFT hat demgegenüber arbeitstechnisch viele Vorteile. Dies beginnt beim eingesetzten Pflanzenmaterial, welches gut homogenisiert und in ausreichenden Mengen im gefrosteten Zustand für umfangreiche Ansätze bevorratet werden kann. Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse wird dadurch erheblich verbessert. Da die Fermentationszeit beim RFT nur 46 h beträgt sind im Vergleich zur Weckglasmethode mehr Untersuchungsdurchgänge möglich, so dass eine Vielzahl von Siliermitteln unter gleichen Bedin-

gungen geprüft werden können. Voraussetzung für den Einsatz des RFT ist, dass die Ergebnisse weitgehend mit denen der Weckglasmethode übereinstimmen und beide Verfahren in der grundlegenden Beurteilung der Wirksamkeit von Siliermitteln zu gleichen Ergebnissen kommen. In ersten vergleichenden Untersuchungen (SCHUSTER et al. 2007) wurde die Eignung dieses Tests zur Beurteilung der Wirkung von Milchsäurebakterien geprüft. Abschließend werden einige Anwendungsbereiche für den RFT aufgezeigt.

Der „Rostocker Fermentationstest“ (RFT) ist eine *in vitro* Methode, die Erkenntnisse zum natürlichen Besatz des Siliergutes mit Milchsäurebakterien, zum Gehalt der Siliergüter an fermentierbaren Kohlenhydraten und zur Wirkung des Zusatzes von Milchsäurebakterien (MSB)-Präparaten liefert. Die Grundlagen für diese Methode wurden von PIEPER et al. (1989, 1996), ZIERENBERG (2000) und ZIERENBERG et al. (1999, 2002a, 2002b) erarbeitet. Das Prinzip des Tests beruht darauf, dass mit Zugabe einer eingestellten Kaliumchloridlösung die Osmolalität, d.h. die Konzentration der osmotisch wirksamen Substanzen in den Pflanzenaufgüssen so eingestellt werden kann, dass sie einer Silage mit definiertem TM-Gehalt entspricht. Zu diesen Ansätzen werden verschiedene Milchsäurebakterienpräparate zugesetzt und während der 46-stündigen Inkubation die pH-Wert Absenkungen verfolgt.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Probenvorbereitung

#### 2.1.1 Pflanzenmaterial

Für die Untersuchungen wird Wiesen gras, nach Möglichkeit mit hohem Zuckergehalt, gut durchgemischt und Proben für die chemische Nährstoffuntersuchung gezogen. Die Analysen des Ausgangsmaterials werden nach den Methoden gemäß VDLUFA durchgeführt (NAUMANN und BASSLER 2006).

#### 2.1.2 Laborsilagen

Das frische Pflanzenmaterial wird in Weckgläser (1,5 l) in jeweils 3 Wiederholungen einsiliert. Neben einer Kontrolle ohne Silierzusatz werden je nach Kapazität verschiedene flüssige MSB-Präparate 3 Tage bzw. 90 Tage lang geprüft.

#### 2.1.3 Aufbereitung des Materials für den RFT

Das gut durchmischte Pflanzenmaterial wird in Portionen von 1 kg bei  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  gefrostet. Das gefrostete Material wird im Fleischwolf (Abb. 1) gemust, in Portionen von 500 g in Form möglichst flacher Platten vakuumiert und erneut bei  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  gefrostet. Für die Ansätze kann dieses Material schnell und schonend aufgetaut werden. Ein nennenswerter Saftverlust ist bei zügiger Arbeitsweise nicht festzustellen.



Abb. 1: Cutter zur Zerkleinerung und Probenvorbereitung

## 2.2 Bestimmung der Osmolalität

Für die Bestimmung der Osmolalität wird von Pflanzen- bzw. Silagematerial (nach 3 Tagen Silierdauer) mittels einer Tinkturenpresse (Abb. 2) Presssaft gewonnen.



Abb. 2: Tinkturenpresse zur Pflanzensaftgewinnung

5  $\mu$ l des Saftes werden im Osmomat 010, Fa. Gonotec GmbH (Berlin), mit einem Peltier-Kühlsystem abgekühlt. Wenn die Temperatur unterhalb des Gefrierpunktes liegt, wird die Kristallisation durch Beimpfen mit kleinen Eiskristallen eingeleitet. Die Temperatur der Probenlösung steigt spontan auf die Kristallisationstemperatur an. Eine Lösung mit einer Salzkonzentration von 1,0 osmol/kg hat einen Gefrierpunkt von  $-1,858 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}$  im Vergleich zu Wasser. Über die Gefrierpunktsbestimmung lässt sich demnach die Osmolalität einer Salzlösung, also die Summe aller gelösten, osmotisch wirksamen Inhaltsstoffe messen. Die Osmolalität einer Salzlösung errechnet sich aus dem Quotienten aus Temperaturanstieg und dem Faktor 1,86 ( $\text{osmol/kg} = \Delta T/1,86$ ) (HOEDTKE et al. 2005a).



Abb. 3: Brutschrank mit 24 Plätzen für Bechergläser

### 2.3 Messung des pH-Verlaufes

Die pH-Wert Messungen erfolgen mit einem pH-Meter der Fa. wtw inolab level 2, (Weilheim) ausgestattet mit einer Schott Gelelektrode Blue Line 24 pH. Die Temperierung der Pflanzensaftaufgüsse geschieht in einem Kühlbrutschrank ICE 400 der Fa. Memmert, (Schwabach) bei 30 °C (Abb. 3). Bei jeder Variante und der Kontrolle werden nach 0, 14, 18, 22, 38, 42 und 46-stündiger Inkubation pH-Messungen durchgeführt. Die pH-Elektrode muss nach jeder Messung mit Ethanol (70%) sterilisiert werden, um eine Verschleppung von Milchsäurebakterien auszuschließen. Zu Versuchsende (nach 46-stündiger Inkubation) werden in den Filtraten und Laborsilagen (nach 90 Tagen Silierdauer) die Fermentationsprodukte (Milchsäure, Essigsäure, Alkohol, Ammoniak, Rest Zucker) bestimmt.

### 2.4 Durchführung des RFT

Je 50 g des Pflanzenmaterials werden in 600 ml Bechergläser eingewogen und mit 200 ml der vorbereiteten KCl-Lösung versetzt. Die Konzentration der KCl-Lösung wird über die Osmolalität so eingestellt, dass die Bedingungen in den „in vitro“ Ansätzen einer drei Ta-

ge fermentierten Silage mit einem TM-Gehalt von 30% entsprechen (ZIERENBERG 2000).

Dazu wird aus den Silagen (3 Tage) ein Presssaft hergestellt und dessen Osmolalität bestimmt. Die Konzentration der zuzugebenden KCl errechnet sich, indem die gemessene Osmolalität der Silage durch den Osmolalitätskoeffizienten von KCl (1,85) dividiert wird. Das Ergebnis liefert die molare Konzentration der KCl-Lösung. Unter Berücksichtigung des Molekulargewichtes lässt sich der erforderliche Gewichtsanteil von KCl in g/l berechnen.

In den vorliegenden Untersuchungen wurde auf einen Saccharosezusatz verzichtet. Dieser ist bei schwersilierbarem Pflanzenmaterial notwendig, um Substratmangelerscheinungen auszuschließen, welche die Milchsäurebildung negativ beeinflussen. Zusätzlich muss für die MSB-Präparate eine gewisse Salztoleranz vorausgesetzt werden.

## 2.5 Bestimmung der Gärsäuren

Der Gehalt an Milch- und Essigsäure in den Pflanzenaufgüssen nach Inkubationsende wird ionenchromatographisch bestimmt. Der Pflanzensaft wird bei 4500 U/min zentrifugiert und anschließend über einen Membranfilter (0,45 µm) in ein Probengeberfläschchen filtriert.

Die Trennung der Säuren erfolgt mit einem Ionenchromatographen BIO LC 600 der Fa. Dionex auf einer Trennsäule HPICE AS 1, 250 x 4 mm mit einer Vorsäule LiChrospher 100, RP 18 5 µm, 25 x 4 mm bei 30 °C Säulentemperatur. Als Laufmittel dient 1,5 mmol Oktansulfonsäure in 2 % i-Propanol in entionisiertem Wasser bei einem Fluss von 0,8 ml/min und einem Druck von 1300 psi. Zur Steigerung der Empfindlichkeit wird ein Membransuppressor AMMS-ICE II eingesetzt, der mit 10 mmol Tetrabutylammonium-hydroxidlösung und einem Fluss von ca. 3,0 ml/min gespült wird. Die Detektion der Säuresignale erfolgt im Leitfähigkeitsdetektor ED 50, Dionex. Die Quantifizierung der Säuren erfolgt nach der externen Standardmethode (Sigma Chemie, Deisenhofen). Gerätesteuerung, Datenaufzeichnung- und Auswertung erfolgen mit dem Labordatensystem Chromeleon v. 7.30 der Fa. Dionex.

## 2.6 Bestimmung des Ammoniakgehaltes

Der Gehalt an Ammoniak in den Pflanzenaufgüssen nach Inkubationsende wird ebenfalls ionenchromatographisch bestimmt. Der Pflanzensaft wird bei 4500 U/min zentrifugiert und anschließend über einen Membranfilter (0,45 µm) in ein Probengeberfläschchen filtriert.

Die Quantifizierung erfolgt am Ionenchromatographen DX 300 der Fa. Dionex auf einer Trennsäule CS 12, 250 x 4 mm mit Vorsäule IonPac CG 12, 40 x 4 mm mit dem Eluenten 1,5 mmol Oktansulfonsäure in 2% (v/v) i-Propanol in entionisiertem Wasser und einem Fluss von 0,8 ml/min. Ein Kationen-Micromembransuppressor CMMS-ICE II mit einem Regenerens aus 50 mmol Tetrabutylammoniumhydroxidlösung und dem Fluss von ca. 3.0 ml/min wird eingesetzt. Die Detektion erfolgt im Leitfähigkeitsdetektor ED 50, Dionex. Quantifiziert wird nach der externen Standardmethode (Merck, Darmstadt). Gerä-

teststeuerung, Datenaufzeichnung- und Auswertung erfolgen mit dem Labordatensystem Chromeleon v. 7.30 (Dionex).

## 2.7 Bestimmung des Alkoholgehaltes

Die Bestimmung erfolgt enzymatisch aus dem Filtrat unter Verwendung des Ethanol-Testkits 10.176.290 r-biopharm und photometrischer Quantifizierung bei 340 nm.

## 2.8 Bestimmung der wasserlöslichen Kohlenhydrate

Die im Filtrat gelösten Kohlenhydrate werden mit konzentrierter Schwefelsäure in Furfuralderivate überführt und mit Anthronreagenz zu einem Farbstoff kondensiert. Die Quantifizierung der Kohlenhydratfraktion erfolgt photometrisch bei 625 nm.

## 2.9 Auswertung

Die Bewertung der Leistungsfähigkeit von MS-Präparaten erfolgt mit der Clusterzentrenanalyse (ZIERENBERG 2003) im Programmpaket SAS 9.1. Nachfolgend ist dies in Prozedur 1 dargestellt:

Prozedur 1: Programmvorlage Centrenanalyse SAS.

```
TITLE 'Cluster Zentren Analyse RFT'
```

```
*DATA SMMSB(TYPE=pH);
```

```
PROC IMPORT OUT= WORK.RFT
```

```
    DATAFILE= "[...].xls"
```

```
    DBMS=EXCEL REPLACE;
```

```
    SHEET="[...]";
```

```
    GETNAMES=YES;
```

```
    MIXED=NO;
```

```
    SCANTEXT=YES;
```

```
    USEDATE=YES;
```

```
    SCANTIME=YES;
```

```
    data work.RFT; set work.RFT;
```

```
        IF Jahr= 2008; (etc.)
```

```
Proc cluster data=work.RFT Method=Centroid Pseudo;
```

```
    VAR h26;
```

```
ID    SMMSB;
```

```
Proc Tree;
```

```
RUN;
```

Es wird mit dieser Prozedur die „Normalized Centroid Distance“ bestimmt und über das Ellbogen-Kriterium die Anzahl der Cluster ermittelt. Es wurden vier Cluster gebildet, wie dies auch schon in früheren Untersuchungen von ZIERENBERG 2003 gewählt wurde. Über die Dendrogramme wurden die Mittel den Gruppen (Clustern) zugeordnet. Dies wurde für die Jahre 2004 bis 2009 durchgeführt. Die mediane Differenz wurde aus dem in der Mitte stehenden Mittel zur Kontrolle gebildet. Die Gruppen I bzw. II wurden als besonders wirksam angesehen, die Gruppe II bzw. III wurde als wirksam angesehen und Gruppe IV wurde als ohne Effekt definiert.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 pH-Wert-Verlauf im RFT

In der Abb. 4 sind die pH-Werte von Wiesengras-Extrakten dargestellt, die mit verschiedenen MSB-Präparaten versetzt und 46 h bei 30 °C inkubiert wurden. Bis auf das Mittel P23 zeigten alle Varianten eine deutliche pH-Wert-Absenkung um bis zu 0,5 Einheiten gegenüber der KCl-Kontrolle. Das Mittel P23 zeigte unter den gegebenen Bedingungen keine über die Wirkung des natürlichen Epiphytenbesatz hinausgehende pH-Wert-Absenkung. Der RFT zeigt demnach die Unterschiede in der Wirksamkeit von MSB-Präparaten deutlich und selektiv auf.

Die pH-Wert-Absenkung ist auf die Bildung von Milchsäure zurückzuführen (Abb. 5). Ansätze mit niedrigen pH-Werten weisen bis zu 10,3 % Milchsäure in der Trockenmasse auf. In der Variante mit dem Präparat 23 liegt der Milchsäuregehalt auf dem Niveau der KCl-Kontrolle. Das heißt, dass in diesem Fall ausschließlich die epiphytischen Milchsäurebakterien aktiv waren und das zugesetzte Präparat keine Wirkung zeigte.

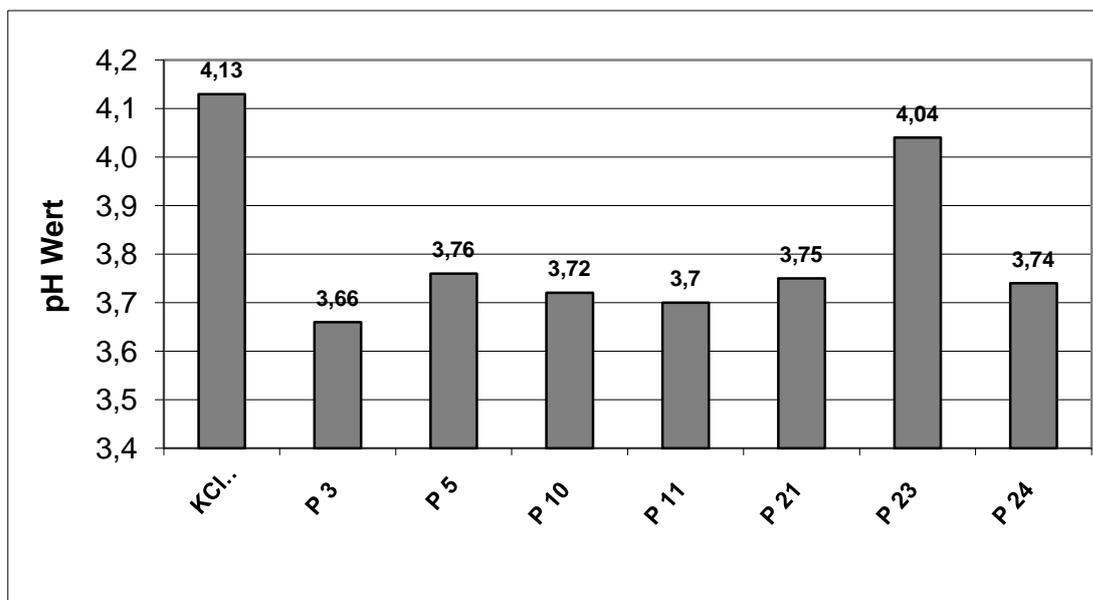


Abb. 4: pH-Wert-Absenkung einiger MSB-Präparate in Wiesengras-Pflanzenaufgüssen nach 46 h (SCHUSTER et al. 2007)

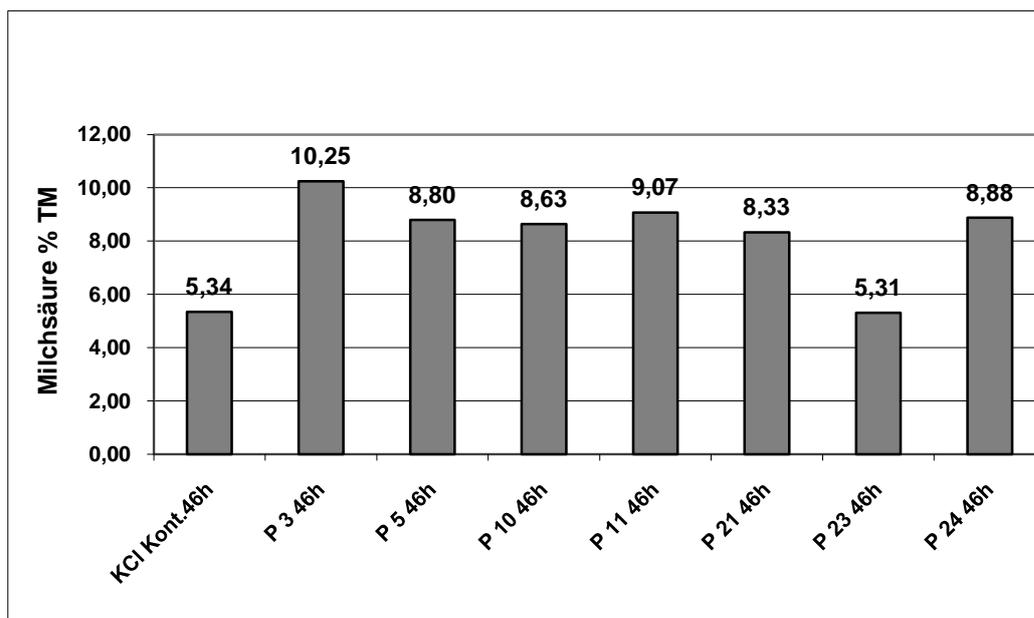


Abb. 5: Milchsäurebildung verschiedener MSB-Präparate in Wiesengras-Aufgussproben (SCHUSTER *et al.* 2007)

### 3.2 Beziehung zwischen RFT und Laborsilagen

Für den Vergleich des RFT zu den Laborsilagen wurde ebenfalls Wiesengras, 1. Schnitt, eingesetzt. Der Zuckergehalt des Ausgangsmaterials betrug 15,5 % i.d. TM. Der Vergärbarkeitskoeffizient errechnete sich auf einen Wert von 42, so dass das Wiesengras als gut silierbares Pflanzenmaterial eingestuft werden konnte (Tab. 1). Der Vergärbarkeitskoeffizient ist ein Maß für die Säuerungspotential von Grünfütter und errechnet sich nach folgender Formel:  $VK = TM(\%) + 8 * Z/PK$  (SCHMIDT *et al.* 1971, WEISSBACH und HONIG 1996). Z entspricht dem Zuckergehalt, PK ist die Pufferkapazität der Probe gegenüber Milchsäure.

Die gute Silierqualität des Ausgangsmaterials bestätigt sich auch an Hand der Ergebnisse der erzeugten Laborsilagen. Sowohl die Kontrollvariante als auch die Behandlungen erreichten nach der Weißbach/Honig-Beurteilung die Punktnote 100 (Tab. 2). Die Ansätze mit Siliermitteln zeigten im Mittel einen geringfügig niedrigeren pH-Wert und niedrigere Ammonium-N Gehalte. Ihre aerobe Stabilität war mit 2,5 Tagen etwas länger als in den Kontrollen.

Tab. 1: Charakterisierung des Ausgangsmaterials für die Vergleichsuntersuchungen

	TM, %	in g/kg TM					Pufferkapazität g MS/ 100g TM	Nitrat, mg/kg TM	Vergärbar- keitskoeffizient
		XP	XF	XL	XA	Zucker			
Wiesengras	23,9	166	211	28	88	155	6,72	200	42

Tab. 2: Charakterisierung der Laborsilagen (Silierdauer 90 Tage)

Merkmale	Kontrolle (n=3)	mit MSB-Präparaten (n=24)
TM %	21,7±0,35	21,7±0,49
pH-Wert	4,00±0,01	3,94±0,09
NH <sub>3</sub> -N in % gesamt N	3,5±0,1	2,9±1,0
Gärgasverlust in % eingewogene TM	2,6±0,1	2,3±0,8
Aerobe Stabilität (Tage)	2,1±0,8	2,5±1,3

Dies lässt sich auf die doch sehr unterschiedlichen Untersuchungssysteme zurückführen. Im RFT sind deutliche Differenzen zwischen Kontrolle und Behandlungen zu erkennen. Die Varianten mit Milchsäurebakterien produzierten um 55 % mehr Milchsäure und hatten einen geringeren Restzuckergehalt als die Kontrollen. Alle analysierten Proben waren frei von Butter- und Propionsäure.

In beiden Methoden sind die Streuungen der Gärparameter bei den Varianten mit MSB größer als bei den Kontrollen.

Tab. 3: Vergleich der Gärparameter (in % TM) der Laborsilagen mit den RFT Werten

Gärparametern	Laborsilage (90 d)		RFT (46 h)	
	Kontrolle	mit MSB-Präparaten	Kontrolle	mit MSB-Präparaten
Milchsäure	10,08±0,34	10,66±1,05	5,95±0,22	9,31±0,97
Essigsäure	1,89±0,07	1,66±0,87	0,94±0,02	0,89±0,12
Restzucker	0,60±0,08	0,68±0,23	6,19±0,04	3,30±0,53
Alkohol	0,81±0,06	0,70±0,19	0,99±0,03	0,77±0,28
Ammoniak	0,095±0,004	0,079±0,029	0,040±0,001	0,031±0,009

Die Zusammenhänge zwischen den Gärparametern im RFT (nach 46-stündiger Inkubation) und in den Laborsilagen (90 Tage) und zwischen dem pH-Wert Verlauf im RFT bzw. in den Laborsilagen (3 Tage) wurden über eine lineare Regressionsanalyse mittels SAS errechnet.

Die für die Gärparameter errechneten Regressionsgleichungen zeigen aber nur für den Alkoholgehalt eine engere, statistisch signifikante lineare Abhängigkeit ( $P \leq 0,05$ ;  $R^2 = 0,545$ ;  $n = 27$ ) zwischen beiden Methoden (Tab. 4).

Tab. 4: Beziehungen zwischen Gärparametern im RFT (y) und in Laborsilagen (x) nach der Formel  $y=a+bx$

Gärparameter	a	b	SE	R <sup>2</sup>	P ≤ 0,05*
Milchsäure	8,37	0,25	1,034	0,122	n.s.
Essigsäure	-2,40	4,56	0,707	0,386	n.s.
Restzucker	0,53	0,04	0,207	0,049	n.s.
<b>Alkohol</b>	<b>0,32</b>	<b>0,50</b>	<b>0,137</b>	<b>0,545</b>	*
Ammoniak	0,04	1,39	0,028	0,195	n.s.

Die Tab. 5 zeigt die Ergebnisse der Regressionsanalyse für den pH-Wert Verlauf im RFT und dem pH-Wert der Laborsilagen. Gute Übereinstimmungen ergaben sich nach 22 Stunden und blieben bis zum Inkubationsende (46 h) erhalten.

Die höchste Korrelation zwischen den pH-Werten wurde nach 26stündiger Inkubation errechnet (Bestimmtheitsmaß = 93,7) und bei  $R^2 = 0,876$  als hoch signifikant ( $P \leq 0,01$ ) bestätigt. Ob diese Fermentationszeit generell für den Rostocker Fermentationstest gilt muss in weiteren Versuchen geklärt werden. Künftige Untersuchungen sollten auch dahingehend ausgewertet werden, ob zwischen dem niedrigsten pH-Wert eines Siliermittels im RFT eine Beziehung zum pH-Wert der Laborsilagen (3 Tage) besteht. Die vorliegenden Ergebnisse lassen den Schluss zu, auf die Untersuchung der Fermentationsprodukte künftig zu verzichten und damit die Gesamtkosten des Testes deutlich zu reduzieren.

Insgesamt decken sich die Aussagen des RFT mit den Ergebnissen der Laborsilagen hinsichtlich der Wirksamkeit von MSB-Präparaten. Mit dem RFT sind gut standardisierte Untersuchungsbedingungen möglich. Der Zeit- und Personalaufwand ist deutlich geringer als bei den Laborsilagen, wodurch ein höherer Untersuchungsumfang möglich wird.

Tab. 5: Beziehungen zwischen pH-Wert Verlauf im RFT (y) und pH-Wert der Laborsilagen (3 Tage) (x) nach der Formel  $y=a+bx$

Stunden	a	b	SE	R <sup>2</sup>	P ≤ 0,01** P ≤ 0,05*
14	2,59	0,48	0,091	0,469	*
18	0,55	0,88	0,137	0,564	*
22	-1,38	1,31	0,139	0,734	**
<b>26</b>	<b>-2,47</b>	<b>1,54</b>	<b>0,102</b>	<b>0,876</b>	**
38	0,63	1,06	0,073	0,870	**
42	0,36	0,82	0,069	0,814	**
46	1,29	0,59	0,058	0,763	**

## 4 Anwendungsbereiche

### 4.1 Siliermittelnachprüfung

Bei der Installation des „Rostocker Fermentationstests“ stand zunächst die Siliermittelnachprüfung im Vordergrund. Dabei handelt es sich um Untersuchungen einer repräsentativen Auswahl von Siliermitteln mit Prüfsiegel, ob der einmal erbrachte Wirkungsnachweis auch in den Folgejahren noch zutrifft. Auf diese Weise hat der Landwirt die Sicherheit, dass die Siliermittel noch immer die gleiche Qualität besitzen wie zum Zeitpunkt der DLG Gütezeichenvergabe. Jährlich sollen ca. 40 MSB-Präparate unter weitgehend vergleichbaren Bedingungen auf ihre Wirksamkeit untersucht werden. Der RFT soll dabei die Laborsiloversuche nicht ersetzen sondern ergänzen. Siliermittel, die im RFT unzureichend beurteilt werden, durchlaufen einen zusätzlichen Laborsiloversuch. Sollte dieses Ergebnis ebenfalls nicht befriedigen, so ist über die ungenügende Qualität zu informieren.

In der praktischen Durchführung werden alle Varianten in drei Wiederholungen angesetzt. Nach unseren Erfahrungen hat sich ein Ansatz von 14 Siliermittel und einer Kontrolle pro Durchgang bewährt.

Die Abb. 6 gibt einige charakteristische pH-Wert Verlaufskurven wieder. Alle Siliermittel senken den pH-Wert im Vergleich zur Kontrollvariante zunächst rascher ab. Einige verlaufen nach 18 h auf einem Plateau ähnlich wie die Kontrolle und senken den pH-Wert nach 26 h bis zum Ende der Inkubationszeit nochmals ab. Die pH-Wert-Absenkung durch das Präparat 14 verläuft ab 22 h exakt wie die der Kontrolle und hat nach 48 h einen Wert von 3,96. Das Präparat 16 führt bis 38 h zu einer gleichmäßigen Ansäuerung auf pH 3,63 und ändert sich dann nicht mehr. Verglichen mit den anderen Mitteln zeigt dieses die beste Wirksamkeit.

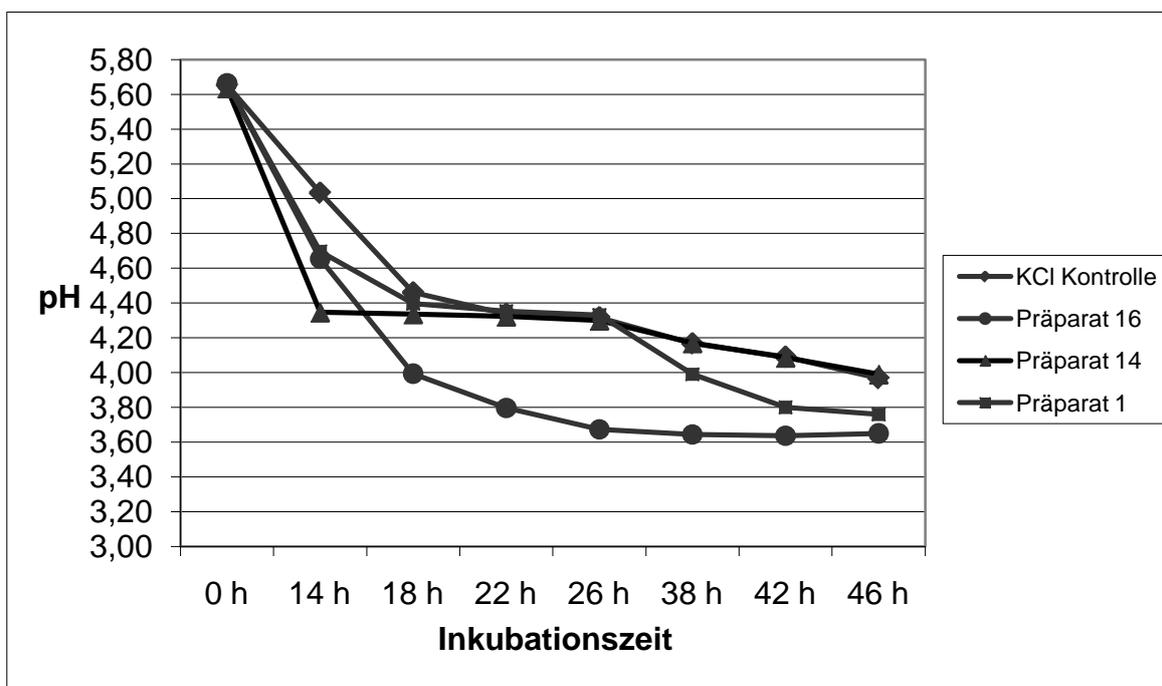


Abb. 6: Säuerungsgeschwindigkeit ausgewählter Milchsäurepräparate

Im Ergebnis zeigt sich, dass der RFT ein geeignetes Instrument ist, um ein Ranking der Siliermittel hinsichtlich ihrer Säuerungsgeschwindigkeit unter standardisierten Laborbedingungen zu ermitteln. Er liefert gute Aussagen über die Leistungsfähigkeit von MSB-Präparaten. Durch Zusatz von KCl können zudem unterschiedliche TM-Stufen simuliert werden.

## 4.2 Siliereignung von ökologisch und konventionell erzeugtem Wiesengras

Inwieweit der RFT auch verwendet werden kann, den natürlichen Epiphytenbesatz und damit die Siliereignung eines Pflanzenmaterials in vergleichsweise kurzer Zeit zu ermitteln, zeigt der nächste Versuch. Der RFT wurde zur Bestimmung der Siliereignung von Wiesengras aus ökologischem (öko) und konventionellem (konv) Anbau eingesetzt. In der Versuchsanstellung wurden sieben biologische Siliermittel an jeweils fünf verschiedenen ökologischen und konventionellen Herkünften geprüft. Die Durchführung des Laborsiloversuchs erfolgte entsprechend den Anforderungen der DLG zur Erlangung des Gütezeichens für Siliermittel (Thaysen 2004). Ausgewählte oberbayerische Betriebe stellten eine Grünlandfläche für die Probenahme zur Verfügung. Die jeweilige Fläche wurde betriebsüblich bewirtschaftet. Die zwei Regionen mit 10 Betrieben wurden mit je 5 Flächen an zwei aufeinanderfolgenden Tagen beprobt. Das Probenmaterial wurde auf Folien am Standort vorgewelkt und unterdacht bis zur Silierung kurze Zeit aufbewahrt. Die Zusammenhänge zwischen dem pH-Wert Verlauf im RFT und dem pH-Wert Verlauf der Laborsilagen (3 Tage) wurden mit einer linearen Regressionsanalyse (SAS) geprüft.

Die Qualität des verwendeten Ausgangsmaterials war vergleichbar (Tab. 6). In den wertbestimmenden Parametern nach Weender zeigten die konventionellen Proben eine höhere Streuung als die ökologischen.

Tab. 6: Charakteristik der ausgewählten Wiesenaufwüchse

Wiesengras	Ökologisch (n=5)	Konventionell (n=5)
TM %	41,1 ± 3,1	36,1 ± 2,1
XP g/kg TM	187 ± 12	207 ± 26
XF g/kg TM	194 ± 21	183 ± 26
XL g/kg TM	26 ± 2	26 ± 3
XA g/kg TM	81 ± 5	85 ± 7
Zucker in g/kg TM	243 ± 13	235 ± 16
Pufferkapazität, g MS/100g TM	7,04 ± 0,37	6,49 ± 1,13
Nitrat mg/kg TM	800 ± 566	1248 ± 1021
Vergärbarkeitskoeffizient	69 ± 1,7	66 ± 3,0

Die Unterschiede in den Bewirtschaftungssystemen spiegeln sich in den Nährstoffergebnissen wider. Das konventionell erzeugte Wiesengras zeichnet sich durch einen höheren Rohprotein- und Nitratgehalt bei niedrigerem Rohfasergehalt aus, was eine Folge des höheren Düngenniveaus ist. Die Pufferkapazität war annähernd gleich, so dass von einer vergleichbaren Silierbarkeit der Materialien ausgegangen werden kann.

In Schweizer Untersuchungen wurde festgestellt (WYSS 2002), dass die Unterschiede in der Gärqualität zwischen den Erntejahren und den Aufwüchsen größer waren als die zwischen den Bewirtschaftungsarten. In den vorliegenden Untersuchungen zeigten sich nur geringe Unterschiede in der Vergärbarkeit des Futters zwischen den Bewirtschaftungssystemen.

#### 4.2.1 Osmolalität

Die Messung der Osmolalität erfolgte aus dem Presssaft des Ausgangsmaterials und den dazugehörigen Silagen (Tab. 7). Dabei zeigt sich ein Anstieg der Osmolalität beim Vergleich von Presssaft aus Gras zu Presssaft aus Silage (HOEDTKE et al. 2004, 2005a), wobei noch weitere Faktoren, wie z. B. der Eiweißabbau die Osmolalität beeinflussen können (BICKEL et al. 2005, 2006a, 2006b, HOEDTKE et al. 2005a, HOEDTKE et al. 2006).

Die Osmolalität lässt sich einfach messen und ermöglicht vor allem Rückschlüsse auf die Siliereignung im Hinblick auf die Osmotoleranz des mikrobiellen Besatzes. Diese ist für die einzelnen Mikroben sehr unterschiedlich. Insbesondere die unerwünschten Clostridien besitzen in der Regel eine geringere Osmotoleranz als die Milchsäurebakterien (MSB), so dass über die Verbesserung der Wachstumsbedingungen der MSB eine Hemmung der Buttersäurebakterien (Clostridien) erzielt werden kann (ZIERENBERG 2002).

Tab. 7: Osmolalität (osmol/kg TM) des Saftes vom Ausgangsmaterial und den 3 Tages-Silagen unterschiedlicher Wiesenaufwüchse

Verfahren	Ökologisch (n=5)	Konventionell (n=5)
Grassaft	0,50 ± 0,06	0,46 ± 0,05
Silagesaft	0,68 ± 0,14	0,69 ± 0,08

#### 4.2.2 pH-Wert-Verlauf im RFT

In der Tab. 8 sind die pH-Wert-Absenkungen der einzelnen Präparate im RFT auf konventionellem und ökologisch erzeugtem Wiesengras dargestellt. Bei insgesamt geringen pH-Wert Schwankungen ergeben sich gesicherte Differenzen bedingt durch die gute Wiederholbarkeit der Messmethode. Ein Vergleich zwischen ökologisch und konventionell über alle Siliermittel zeigte zu Beginn einen signifikant höheren pH-Wert im „öko“-Ausgangsmaterial. Die Differenzen verringern sich mit jeder Messung bis zur 38. Stunde, wobei diese und auch die weiteren Differenzen statistisch nicht mehr absicherbar sind. Es zeigt sich, dass die pH-Wert Verläufe bei beiden Herkünften, ökologisch und konventionell, annähernd gleich sind und sich unabhängig vom Siliermittel nach 38 h auf einen Wert angleichen.

Die Mittelwerte nach 38 h betragen für beide Varianten 3,88 mit Streuungen von 0,11 (konventionell) bzw. 0,15 (ökologisch). In beiden Varianten führten die MSB zu einer stärkeren Ansäuerung als in den Kontrollen (konventionell pH 4,07 und ökologisch pH 4,14). Die gesichert höheren pH-Werte bei ökologisch erzeugtem Futter lassen vermuten, dass entweder höhere Gehalte an puffernden Substanzen und/oder ein geringerer epiphytischer MSB-Besatz vorlagen.

Die Frage, inwieweit sich einige der eingesetzten Siliermittel speziell für ökologisch erzeugtes Futter eignen, kann nicht geklärt werden. Es zeigte sich zunächst, dass die pH-Wert-Verläufe geringfügig unterschiedlich sind. Gesicherte Differenzen waren zu Beginn der Fermentation und auch nach 14 Stunden nicht zu finden. Nach 18 bis 26 Stunden zeigten 3 Siliermittel (SM1, SM3, SM4) deutliche Differenzen gegenüber den Kontrollen und den weiteren Siliermitteln. Für diese könnten, wenn alle am Markt befindlichen Siliermittel so geprüft würden, dann auch Empfehlungen für den Ökobetrieb gegeben werden.

Tab. 8: Verlauf der pH-Werte bei konventionell oder ökologisch erzeugtem Ausgangsmaterial nach dem Einsatz von sieben verschiedenen Siliermitteln (MSB) im RFT (n=5)

Zeit (h)			0	14	18	22	26	38	42	46
<b>konventionell</b>	<b>Kontrolle</b>	K	5,57	4,31	4,23	4,19	4,15	4,07	4,04	3,97
<b>(n=5)</b>	<b>SM</b>	1	5,58	4,26	4,09	3,92	3,76	3,63	3,63	3,63
		2	5,58	4,28	4,20	4,13	4,05	3,86	3,83	3,82
		3	5,57	4,23	4,04	3,85	3,77	3,77	3,76	3,77
		4	5,57	4,25	4,06	3,91	3,85	3,80	3,78	3,77
		5	5,57	4,29	4,21	4,16	4,10	3,90	3,85	3,83
		6	5,57	4,28	4,21	4,17	4,14	4,03	3,97	3,89
		7	5,57	4,27	4,19	4,12	4,05	3,88	3,86	3,84
<b>Mittelwert</b>	<b>SM</b>		5,57	4,27	4,14	4,04	3,96	3,84	3,81	3,79
<b>ökologisch</b>	<b>Kontrolle</b>	K	5,66	4,39	4,33	4,29	4,27	4,14	4,08	3,99
<b>(n=5)</b>	<b>SM</b>	1	5,67	4,33	4,13	3,93	3,77	3,59	3,59	3,59
		2	5,67	4,36	4,29	4,21	4,10	3,87	3,85	3,86
		3	5,67	4,33	4,13	3,89	3,82	3,83	3,83	3,84
		4	5,67	4,33	4,08	3,86	3,83	3,81	3,81	3,81
		5	5,67	4,38	4,30	4,23	4,14	3,86	3,84	3,85
		6	5,67	4,38	4,31	4,28	4,25	4,05	3,93	3,87
		7	5,67	4,36	4,28	4,20	4,09	3,87	3,85	3,86
<b>Mittelwert</b>	<b>SM</b>		5,67	4,35	4,22	4,08	4,00	3,84	3,81	3,81

#### 4.2.3 Laborsilagen

Die erzeugten Laborsilagen wiesen trotz Säurekorrektur gegenüber dem Ausgangsmaterial Unterschiede in den TM-Gehalten auf (Tab. 9).

Der Proteinabbau ist als gering anzusehen, und auch die geringen TM-Verluste weisen auf eine sehr gute Gärqualität hin. Alle Silagen sind zudem buttersäurefrei.

Mit 9 Tagen waren die Silagen beider Varianten aerob sehr stabil, was die Essigsäuregehalte auch verdeutlichen.

Tab. 9: Fermentationscharakteristik der Silagen unterschiedlicher Wiesenaufwüchse

	ökologisch (n=5)	konventionell (n=5)
TM <sub>korrigiert</sub> %	38,5 ± 3,6	34,6 ± 1,8
pH-Wert	4,50 ± 0,22	4,36 ± 0,12
<i>in TM</i> %		
Milchsäure	6,09 ± 1,35	6,32 ± 0,85
Essigsäure	2,37 ± 0,94	2,57 ± 0,70
Alkohol	0,72 ± 0,34	0,56 ± 0,15
Restzucker	6,36 ± 2,30	5,34 ± 1,99
NH <sub>3</sub> -N	0,15 ± 0,05	0,19 ± 0,04
NH <sub>3</sub> -N in Ges. -N, %	4,70 ± 1,47	5,53 ± 1,06
Gärgasverluste in % eingewogene TM	3,46 ± 0,79	3,41 ± 0,63
Aerobe Stabilität (Tage)	9 ± 2,1	9 ± 2,0
W/H Punkte	96 ± 2,5	98 ± 1,8

#### 4.2.4 Beziehung zwischen RFT und Laborsilos

Die statistischen Zusammenhänge über die pH-Wert Absenkung im RFT und in den Laborsilagen (3 Tage) wurden in einer linearen Regressionsanalyse mittels SAS geprüft. Die Tab. 10 zeigt die Parameter der Regressionsanalyse über die Fermentationszeit im RFT auf. Dabei ergab sich nach 38 Stunden bei dem ökologisch erzeugten Ausgangsmaterial ein statistisch gesichertes Bestimmtheitsmaß von 0,83. Bei dem konventionell erzeugten Ausgangsmaterial konnten keine Beziehungen hergestellt werden.

Diese Ergebnisse wurden in SCHUSTER et al. 2007 veröffentlicht; sie sind aber zum besseren Verständnis hier als Voruntersuchungen dargestellt.

Tab. 10: Beziehungen zwischen dem pH-Wert Verlauf im RFT (y) und den pH-Werten der Laborsilagen (x) beim ökologisch erzeugten Wiesengras

Stunden	a	b	SE	R <sup>2</sup>	P≤0,01** P≤0,05*
22	4,30	-0,03	0,056	0,208	n.s.
26	4,21	-0,03	0,040	0,311	n.s.
<b>38</b>	<b>4,12</b>	<b>-0,05</b>	<b>0,017</b>	<b>0,827</b>	<b>*</b>
42	4,14	-0,05	0,029	0,701	n.s.
46	4,10	-0,05	0,033	0,615	n.s.

### 4.3 Gesamtauswertung der Versuchsjahre 2004-2009

#### 4.3.1 Ausgangsmaterial

Mit Ausnahme von Grünroggen (2004) wurden für die Versuche in den Jahren 2005-2009 Wiesengras unterschiedlicher Provenienz (Schnitte 1, 2, 3) verwendet.

Tab. 11: Charakteristik des Ausgangsmaterials in den Versuchsjahren 2004-2009

Ausgangsmaterial	Jahr					
	2004	2005	2006	2007	2008	2009
TM, %	22,2	23,9	41,4	44,8	16,8	20,4
In TM %						
Rohasche	7,7	8,8	8,0	8,3	7,9	8,6
Rohprotein	11,9	16,6	17,9	20,1	13,7	12,7
Rohfett	1,9	2,8	2,8	3,5	n.b.	n.b.
Rohfaser	27,2	21,1	25,9	26,2	24,9	28,3
NFE	51,3	50,7	45,4	41,9	n.b.	n.b.

(n.b. = nicht bestimmt)

Die Unterschiede zwischen den Ausgangsmaterialien sind in der Trockenmassekonzentration (von 16,8 % - Wiesengras 2. Schnitt 2008 bis 44,8 % - Wiesengras 3. Schnitt 2007) und Proteingehalten (von 12,7 % - Wiesengras 2. Schnitt 2009 bis 20,1 % - Wiesengras 3. Schnitt 2007) zu sehen (Tab. 11). Die chemische Zusammensetzung der analysierten Materialien entspricht den für diese Futterarten gegebenen typischen Gehaltswerten (LfL 2008).

Bei einem Osmolalitätskoeffizienten von 1,85 zeigen sich in allen Ausgangsmaterialien bei den ermittelten Osmolalitätswerten eine deutliche Differenzierung (Tab. 12), die auf verschiedene chemische Zusammensetzung des Grüngutes zurückzuführen ist (ZIERENBERG et al. 2002).

Tab. 12: Kennzahlen des Ausgangsmaterials im RFT der verschiedenen Versuchsjahre

Ausgangsmaterial	Jahr					
	2004	2005	2006	2007	2008	2009
TM, %	23,2	24,0	25,3	15,8	16,5	21,2
KCL-Konzentration (mmol/l)	0,62	0,58	0,52	0,43	0,58	0,31
Osmoalität, Aus- gangsmaterial (osmol/kg)	n.b.	0,769	0,494	0,286	0,169	0,152
Osmoalität, Silage, 3 Tage (osmol/kg)	1,14	1,07	0,95	0,79	1,07	0,58

Aufgrund der Fermentationsprozesse wurde auch im Vergleich zu Presssaft aus dem Ausgangsmaterial ein wesentlicher Anstieg der Osmoalität in den Silagen (3 Tage) registriert (HOEDTKE et al. 2004; HOEDTKE et al. 2005a). Die erhöhte Osmoalität am Anfang des Silierens ist positiv zu werten auf Grund der selektiven Wirkung auf den mikrobiellen Besatz des Siliergutes. Insbesondere unerwünschte Clostridien zeigen allgemein eine geringere Osmotoleranz als Milchsäurebakterien, so dass verbesserte Gärbedingungen eine Hemmung der Buttersäurebakterien bedingen (ZIERENBERG 2002).

In Folge der unterschiedlichen Protein- und Zuckergehalte in der Trockenmasse wurden die Ausgangsmaterialien mit Vergärbarkeitskoeffizienten von 36 bis 58 als mittel bzw. gut silierbares Pflanzenmaterial eingestuft (Tab. 13).

Tab. 13: Vergärbarkeit des Ausgangsmaterials in den Versuchsjahren 2004-2009

Ausgangsmaterial	Jahr					
	2004	2005	2006	2007	2008	2009
In % TM						
Rohprotein	11,9	16,6	17,9	20,1	13,7	12,7
Zucker	27,4	15,5	6,3	6,3	n.b.	11,5
Puffer-Kapazität (g MS/100g TM)	6,11	6,72	6,89	6,26	n.b.	5,15
Vergärbarkeitskoeffizient	58	42	48	53	n.b.	36

n.b. = nicht bestimmt

Das bestätigen auch die erzeugten Laborsilagen, die jeweils (Kontrolle und MSB-Präparate) unterschiedliche Werte der wichtigsten Gärparametern aufwiesen (nicht alle analysierten Proben waren frei von Butter- und Propionsäure) und auch eine relativ breite Palette von W/H Punkten, von 74 bis 100 erreichten (Anhang A). Die Ergebnisse zeigten weiterhin, dass das Spektrum der Fermentationsprodukte der Laborsilagen sich deckt mit

den Fermentationsprodukten, die auch in vitro (Filtraten) gemessen wurden (Anhang B). Die Regressionsanalyse bestätigte, dass mit steigender Zeit der Inkubation im RFT-Verfahren auch die Übereinstimmung des pH-Verlaufes mit den pH-Werten der Laborsilagen stieg, obwohl die engen Zusammenhänge erst nach 22 Stunden auftraten und bis zu 46 Stunden anhielten. Die höchste Korrelation zwischen den pH-Werten wurde nach 26 stündiger Inkubation errechnet und bei  $R^2 = 0,9$  als hoch signifikant ( $P < 0,01$ ) bestätigt. Aus diesem Grund, wurde die 26 stündige Inkubation als ausreichend für die Nachprüfung der DLG Siliermittel im Rostocker Fermentationstest vorgeschlagen und angenommen (SCHUSTER et al. 2007). In den Jahren 2004-2009 wurden insgesamt 57 Präparate geprüft (Tab. 14).

Für den RFT wurden nur biologische Mittel eingesetzt, mit der im Praxishandbuch bzw. Beipackzettel ausgewiesenen Keimdichte und Vorgaben zur Applikation. Die Granulate wurden aber intensiver aufgerührt als die leicht löslichen Pulver, die als „flüssig“ bezeichnet werden. Der Vergleich flüssig zu Granulat wurde schon von ZIERENBERG 2003 durchgeführt.

#### 4.3.2 Clusterzentrenanalyse

Die gebildeten Clustergruppen (Abbildung 7, 9, 11, 13, 15, 17) ermöglichen die Beurteilung der Wirksamkeit von MSB-Präparaten. Entscheidend ist aber der direkte Vergleich der Präparate zur Kontrolle, da die zu prüfenden Siliermittel eventuelle Defizite des natürlichen MSB-Besatzes ausgleichen sollten. Der Median bestimmt weiter eine pH-Wert-Differenz, die den geringen Unterschieden zur Kontrolle entspricht. In den Diagrammen (Abbildung 8, 10, 12, 14, 16, 18) ist dieser pH-Grenzwert mit einer horizontalen Linie gezeigt. Die Präparate, die der ersten bis dritten Clustergruppe zugeordnet werden, zeigen auch die größte pH-Differenz zur Kontrolle. Die Präparate, die in Gruppe IV eingeordnet wurden wiesen dagegen keine bzw. positive Unterschiede zur Kontrolle auf. Es ist zu erwähnen, dass die errechneten pH-Grenzwerte sich wesentlich in den analysierten Jahren (2004=0,26; 2005=0,43; 2006=0,05; 2007=0,04; 2008=0,07; 2009=0,09) unterscheiden. Unabhängig von der Art des Ausgangsmaterials (Grüngut) konnte der Wirkungseffekt der Präparate aufgezeigt werden (Tabelle 14 - 19). Da die Geschwindigkeit der Ansäuerung nicht nur von epiphytischen MSB-Besatz, sondern auch vom Gehalt an leichtlöslichen Kohlenhydraten (Zucker) im Siliergut abhängig ist, wurde für die klassifizierte Gruppe „Kein Effekt der Beimpfung“ der Präparate 2009, das Ausgangsmaterial von 2005 (Wiesengras 1. Schnitt) mit hohem Zuckergehalt (15,5 % in TM) ausgewählt. Die durchgeführte Clusterzentrenanalyse (Abb. 19 und Abb. 20) zeigt auf, dass neu geprüfte Präparate besser beurteilt werden; von 6 Siliermitteln wurden nur 2 Präparate der Gruppe „Kein Effekt der Beimpfung“ klassifiziert (Tab. 20). Auf Grund der erhaltenen Ergebnisse wurde das Ausgangsmaterial 2005 als Referenzmaterial gewählt und für die nächste Nachprüfung biologischer Siliermittel vorgeschlagen. Im Anhang (10.1 ff) sind die Rohnährstoffe (A) und Gärparameter (B) der Silagen und die Gärparameter der Filtrate aufgelistet.

Die Auswertung mit der Clusterzentrenanalyse führt zu der Gruppe IV, die in jedem Fall im Laborsilo nachzuprüfen ist. Wenn notwendig, dann zeigt die Gruppe IV eine noch weitergehende Selektion der Mittel auf (Abb. 20).

Die Wirksamkeit der Präparate ist auch in Form der Tabellen 14-20, in Anlehnung an ZIERENBERG 2003, dargestellt.

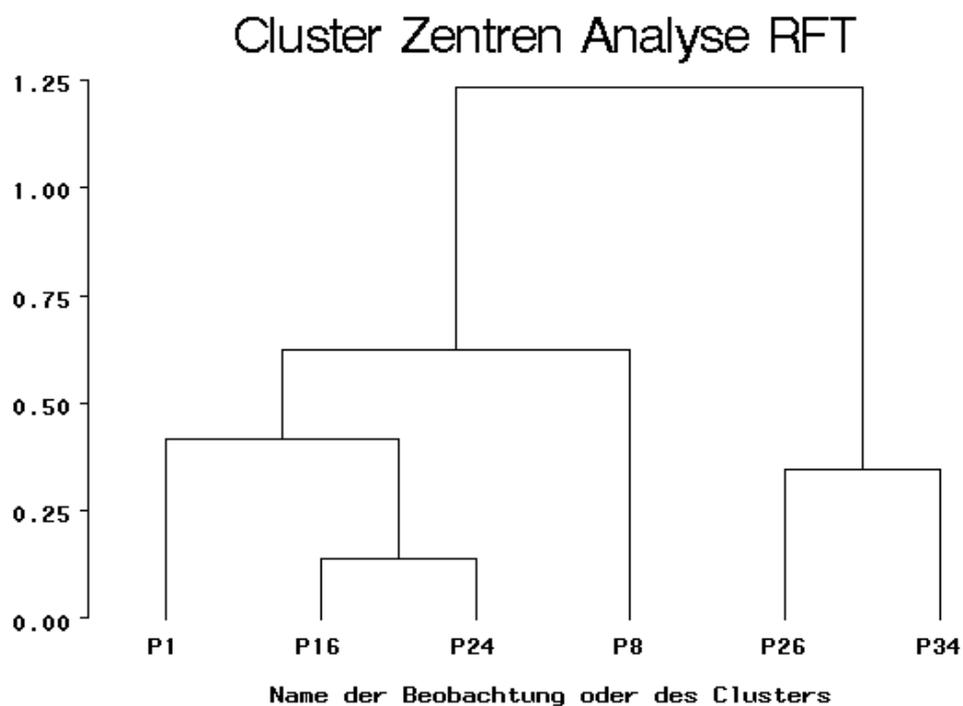


Abb. 7: Clusterzentrenanalyse 2004 NCD über SM ( $n = 6$ )

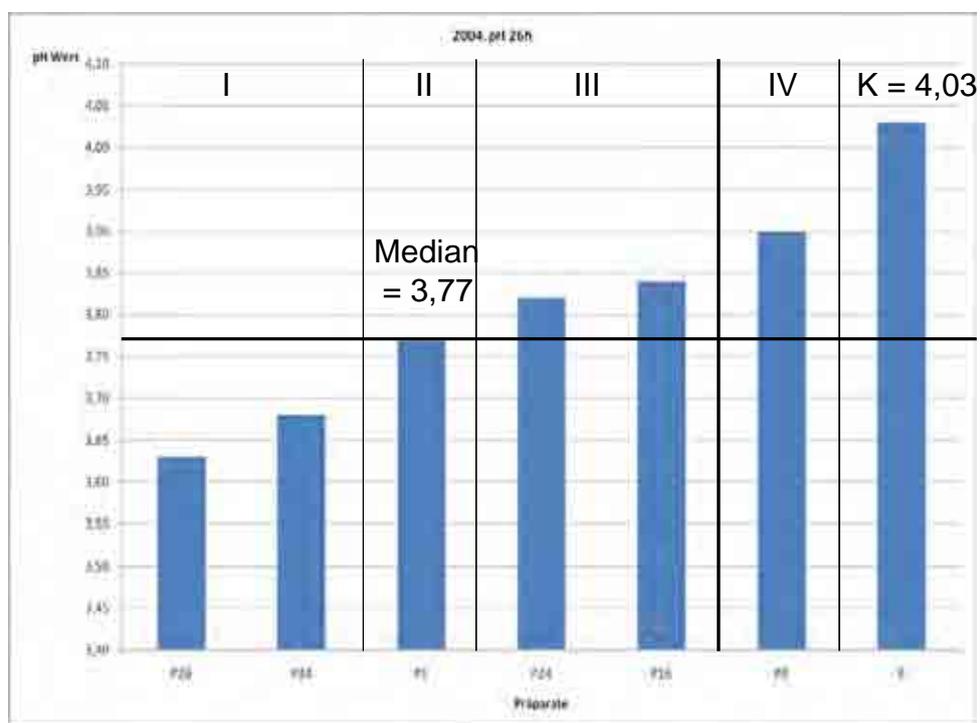


Abb. 8: pH-Werte RFT 26 h Cluster I-IV 2005 mediane Differenz ( $4,03-3,77$ ) zur Kontrolle ( $0,26$ )

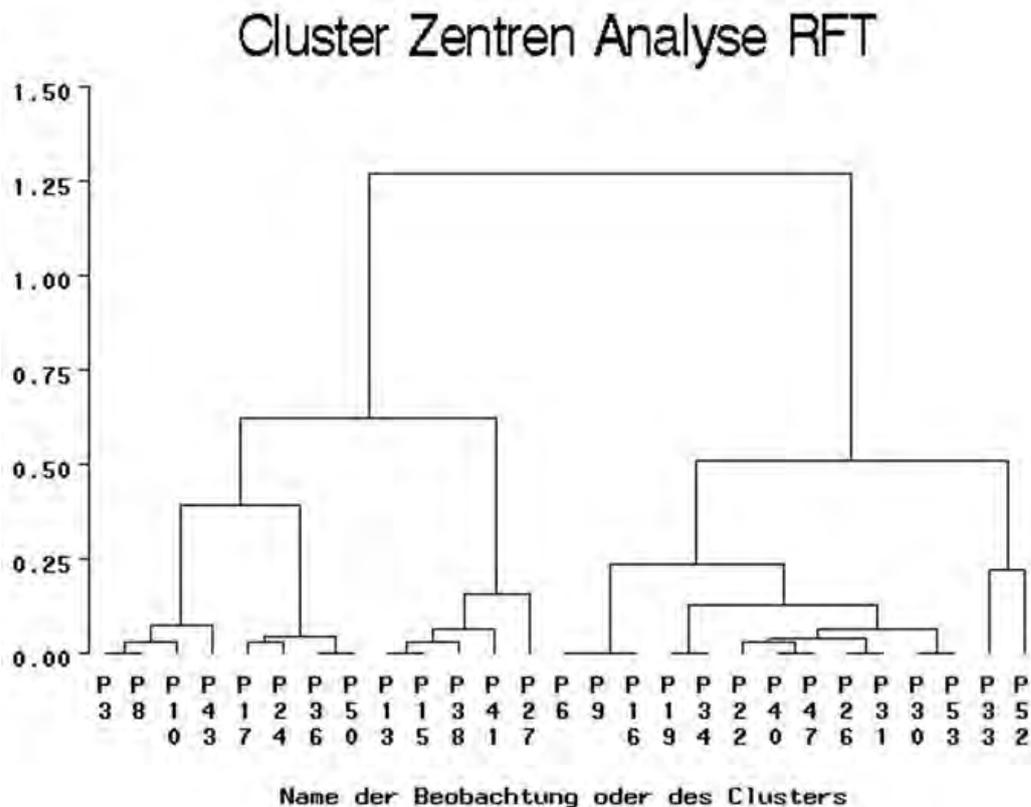


Abb. 9: Clusterzentrenanalyse 2005 NCD über SM (n = 27)

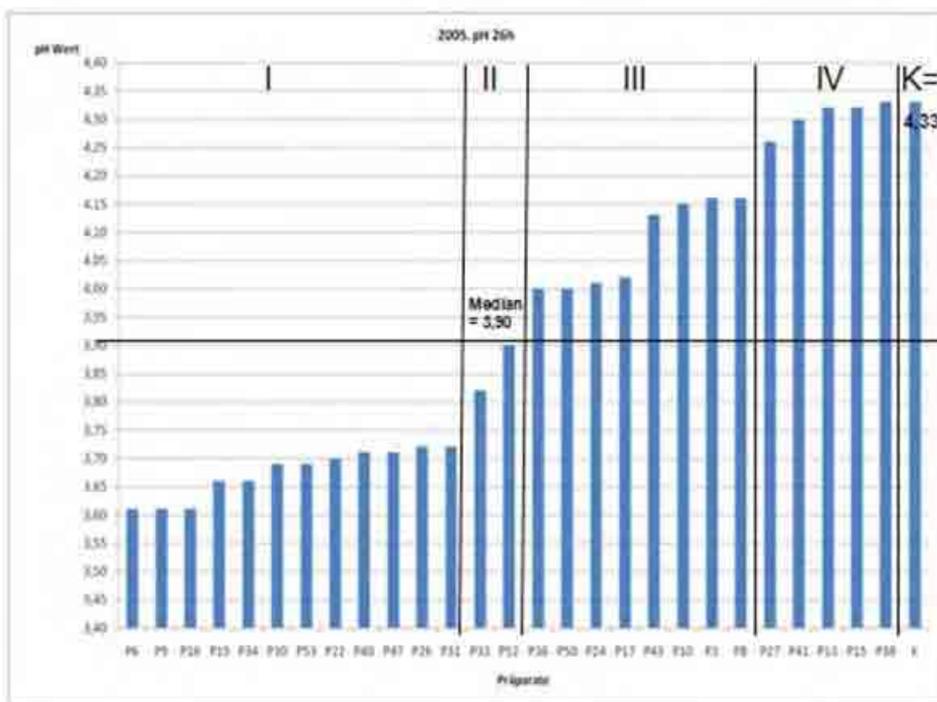


Abb. 10: pH-Werte RFT 26 h Cluster I-IV 2005 mediane Differenz (4,33-3,90) zur Kontrolle (0,43)

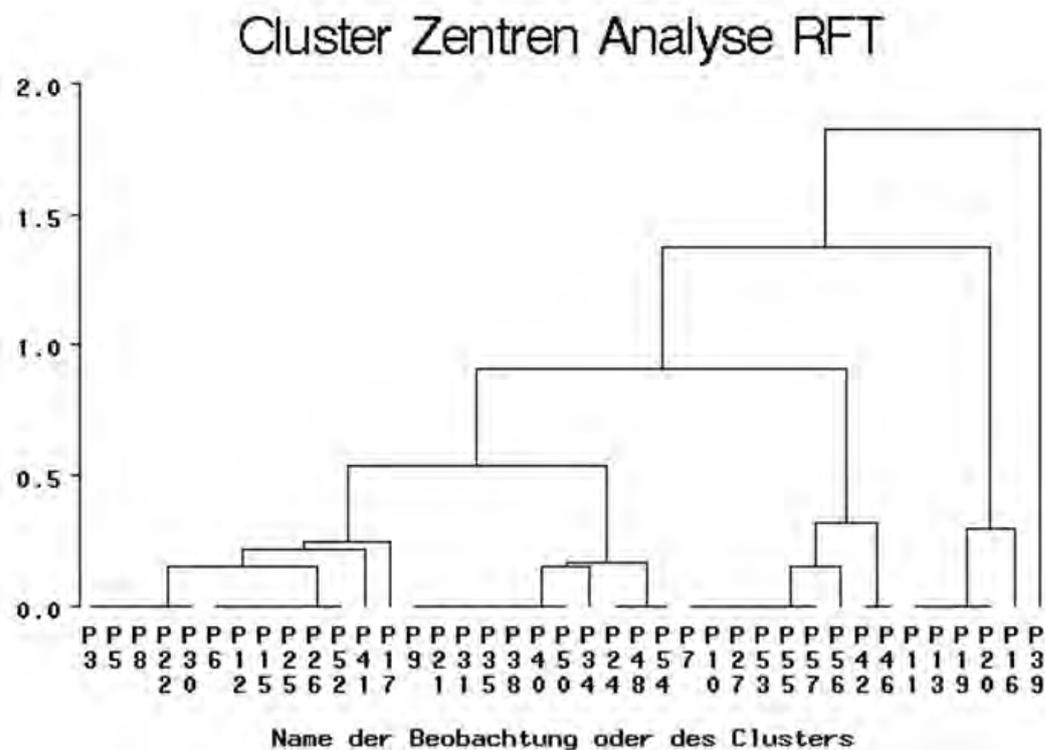


Abb. 11: Clusterzentrenanalyse 2006 NCD über SM (n = 39)

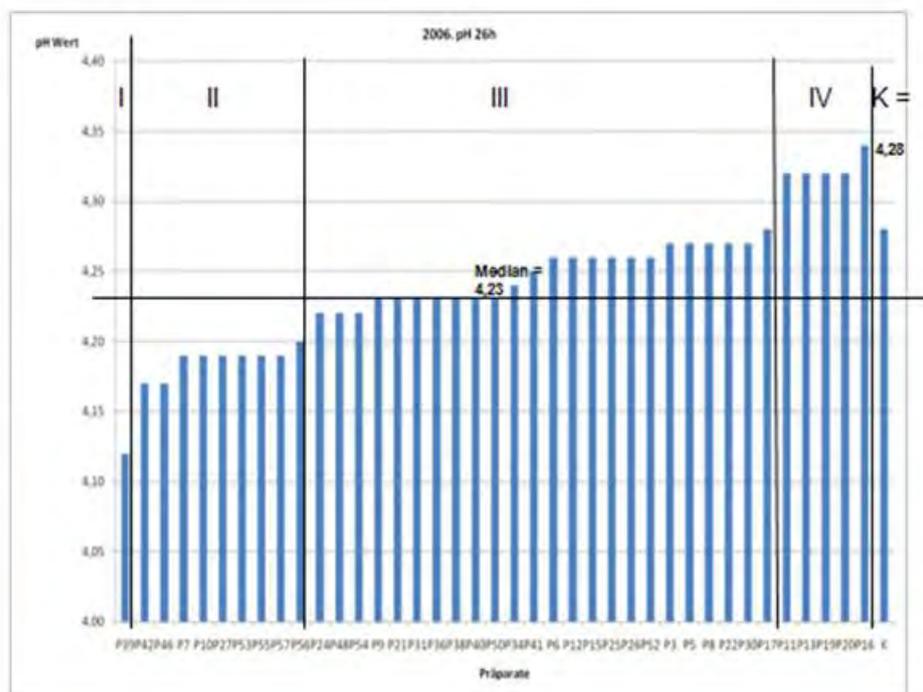


Abb. 12: pH-Werte RFT 26 h Cluster I-IV 2006 mediane Differenz (4,28-4,23) zur Kontrolle (0,05)

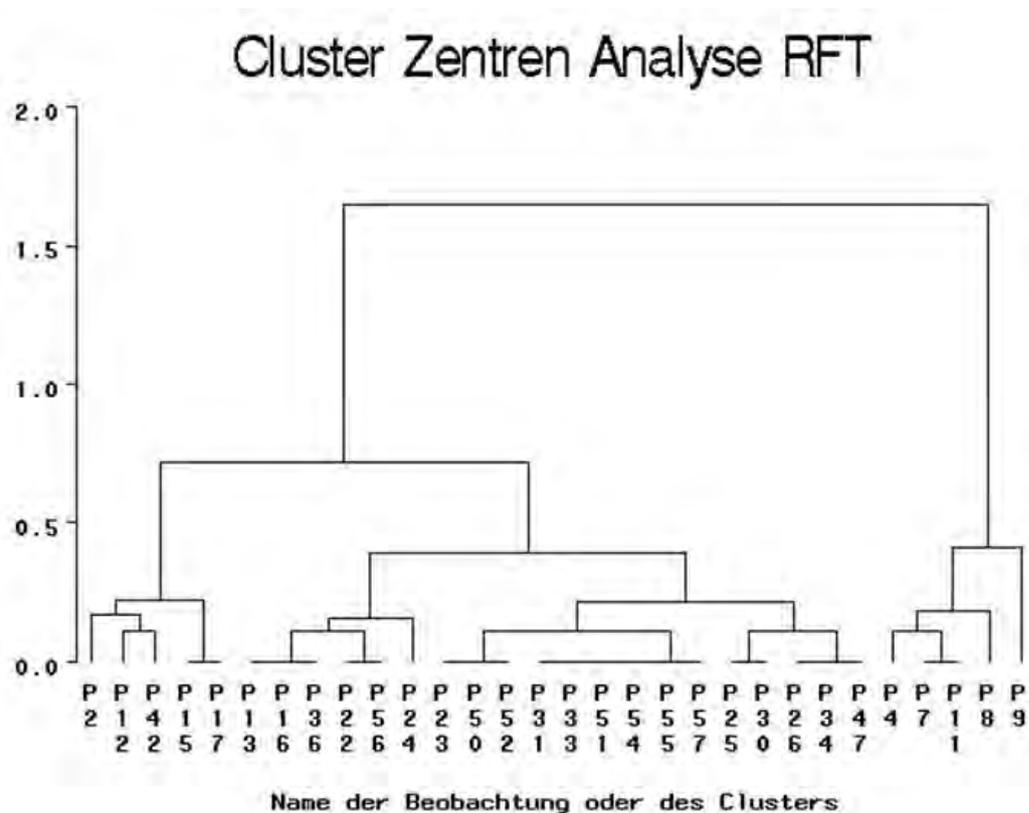


Abb. 13: Clusterzentrenanalyse 2007 NCD über SM (n = 30)

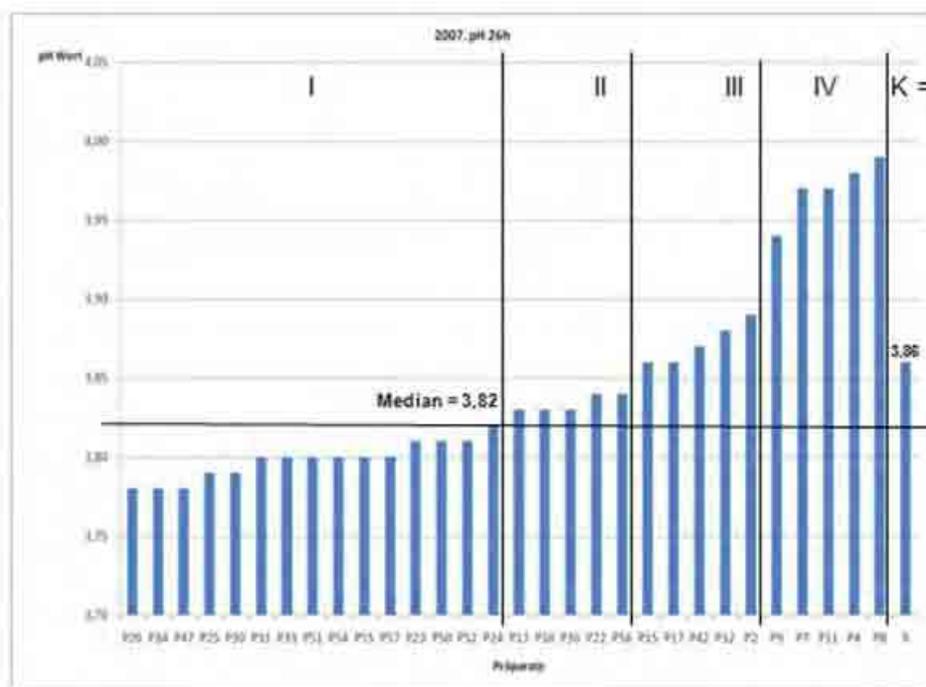


Abb. 14: pH-Werte RFT 26 h Cluster I-IV 2007 mediane Differenz (3,86-3,82) zur Kontrolle (0,04)

### Cluster Zentren Analyse RFT

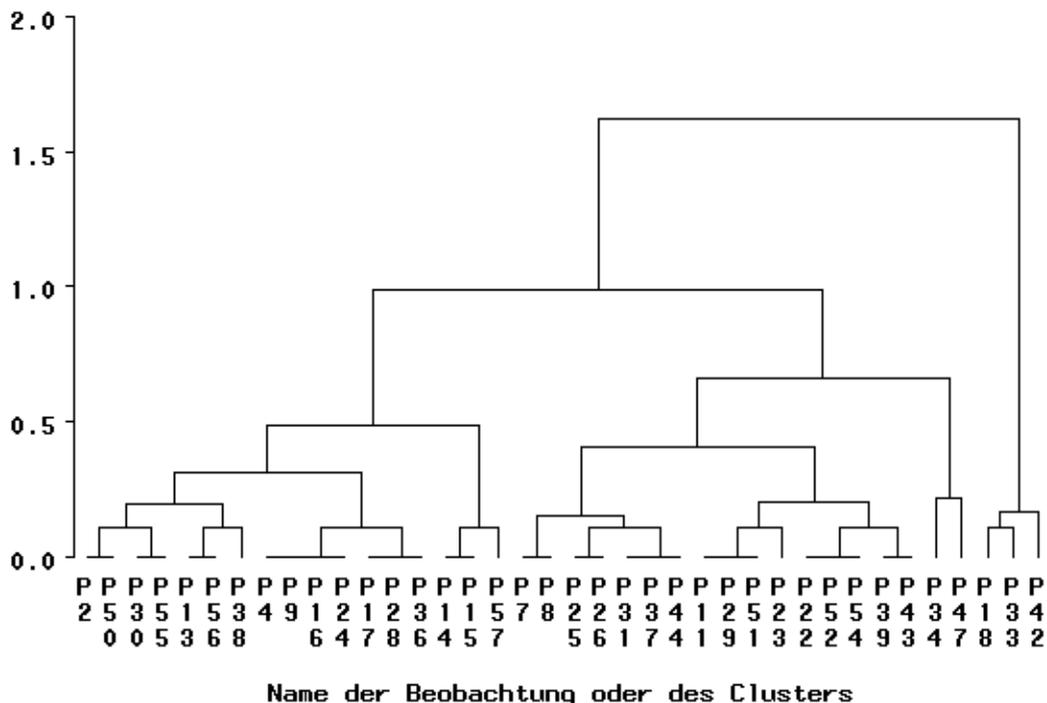


Abb. 15: Clusterzentrenanalyse 2008 NCD über SM (n = 38)

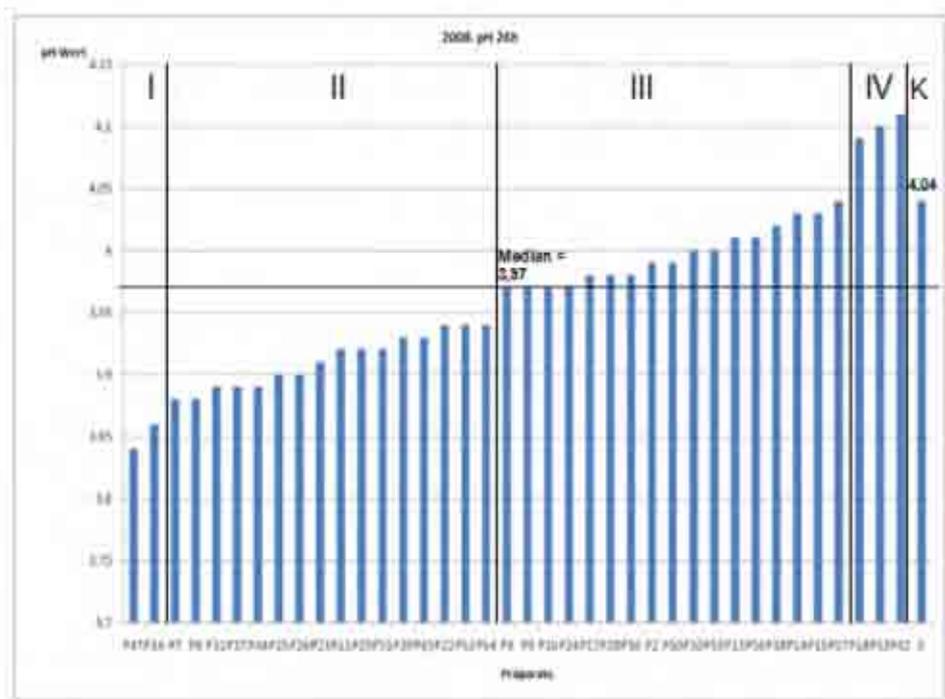


Abb. 16: pH-Werte RFT 26 h Cluster I-IV 2008 mediane Differenz (4,04 - 3,97) zur Kontrolle (0,07)

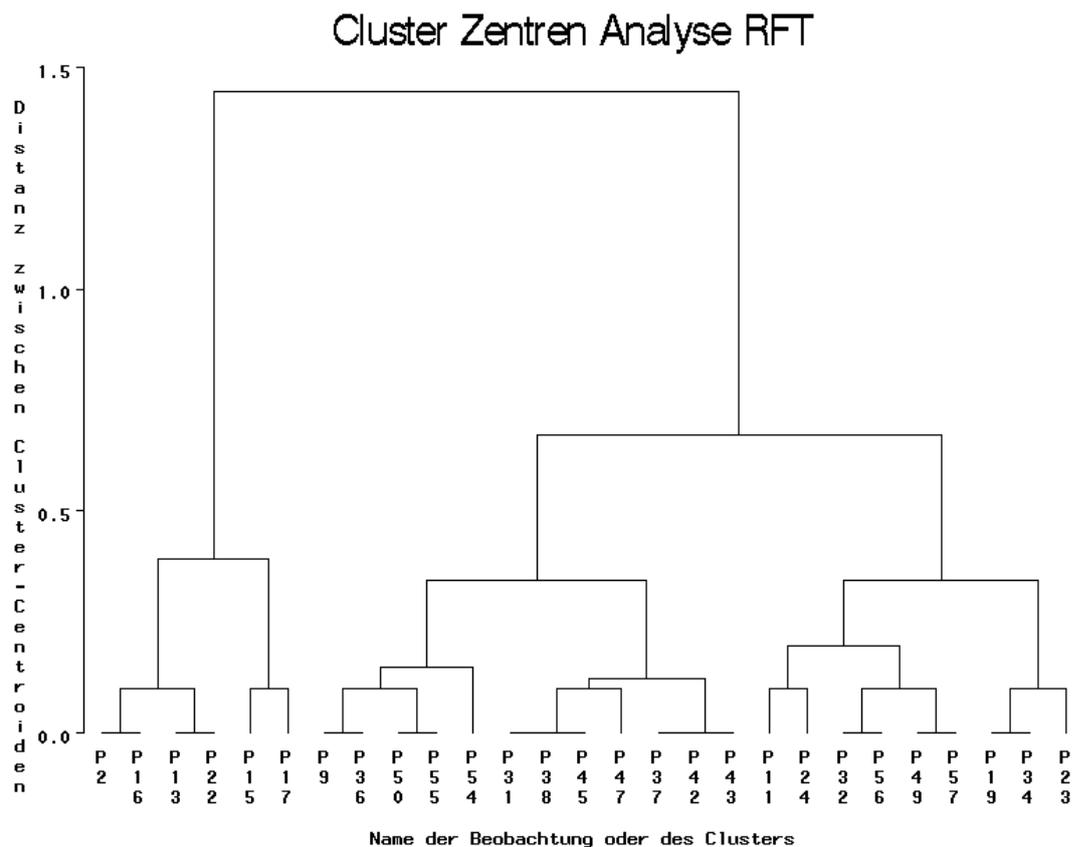


Abb. 17: Clusterzentrenanalyse 2009 NCD über SM (n = 27)

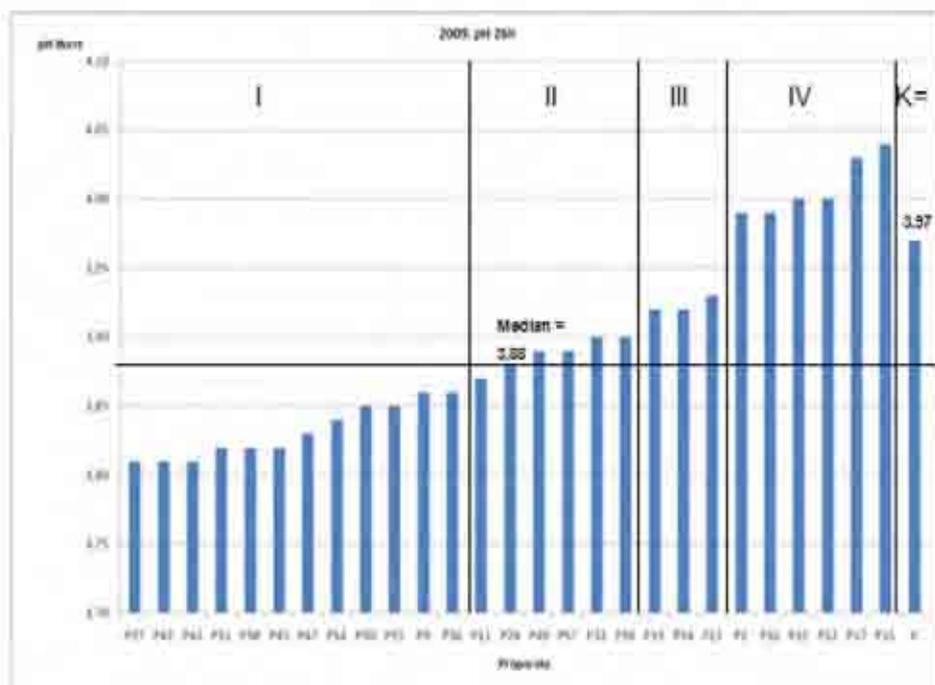


Abb. 18: pH-Werte RFT 26 h Cluster I-IV 2009 mediane Differenz (3,97 - 3,88) zur Kontrolle (0,09)

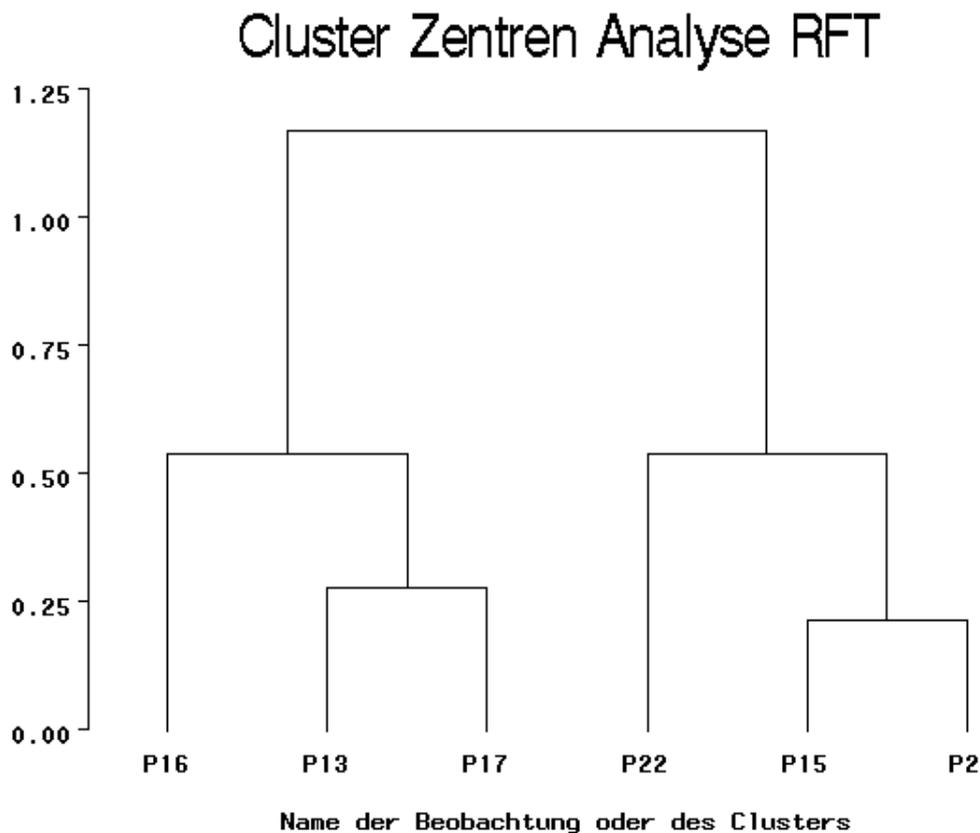


Abb. 19: Clusterzentrenanalyse 2009 NCD über SM ( $n = 6$ , Gruppe IV)

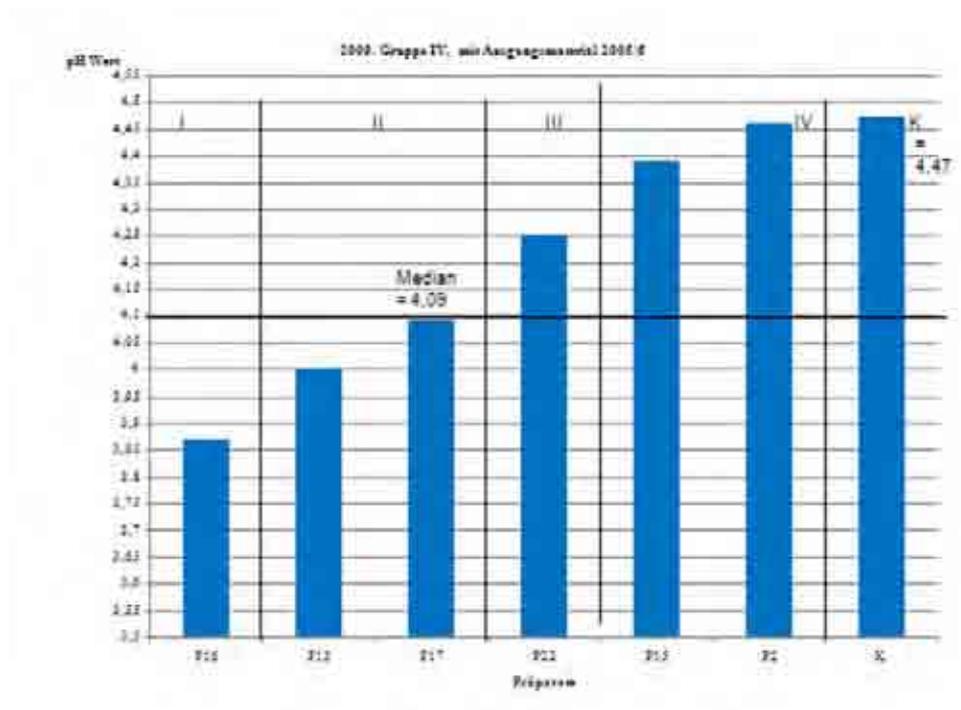


Abb. 20: pH-Werte RFT 26 h Cluster IV 2009 mediane Differenz ( $4,47 - 4,09$ ) zur Kontrolle ( $0,38$ )

Die Wirksamkeit der Präparate ist nachfolgend in Tabellenform dargestellt.

*Tab. 14: Wirkung der Präparate im RFT laut Clusteranalyse 2004 (n = 6)*

Eindeutige Vorteile gegenüber Kontrolle (0,26)	Effekt positiv	Kein Effekt der Beimpfung
P26	P24	P8
P34	P16	
P1		

*Tab. 15: Wirkung der Präparate im RFT laut Clusteranalyse 2005 (n = 27)*

Eindeutige Vorteile gegenüber Kontrolle (0,43)	Effekt positiv	Kein Effekt der Beimpfung
P6	P36	P27
P9	P50	P41
P16	P24	P13
P19	P17	P15
P34	P43	P38
P30	P10	
P53	P3	
P22	P8	
P40		
P47		
P26		
P31		
P33		
P52		

Tab. 16: Wirkung der Präparate im RFT laut Clusteranalyse 2006 (n = 39)

Eindeutige Vorteile gegenüber Kontrolle (0,05)	Effekt positiv	Kein Effekt der Beimpfung
P39	P24	P11
P42	P48	P13
P4	P54	P19
P7	P9	P20
P10	P21	P16
P27	P31	
P53	P36	
P55	P38	
P57	P40	
P56	P50	
	P34	
	P41	
	P6	
	P12	
	P15	
	P25	
	P26	
	P52	
	P3	
	P5	
	P8	
	P22	
	P30	
	P17	

Tab. 17: Wirkung der Präparate im RFT laut Clusteranalyse 2007 (n = 30)

Eindeutige Vorteile gegenüber Kontrolle (0,04)	Effekt positiv	Kein Effekt der Beimpfung
P26	P13	P9
P34	P16	P7
P47	P36	P11
P25	P22	P4
P30	P56	P8
P31	P15	
P33	P17	
P51	P42	
P54	P12	
P55	P2	
P57		
P23		
P50		
P52		
P24		

Tab. 18: Wirkung der Präparate im RFT laut Clusteranalyse 2008 (n = 38)

Eindeutige Vorteile gegenüber Kontrolle (0,07)	Effekt positiv	Kein Effekt der Beimpfung
P47	P4	P18
P34	P9	P33
P7	P16	P42
P8	P24	
P31	P17	
P37	P28	
P44	P3	
P25	P2	
P26	P50	
P23	P30	
P11	P55	
P29	P13	
P51	P56	
P39	P38	
P43	P14	
P22	P15	
P52	P57	
P54		

Tab. 19: Wirkung der Präparate im RFT laut Clusteranalyse 2009 (n = 27)

Eindeutige Vorteile gegenüber Kontrolle (0,09)	Effekt positiv	Kein Effekt der Beimpfung
P37	P11	P2
P42	P24	P16
P43	P49	P13
P31	P57	P22
P38	P32	P17
P45	P56	P15
P47	P19	
P54	P34	
P50	P23	
P55		
P9		
P36		

Tab. 20: Wirkung der Präparate im RFT laut Clusteranalyse 2009 Gruppe IV

Eindeutige Vorteile gegenüber Kontrolle (0,38)	Effekt positiv	Kein Effekt der Beimpfung
P16	P22	P2
P13		P15
P17		

#### 4.3.3 Schlussfolgerungen

- Die Übereinstimmung von RFT zum Laborsiliverversuch (LS) zeigten SCHUSTER et al. 2007 und ZIERENBERG 2003 auf.
- Der Rostocker Fermentationstest kann mit der an der LfL eingeführten Methode durchgeführt und mit der Clusterzentrenanalyse (SAS 9.1) ausgewertet werden.
- Für die zusätzliche Prüfung im Laborsilo sind die Mittel der Gruppe IV zu empfehlen. Zudem sollte überlegt werden, statt auf vier Gruppen wie bei Zierenberg 2003 auf 3 Gruppen (Cluster) zu gehen.
- Um den Test weiter zu vereinfachen wird die pH-Wertbestimmung bis zur 26. Stunde als ausreichend angesehen.
- Soll weiter wegen einer besseren Übertragbarkeit der Ergebnisse des RFT mit den Ergebnissen der LS auf die Zugabe von Zucker verzichtet werden, wird als Referenzmaterial zuckerreiches (> 15 % in der TM) Ausgangsmaterial vorgeschlagen (1. Schnitt für 5 Jahre).
- Das neue Referenzmaterial sollte auch wieder im LS geprüft werden.

## 5 Fazit

### 5.1 Methode

Der Rostocker Fermentationstest ist eine „in vitro“-Methode, die zur Untersuchung der Wirksamkeit von epiphytischen Milchsäurebakterien und zugesetzten Milchsäurebakterienpräparaten eingesetzt werden kann. Vorteile des Tests sind die gute Standardisierbarkeit und Schnelligkeit sowie die kostengünstige Durchführung mit vertretbarem Personaleinsatz.

Anfangs zu beschaffen sind das Osmometer, ein Gerät zur Vermessung des Ausgangsmaterials, bei größeren Mengen empfiehlt sich ein Kutter mit Lochscheiben verschiedener Durchmesser, sowie eine Tinkturenpresse. Für eine standardisierte Herstellung des Pflanzenpresssaftes ist diese notwendig. Die Bestimmung der Osmolalität erfordert zunächst etwas Erfahrung, ist dann jedoch schnell und präzise möglich. Bei der pH-Wert-Messung ist unbedingt auf eine sterile Reinigung der pH-Elektrode zwischen den einzelnen Messungen zu achten. Die Bestimmung der Fermentationsprodukte wie Gärssäuren, Ammoniak, Ethanol und wasserlösliche Kohlenhydrate ist nach den vorliegenden Erfahrungen nicht prinzipiell notwendig. Falls auf diese Kenngrößen Wert gelegt wird, haben sich ionenchromatographische Verfahren und photometrische Methoden unter Verwendung von Testkits bewährt.

### 5.2 Anwendungsbereich Siliermittelnachprüfung

Zur Nachprüfung von Siliermitteln mit DLG-Gütesiegel eignet sich der RFT, da die pH-Wert-absenkende Wirkung von MSB-Präparaten unter Bedingungen, wie sie bei der Silierung gegeben sind, geprüft werden kann. Nachdem der Pflanzenaufguss über die Osmolalität so eingestellt werden kann, dass die Bedingungen einer 3-Tage-Silage entsprechen, lässt sich der Test im Labor ausgesprochen gut praxisnah durchführen. Die ermittelten Gehalte an Fermentationsprodukten aus dem RFT sind nicht mit denen einer Weckglassilage vergleichbar. In der abschließenden Beurteilung der Siliermittel stimmen die Ergebnisse aus beiden Messsystemen gut überein. In den Fällen, in denen ein Siliermittel im RFT unzureichend beurteilt wird, muss in jedem Fall eine Nachprüfung im Weckglas erfolgen.

Insgesamt kann durch Kombination von RFT und klassischer Methode der Probendurchsatz erheblich erhöht werden. Die Aussagefähigkeit des *in vitro* Tests ist durch die gut standardisierten und der Praxis angepassten Versuchsbedingungen sehr hoch.

### 5.3 Prüfung der Siliereignung von ökologisch und konventionell erzeugtem Wiesengras

Mit dem RFT lässt sich die Siliereignung von Grasaufwüchsen untersuchen. Dabei können unterschiedliche MSB-Zusätze parallel getestet werden. Dies gilt sowohl für konventionell als auch für ökologisch erzeugte Produkte. In den vorliegenden Versuchen wird dies nicht so deutlich, da die Siliereigenschaften des Ausgangsmaterials bereits sehr gut waren. Dennoch lässt sich feststellen, dass biologische Siliermittel wie MSB-Präparate auch im ökologisch wirtschaftenden Betrieb zu geringeren Verlusten und zu höheren Qualitäten füh-

ren. Der Einsatz von Siliermitteln für den mittelschwer bis leicht silierbaren Bereich ist zu empfehlen. Es sind auch mit ökologischer Wirtschaftsweise gleiche Gärqualitäten wie im konventionell wirtschaftenden Betrieb möglich.

## 6 Literaturverzeichnis

- BICKEL, ANJA, FRIEDEL, K., GABEL, M. (2005): Charakterisierung von Pflanzenpresssaft aus Luzerne mit unterschiedlichem Anwelkgrad als Medium zur Quantifizierung der Proteolyse. 117. VDLUFA-Kongreß, Bonn. VDLUFA-Schriftenreihe, Band 61, 138-142
- BICKEL A., FRIEDEL K., GABEL M. (2006a): Factors potentially affecting proteolysis under in-vitro conditions using „Rostocker Fermentationstest“ – first results. Proceedings of the Society of Nutrition Physiology 15, 92
- BICKEL A., HOEDTKE S., GABEL M., BODARSKI M., KRZYWIECKI S., PASTERNAK A. (2006b): Estimation of ensilability of alfalfa and whole crop triticale using in vitro rapid test (Rostocker Fermentationstest). XII<sup>th</sup> International Symposium Forage Conservation. Brno, Czech Republic. Proceedings, 225-227
- DLG (2006): Praxishandbuch Futterkonservierung, Herausgeber DLG, Bundesarbeitskreis für Futterkonservierung
- HOEDTKE S., FRIEDEL K., GABEL M. (2004): Die Quantifizierung der Osmolalität in Pflanzen und Silagen. 116. VDLUFA-Kongreß, Rostock. VDLUFA-Schriftenreihe, Band 60, 467-470
- HOEDTKE S., FRIEDEL K., GABEL M. (2005a): Die Quantifizierung der Osmolalität in Presssaft und Auszug von Silagen und ihre Beziehung zur Trockensubstanz und weiteren Gärparametern. 117. VDLUFA-Kongreß, Bonn. VDLUFA-Schriftenreihe, Band 61, 133-137
- HOEDTKE S., FRIEDEL K., GABEL M. (2005b): Introducing a method for quantifying the osmolality in green forage and silages. Proceedings of the Society of Nutrition Physiology 14, 55
- HOEDTKE S., FRIEDEL K., GABEL M., BODARSKI M., KRZYWIECKI S., PASTERNAK A. (2006): Effects of vegetation stage and nitrogen fertilization on osmolality of whole crop triticale. Proceedings of the Society of Nutrition Physiology 15, 91
- LfL (2008): Gruber Tabelle zur Fütterung der Zuchtrinder, Schafe und Ziegen. 30. Auflage
- MCDONALD, P., HENDERSON, A.R., HERON, S.J.E. (1991): The Biochemistry of Silage. Second edition, Chalcombe publications
- NAUMANN C., BASSLER R. (2006): Methodenbuch Band III, Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, 6. Ergänzungslieferung
- PIEPER B., KLEEMANN J., POPPE S., ALLERT H., LOSCH K., WITTCHEN H., MIELITZ E., SCHULZ A., (1989): Verfahren zur Bestimmung der Vergärbarkeit von Futtermitteln. Patentschrift, DD 281 255 A5
- PIEPER B., MÜLLER T., ROBOWSKY K.-D., SEYFARTH W. (1996): Rapid fermentation test as a method for assessing the ensiling potential of herbage. XI<sup>th</sup> International Silage Conference. University of Wales. Proceedings, 120-121

- RICHTER W.I.F., SCHUSTER M., KÖLLN K., BARANOWSKI A.(2006): „Rostocker Fermentationstest“ zur Prüfung der Wirksamkeit verschiedener biologischer Siliermittel in ökologisch- und konventionell erzeugtem Wiesengras. 118. VDLUFA Kongress, Freiburg, Kurzfassungen
- SCHMIDT L., WEIßBACH, F., WERNECKE D., HEIN E. (1971): Erarbeitung von Parametern für die Vorhersage und Steuerung des Gärungsverlaufes bei der Grünfuttersilierung, Forschungsbericht Oskar-Kellner Institut für Tierernährung, Rostock
- SCHUSTER, M., RICHTER, W.I.F., KÖLLN, K. (2006): Methodik und Anwendungsbereiche des „Rostocker Fermentationstests“. VDLUFA: 118. Kongress, Freiburg, Kurzfassungen, 128
- SCHUSTER, M., KÖLLN, KARIN, BARANOWSKI, A., RICHTER, W.I.F., SPIEKERS, H. (2007): Methodik und Anwendungsbereiche des „Rostocker Fermentationstest“. Übersichten zur Tierernährung, 35, 1, 103 – 116
- STAUDACHER, W. (2004): Mehr Sicherheit durch DLG-Prüfung. dlg-test.de, 2, 22-23
- THAYSEN, J. (2004): Produktion von qualitativ hochwertigen Grassilagen. Übersichten zur Tierernährung, 32, 1, 57-102
- WEISSBACH F., HONIG H. (1996):: Über die Vorhersage und Steuerung des Gärungsverlaufs bei der Silierung von Grünfutter aus extensivem Anbau. Landbauforschung Völkenrode 46, 10-17.
- WYSS, U. (2002): DOK-Versuch: Bewirtschaftungsart und Silagequalität. AGRARForschung, 9, (4) 164-169.
- ZIERENBERG B., FRIEDEL K., GABEL M. (1999): In-vitro-Testsystem for the evaluation of fermentation characteristics of plant material and for examining the efficiency of biological and chemical additives. XII<sup>th</sup> International Silage Conference. Uppsala, Sweden, Proceedings 245-246
- ZIERENBERG B. (2000): *In vitro* Methode zur Beurteilung der Fermentationsleistung von Milchsäurebakterien und deren Einfluss auf die Stoffwechselaktivität weiterer für die Silierung relevanter Mikroorganismen bei unterschiedlichen Fermentationsbedingungen. Dissertation, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Universität Rostock
- ZIERENBERG B., FRIEDEL K., GABEL M.,(2002): Schnellmethode (in vitro) zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit von MSB-Präparaten bei unterschiedlichen Fermentationsbedingungen. 114. VDLUFA-Kongress, Leipzig, Kurzfassungen, 168-169
- ZIERENBERG B., FRIEDEL K., GABEL M. (2002): Der osmotische Druck im Siliergut: Ein wichtiger Parameter zur Erzeugung von Qualitätssilagen. Eine Revolution in der Silagetheorie? 6. Symposium zur Fütterung von Kühen mit hohen Leistungen, Neuruppin. Tagungsbericht, 95-106
- ZIERENBERG B. (2003): Weiterentwicklung der Qualitätsprüfung von Siliermitteln mit DLG-Gütezeichen. Abschlussbericht Forschungsvorhaben DLG



## 7 Anhang

### 7.1 A Rohnährstoffe der Laborsilagen (Mittelwerte) nach Versuchsjahren, n = 3

2004 Grünroggen

Präparate	pH 3 Tage	TM, %	TM, % korr.	pH 90 Tage	NH <sub>3</sub> -N % G-N	Gärgasver- lust % TM	Aerobe Stabilität Tage	WH/P	WH/P, korrigiert
P1	4,37	25,2	26,1	3,87	7,78	3,81	n.b.	100	100
P16	4,32	23,2	24,8	4,35	9,61	7,79	n.b.	77	77
P24	4,34	25,3	26,1	3,87	7,05	3,23	n.b.	100	95
P26	4,16	25,5	26,3	3,87	7,58	3,4	n.b.	100	93
P34	4,21	25,4	26,2	3,82	6,84	3,28	n.b.	100	95
P8	4,18	25,2	26,1	3,9	7,9	3,83	n.b.	100	100
Kontrolle	4,36	25,1	26,1	3,93	7,75	3,83	n.b.	100	100

n.b. =  
nicht be-  
stimmt

## 7.2 B Gärparameter der Laborsilagen (Mittelwerte) nach Versuchsjahren, n = 3

2004 Grünroggen

Präparate	% TM						
	MS	ES	BS	PS	Restzucker	Alkohol	NH3-N
P1	10,67	2,35	0,00	0,00	1,74	0,79	0,154
P16	3,85	6,71	0,00	0,00	1,69	1,28	0,196
P24	11,35	1,74	0,00	0,00	2,66	0,61	0,139
P26	10,3	1,92	0,00	0,00	3,51	0,58	0,148
P34	10,7	1,81	0,00	0,00	2,91	0,58	0,135
P8	10,24	2,43	0,00	0,00	1,91	0,73	0,157
Kontrolle	10,42	2,48	0,00	0,00	1,71	0,75	0,154

### 7.3 A Rohnährstoffe der Laborsilagen (Mittelwerte) nach Versuchsjahren, n = 3

2005 Wiesen gras 1.Schnitt

Präparate	pH 3 Tage	TM %	TM, % Kor.	pH 90 Tage	NH <sub>3</sub> N % G-N	Gärgas- verlust % TM	Aerobe Stabi- lität Tage	WH/P	WH/P, korri- giert
P38	4,31	21,8	22,6	4,00	3,62	2,79	2,7	100	100
P8	4,19	21,5	22,2	3,90	2,84	2,19	2,5	100	92
P26	4,03	21,8	22,2	3,90	2,96	1,54	1,2	100	86
P9	4	22,2	22,8	3,90	1,35	1,67	2,4	100	89
P24	4,02	22,0	22,6	3,90	1,36	1,70	2,0	100	89
P34	4,03	21,9	22,4	3,90	3,16	1,90	1,8	100	90
P53	4,15	22,0	22,6	3,90	3,15	2,38	2,3	100	92
P16	4,2	20,7	21,6	4,1	4,57	3,97	5,6	97	97
Kontrolle	4,5	21,3	22,1	4,01	4,99	2,98	2,1	100	98

## 7.4 B Gärparameter der Laborsilagen (Mittelwerte) nach Versuchsjahren, n = 3

2005 Wiesen gras 1. Schnitt

Präparate	% TM							
	MS	ES	BS	PS	GesamtS	Restzucker	Alkohol	NH3-N
P38	10,22	2,33	0,00	0,00	12,54	0,00	0,89	0,100
P8	10,88	1,51	0,00	0,00	12,35	0,00	0,79	0,077
P26	11,40	0,88	0,00	0,00	12,27	0,00	0,46	0,080
P9	11,19	1,19	0,00	0,00	12,38	0,00	0,61	0,036
P24	11,26	1,15	0,00	0,00	12,41	0,00	0,55	0,036
P34	11,33	1,29	0,00	0,00	12,64	0,00	0,60	0,088
P53	11,07	1,50	0,00	0,00	12,57	0,00	0,70	0,089
P16	8,16	3,64	0,00	0,00	11,79	0,00	1,08	0,131
Kontrolle	10,25	2,28	0,00	0,00	12,52	0,00	0,75	0,091

### 7.5 B Gärparameter der Laborsilagen (Mittelwerte) nach Versuchsjahren, n = 3

Präparate	pH 3 Tage	TM, %	TM, % Kor.	pH 90 Tage	NH <sub>3</sub> -N % G-N	Gärgasverluste % TM	Aerobe Stabilität Tage	WH/P
P8	4,57	38,2	38,7	4,17	2,89	1,43	0,7	100
P26	4,35	38,2	38,6	4,2	3,61	1,2	0,6	100
P9	4,27	38,2	38,7	4,19	3	1,45	1,5	100
P24	4,21	38,2	38,7	4,14	2,33	1,54	2,4	100
P34	4,26	38,2	38,7	4,17	3,36	1,56	13	100
P25	4,42	38,2	38,8	4,18	4,3	1,57	0,7	100
Kontrolle	5,17	38,2	38,9	4,69	5,93	2,91	2,3	74

## 7.6 B Gärparameter der Laborsilagen (Mittelwerte) nach Versuchsjahren, n = 3

2006 Wiesengras 1. Schnitt

Präparate	% TM							
	MS	ES	BS	PS	GesamtS	Restzucker	Alkohol	NH3-N
P8	7,25	0,73	0,00	0,00	7,98	1,37	0,17	0,082
P26	6,46	0,4	0,00	0,00	6,86	1,66	0,19	0,104
P9	7,39	0,73	0,00	0,00	8,12	1,22	0,15	0,085
P24	7,34	0,55	0,00	0,00	7,89	1	0,16	0,066
P34	8,15	0,66	0,00	0,00	8,81	1,43	0,15	0,097
P25	8,78	0,72	0,00	0,00	9,5	1,85	0,2	0,124
Kontrolle	4,91	0,5	0,83	0,00	6,25	2,16	0,49	0,171

## 7.7 A Rohnährstoffe der Laborsilagen (Mittelwerte) nach Versuchsjahren, n = 3

2007 Wiesen gras 3. Schnitt

Präparate	pH 3 Tage	TM, %	TM, % Kor.	pH 90 Tage	NH3-N % G-N	Gärgas-verluste % TM	Aerobe Stabilität Tage	WH/P	WH/P, korri-giert
P25	4,48	32,65	33,46	4,13	6,55	1,87	8,6	100	92
P8	4,62	33,07	33,92	4,15	7,31	2,03	8,4	100	92
P26	4,42	33,32	34,07	4,12	6,40	1,75	6,2	100	90
P9	4,39	32,16	32,95	4,11	5,72	1,70	7,9	100	92
P24	4,51	32,50	33,28	4,12	6,31	1,77	7,9	100	90
P34	4,55	34,43	35,24	4,11	5,78	2,05	9,9	100	90
Kontrolle	4,77	32,36	33,19	4,29	7,88	2,25	11,1	100	92

## 7.8 B Gärparameter der Laborsilagen (Mittelwerte) nach Versuchsjahren, n = 3

2007 Wiesen gras 3. Schnitt

Präparate	% TM							
	MS	ES	BS	PS	GesamtS	Restzucker	Alkohol	NH3-N
P25	8,65	1,46	0,00	0,00	10,11	2,27	0,58	0,134
P8	8,37	1,48	0,00	0,00	9,84	2,51	0,67	0,150
P26	8,71	1,24	0,00	0,00	9,95	2,81	0,52	0,131
P9	8,30	1,41	0,00	0,00	9,67	2,89	0,63	0,117
P24	8,28	1,32	0,00	0,00	9,6	3,02	0,63	0,129
P34	8,30	1,30	0,00	0,00	9,6	3,76	0,62	0,118
Kontrolle	7,27	1,56	0,00	0,00	8,83	2,05	0,70	0,162

## 7.9 A Rohnährstoffe der Laborsilagen (Mittelwerte) nach Versuchsjahren, n = 3

2008 Wiesen gras 2. Schnitt

Präparate	pH 3 Tage	TM, %	TM, % Kor.	pH 90 Tage	NH <sub>3</sub> -N % G-N	Gärgas-verluste % TM	Aerobe Stabilität Tage	WH/P	WH/P, korrigiert
P25	4,25	29,4	30,2	4,20	6,90	3,56	xxx	xxx	99
P16	4,32	26,6	27,4	4,23	7,55	3,40	xxx	xxx	98
P9	4,292	24,3	25,2	4,46	10,05	3,22	xxx	xxx	87
P34	4,31	26,6	27,3	4,24	7,54	2,89	xxx	xxx	98
P24	4,33	29,8	30,6	4,24	4,45	3,94	xxx	xxx	99
P26	4,3	30,2	30,9	4,16	4,73	3,59	xxx	xxx	100
Kontrolle	4,34	26,8	27,6	4,32	7,54	3,79	xxx	xxx	96

### 7.10 B Gärparameter der Laborsilagen (Mittelwerte) nach Versuchsjahren, n = 3

Präparate	% TM								
	MS	ES	BS	PS	GesamtS	Restzucker	Alkohol	NH3-N	
P25	7,11	2,51	0,00	0,00	9,61	0,00	0,00	0,167	
P16	7,17	2,89	0,00	0,36	10,42	0,00	0,00	0,184	
P9	6,23	3,19	0,00	0,60	10,02	0,00	0,00	0,246	
P34	7,72	2,42	0,00	0,24	10,38	0,00	0,00	0,183	
P24	6,29	2,71	0,00	0,00	9	0,00	0,00	0,108	
P26	6,62	2,46	0,00	0,00	9,08	0,00	0,00	0,115	
Kontrolle	6,52	2,63	0,00	0,35	9,49	0,00	0,00	0,183	

### 7.11 Gärparameter der Filtrate aus dem RFT (Mittelwerte, n = 3)

2005 a	% TM						
Präparate	MS	ES	BS	PS	Restzucker	Alkohol	%NH3-N
P38	9,67	0,92	0,00	0,00	2,81	1,01	0,048
P8	8,74	1,00	0,00	0,00	3,17	0,94	0,035
P26	10,67	0,63	0,00	0,00	4,03	0,22	0,020
P9	8,63	0,91	0,00	0,00	3,02	0,87	0,029
P24	8,96	0,84	0,00	0,00	3,10	0,76	0,030
P34	10,92	0,86	0,00	0,00	4,24	0,42	0,021
P53	8,29	0,94	0,00	0,00	3,18	0,98	0,033
P16	8,60	1,02	0,00	0,00	2,85	0,95	0,036
P3	9,52	0,91	0,00	0,00	3,09	0,95	0,047
P31	9,61	0,93	0,00	0,00	2,32	0,76	0,032
P6	8,74	1,00	0,00	0,00	3,18	0,94	0,035
P19	11,19	0,86	0,00	0,00	4,09	0,49	0,022
P30	10,64	0,83	0,00	0,00	3,79	0,61	0,020
P29	10,66	0,63	0,00	0,00	4,02	0,22	0,020
P22	10,50	0,82	0,00	0,00	3,51	0,58	0,045
P40	10,30	0,88	0,00	0,00	3,69	0,77	0,017
P41	7,12	1,14	0,00	0,00	6,00	1,10	0,058

2005 b	% TM						
Präparate	MS	ES	BS	PS	Restzucker	Alkohol	% NH3-N
P33	10,42	0,93	0,00	0,00	3,90	0,72	0,032
P52	9,66	1,01	0,00	0,00	2,87	1,01	0,029
P50	9,38	0,95	0,00	0,00	3,62	0,96	0,045
P47	10,14	0,91	0,00	0,00	3,12	0,76	0,047
P13	5,19	0,91	0,00	0,00	5,63	1,04	0,029
P15	8,94	1,01	0,00	0,00	3,16	1,01	0,049
P17	9,67	1,06	0,00	0,00	3,09	0,96	0,059
P43	9,76	0,99	0,00	0,00	3,01	1,01	0,031
Kontrolle	6,24	0,97	0,00	0,00	5,93	1,00	0,046

### 7.12 Gärparameter der Filtrate aus dem RFT (Mittelwerte, n = 3)

2006 a	% TM							
Präparate	MS	ES	BS	PS	GesamtS	Restzucker	Alkohol	NH3-N
P8	4,10	1,83	0,00	0,00	5,92	0,98	0,34	0,098
P26	4,10	1,82	0,00	0,00	5,92	0,99	0,35	0,099
P9	4,06	1,81	0,00	0,00	5,86	0,87	0,41	0,094
P24	5,45	1,78	0,00	0,00	7,23	0,87	0,50	0,094
P34	5,65	1,48	0,00	0,00	7,13	0,87	0,49	0,093
P25	5,64	1,82	0,00	0,00	7,46	1,03	0,45	0,094
P5	5,61	1,82	0,00	0,00	7,43	1,05	0,44	0,098
P11	5,04	1,73	0,00	0,00	6,77	0,99	0,30	0,100
P13	5,05	1,75	0,00	0,00	6,80	1,00	0,30	0,096
P16	4,94	1,72	0,00	0,00	6,66	1,00	0,29	0,096
P19	5,13	1,71	0,00	0,00	6,85	1,04	0,31	0,098
P20	5,18	1,69	0,00	0,00	6,87	1,02	0,33	0,098
P30	6,00	1,79	0,00	0,00	7,79	0,93	0,31	0,103
P3	6,07	1,83	0,00	0,00	7,90	0,87	0,31	0,100
P6	6,03	1,84	0,00	0,00	7,80	0,93	0,28	0,102
P12	5,72	1,63	0,00	0,00	7,36	1,19	0,29	0,097
P15	6,05	1,74	0,00	0,00	7,80	1,04	0,28	0,099
P17	5,92	1,74	0,00	0,00	7,66	0,96	0,29	0,099
P22	5,89	1,75	0,00	0,00	7,65	0,98	0,25	0,098
P31	5,14	1,84	0,00	0,00	6,99	0,86	0,32	0,086
P38	5,08	1,88	0,00	0,00	6,96	0,85	0,29	0,082
P40	5,01	1,98	0,00	0,00	6,99	0,77	0,28	0,084

2006 b	% TM							
Präparate	MS	ES	BS	PS	GesamtS	Restzucker	Alkohol	NH3-N
P41	5,23	1,72	0,00	0,00	6,95	0,97	0,31	0,089
P48	5,43	1,77	0,00	0,00	7,20	0,91	0,31	0,092
P52	5,25	1,74	0,00	0,00	7,00	0,91	0,28	0,087
P50	5,36	1,76	0,00	0,00	7,12	0,92	0,28	0,090
P53	5,32	1,84	0,00	0,00	7,16	0,88	0,42	0,088
P55	5,50	1,82	0,00	0,00	7,32	0,86	0,39	0,082
P56	5,28	1,79	0,00	0,00	7,06	0,85	0,43	0,083
P21	5,33	1,84	0,00	0,00	7,17	0,92	0,40	0,078
P36	5,15	1,83	0,00	0,00	6,98	0,88	0,41	0,082
P42	5,51	1,86	0,00	0,00	7,37	0,83	0,39	0,082
P45	5,48	1,84	0,00	0,00	7,66	0,82	0,40	0,074
P54	5,88	1,75	0,00	0,00	7,62	0,97	0,44	0,080
P57	6,03	1,70	0,00	0,00	7,73	0,83	0,43	0,081
P39	6,50	1,69	0,00	0,00	8,19	0,62	0,38	0,086
P10	6,07	1,66	0,00	0,00	7,72	0,58	0,39	0,086
P27	6,04	1,68	0,00	0,00	7,72	0,55	0,35	0,089
P7	5,94	1,65	0,00	0,00	7,59	0,63	0,42	0,091
Kontrolle	5,22	1,78	0,00	0,00	7,05	0,95	0,35	0,092

### 7.13 Gärparameter der Filtrate aus dem RFT (Mittelwerte, n = 3)

2007	% TM							
Präparate	MS	ES	BS	PS	GesamtS	Restzucker	Alkohol	NH3-N
P25	10,60	1,63	0,20	0,00	12,43	xxx	0,32	0,108
P8	8,27	2,05	0,22	0,00	10,54	xxx	0,70	0,143
P26	10,71	1,75	0,21	0,00	12,67	xxx	0,44	0,110
P9	7,88	2,17	0,22	0,00	10,27	xxx	0,63	0,161
P24	10,09	1,48	0,21	0,00	11,78	1,52	0,44	0,107
P34	10,61	1,69	0,19	0,00	12,49	xxx	0,32	0,108
P2	8,12	1,90	0,22	0,00	10,24	xxx	0,63	0,131
P4	8,27	1,92	0,22	0,00	10,41	xxx	0,70	0,133
P7	7,89	2,13	0,23	0,00	10,25	xxx	0,57	0,161
P11	8,37	1,89	0,22	0,00	10,48	xxx	0,63	0,129
P12	8,16	1,92	0,22	0,00	10,30	xxx	0,70	0,127
P13	10,39	1,68	0,21	0,00	12,28	1,52	0,44	0,114
P15	10,18	1,75	0,21	0,00	12,14	1,39	0,44	0,114
P16	10,26	1,74	0,21	0,00	12,21	1,45	0,44	0,114
P17	10,15	1,71	0,21	0,00	12,07	1,39	0,44	0,114
P22	10,01	1,64	0,21	0,00	11,86	1,45	0,51	0,113
P23	10,32	1,67	0,21	0,00	12,20	1,52	0,51	0,110
P30	10,69	1,75	0,19	0,00	12,63	xxx	0,38	0,111
P31	10,53	1,62	0,19	0,00	12,34	xxx	0,32	0,106
P36	10,49	1,77	0,20	0,00	12,46	xxx	0,38	0,113
P47	10,62	1,68	0,19	0,00	12,49	xxx	0,32	0,103
P33	10,67	1,45	0,21	0,00	12,33	1,71	0,38	0,104

2007 b		% TM						
Präparate	MS	ES	BS	PS	GesamtS	Restzucker	Alkohol	NH3-N
P52	10,70	1,50	0,21	0,00	12,41	1,71	0,38	0,107
P51	11,17	1,58	0,20	0,00	12,95	1,64	0,38	0,109
P50	10,64	1,45	0,20	0,00	12,29	1,64	0,38	0,106
P54	10,32	1,52	0,20	0,00	12,04	1,71	0,44	0,109
P57	10,52	1,53	0,21	0,00	12,26	1,64	0,44	0,107
P55	10,21	1,54	0,20	0,00	11,95	1,45	0,44	0,109
P56	10,07	1,57	0,21	0,00	11,85	1,39	0,44	0,114
Kontrolle	10,01	1,57	0,21	0,00	11,79	1,54	0,42	0,110

### 7.14 Gärparameter der Filtrate aus dem RFT (Mittelwerte, n = 3)

2008 a	% TM							
Präparate	MS	ES	BS	PS	GesamtS	Restzucker	Alkohol	NH3-N
P25	9,04	1,56	0,08	0,00	10,68	xxx	0,71	0,054
P16	9,30	1,76	0,11	0,00	11,17	xxx	0,67	0,049
P9	8,28	1,68	0,09	0,00	10,05	xxx	0,00	0,053
P34	9,19	1,77	0,10	0,00	11,06	xxx	0,65	0,061
P24	8,56	1,46	0,09	0,00	10,11	xxx	0,71	0,051
P26	8,56	1,72	0,01	0,00	10,29	xxx	0,65	0,052
P37	8,69	1,72	0,00	0,00	10,41	xxx	0,66	0,047
P57	7,15	1,63	0,00	0,00	8,78	xxx	0,49	0,052
P4	9,30	1,50	0,00	0,00	10,80	xxx	0,73	0,065
P55	8,88	1,74	0,00	0,00	10,62	xxx	0,73	0,051
P54	9,19	1,56	0,00	0,00	10,75	xxx	0,60	0,060
P18	8,90	1,66	0,00	0,00	10,56	xxx	0,65	0,052
P42	9,06	1,65	0,00	0,00	10,71	xxx	0,59	0,054
P11	9,29	1,78	0,11	0,00	11,18	xxx	0,70	0,061
P33	9,12	1,76	0,10	0,00	10,98	xxx	0,59	0,062
P50	9,12	1,73	0,10	0,00	10,95	xxx	0,63	0,061
P51	9,31	1,71	0,10	0,00	11,12	xxx	0,63	0,061
P47	8,76	1,76	0,12	0,00	10,64	xxx	0,64	0,054
P13	9,47	1,39	0,08	0,00	10,94	xxx	0,69	0,050
P30	9,20	1,64	0,08	0,00	10,92	xxx	0,72	0,051
P28	9,52	1,49	0,09	0,00	11,10	xxx	0,75	0,054

2008 b	% TM							
Präparate	MS	ES	BS	PS	GesamtS	Restzucker	Alkohol	NH3-N
P29	9,56	1,48	0,08	0,00	11,12	xxx	0,71	0,054
P39	9,49	1,54	0,09	0,00	11,12	xxx	0,69	0,058
P44	9,50	1,49	0,08	0,00	11,07	xxx	0,66	0,044
P31	8,82	1,23	0,09	0,00	10,14	xxx	0,76	0,052
P23	7,28	1,45	0,08	0,00	8,81	xxx	0,73	0,056
P43	8,22	1,66	0,11	0,00	9,99	xxx	0,00	0,048
P38	9,58	1,54	0,08	0,00	11,20	xxx	0,74	0,056
P56	8,93	1,46	0,08	0,00	10,47	xxx	0,74	0,053
P2	9,00	1,44	0,08	0,00	10,52	xxx	0,70	0,051
P36	9,49	1,62	0,11	0,00	11,22	xxx	0,00	0,047
P52	9,23	1,65	0,10	0,00	10,98	xxx	0,00	0,046
P22	9,45	1,46	0,10	0,00	11,01	xxx	0,00	0,051
P15	9,42	1,49	0,09	0,00	11,00	xxx	0,00	0,046
P17	9,26	1,54	0,09	0,00	10,89	xxx	0,00	0,054
P8	9,25	1,40	0,10	0,00	10,75	xxx	0,00	0,047
P7	9,42	1,37	0,11	0,00	10,90	xxx	0,00	0,058
P14	9,13	1,44	0,10	0,00	10,67	xxx	0,00	0,053
Kontrolle	9,15	1,46	0,08	0,00	10,69	xxx	0,47	0,051

## **Danksagung**

Ein besonderer Dank ergeht an die DLG für das entgegengebrachte Vertrauen und finanzielle Unterstützung. Den Mitarbeitern des Labors der LfL für die sorgfältige und flexible Arbeitsbewältigung. Ein großer Dank geht an die Herren Marco Zehner und Georg Rössel für die umsichtige und verantwortungsvolle Bewältigung der Arbeiten zur Materialbeschaffung und Silierung.