



**ifz**  
raumberg  
gumpenstein

Lehr- und Forschungszentrum  
Landwirtschaft  
[www.raumberg-gumpenstein.at](http://www.raumberg-gumpenstein.at)

# Abschlussbericht

---

## Stretchfolie III

Wissenschaftliche Tätigkeit Nr. 3611 (100880)

### **Einfluss neuer Stretchfolientechnologien und Anzahl an Wickellagen auf Gärungsverluste, Gärfutterqualität und aerobe Stabilität von Grassilage in Rundballen**

Impact of new stretch foil technologies and number of wrapping layers on grassilage-quality, mass losses and aerobic stability of forage in roundbales

**Projektleitung:**

Ing. Reinhard Resch, LFZ Raumberg-Gumpenstein

**Projektpartner:**

Ernst Schoeggel, Fa. ASPLA, Torrelavega, Spanien  
Futtermittellabor Rosenau, LK Niederösterreich

**Projektlaufzeit:**

2012



[icbcsministerium.at](http://icbcsministerium.at)

[www.raumberg-gumpenstein.at](http://www.raumberg-gumpenstein.at)

## **Impressum**

Herausgeber  
Lehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft  
Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning  
des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft,  
Umwelt- und Wasserwirtschaft

Direktor  
Prof. Dr. Albert Sonnleitner

Leiter für Forschung und Innovation  
Mag. Dr. Anton Hausleitner

Für den Inhalt verantwortlich  
die Autoren

Redaktion  
Ing. Reinhard Resch

Druck, Verlag und © 2012  
Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>3</b>
<b>Summary.....</b>	<b>4</b>
<b>1. Problem- und Fragestellung .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Material und Methoden.....</b>	<b>5</b>
2.1 Versuchsplan.....	5
2.2 Ausgangsmaterial.....	6
2.3 Ernte und Bearbeitung des Silofutters .....	8
2.4 Wiegung der Rundballen .....	8
2.5 Transport und Lagerung der Rundballen .....	9
2.6 Beprobung der Rundballen .....	10
2.7 Laboranalysen .....	10
2.8 Bewertung der Gärqualität mit der ÖAG-Sinnenprüfung.....	11
2.9 Prüfung der aeroben Stabilität .....	12
2.10 Datenerfassung, -kontrolle und -auswertung .....	12
<b>3. Ergebnisse.....</b>	<b>13</b>
3.1 Ausgangsmaterial.....	13
3.2 Inhaltsstoffe und Futterenergie .....	13
3.3 Gärqualität .....	14
3.4 Mikrobiologie .....	16
3.5 Gärungsverluste .....	18
3.6 Aerobe Stabilität .....	19
<b>4. Literatur .....</b>	<b>20</b>
<b>5. Anhang.....</b>	<b>21</b>

## Zusammenfassung

Im Silierversuch S-60/2012, durchgeführt vom LFZ Raumberg-Gumpenstein, wurden unter Praxisbedingungen in Aigen/Ennstal vier Stretchfolien (zwei Standardfolien und zwei Versuchsprodukte mit minimaler Luftdurchlässigkeit, sogenannte Barrier-Folien) bei 4- bzw. 6-lagiger Wickelung an Rundballen in mindestens dreifacher Wiederholung geprüft. Das Futter vom 1. Aufwuchs einer Dauerwiese wurde dazu am 15. Mai 2012 siliert. Nach 84 Tagen Lagerungsdauer konnte festgestellt werden, dass unter gleichen Bedingungen (Ausgangsmaterial, Futterbearbeitung am Feld, Pressen, Wickeln, Lagerung) teilweise praxisrelevante Unterschiede auftraten (Tabelle 1). Rundballen mit sechs Wickellagen hatten eine signifikant bessere Gärqualität (pH, Essigsäure, aerobe Bakterien und Hefen sowie aerobe Stabilität) als jene mit vier Wickellagen. Die Anzahl an Wickellagen hatte keinen Einfluss auf Nährstoffe, Energie, Schimmelpilze und Gärungsverluste. Der Vergleich mit der Kontrollvariante zeigte, dass die Varianten „TIF 1B“ bzw. „TIF 2A“ insbesondere bei vier Wickellagen gewisse günstige Effekte erzielen konnten (Tabelle 1). Die Variante „Eco Plus“ brachte bei vier Wickellagen keine maßgebliche Verbesserung, aber auch keine Verschlechterung. Bei sechs Wickellagen konnte die Stretchfolie „TIF 1B“ gegenüber der Kontrolle tendenziell eine günstigere Gärfutterqualität sicherstellen. Stretchfolie „Eco Plus“ fiel bei 6-facher Wickelung tendenziell positiv hinsichtlich OM-Verdaulichkeit und niedrigerer Gärungsverluste auf. Die Variante „TIF 2A“ konnte bei sechs Wickellagen durch eine bessere aerobe Stabilität punkten.

An eine Reduktion von sechs auf vier Wickellagen könnte unter den Versuchsbedingungen des Silierversuch S-60 bei Stretchfolie „TIF 2A“ gedacht werden, weil diese Folie in der Lage war die Qualität der Kontrolle mit sechs Wickellagen zu erreichen. Eine allgemeine Aussage für andere Bedingungen ist nicht zulässig und würde die Validierung dieser Ergebnisse durch weitere Silierversuche erfordern.

Tabelle 1: Effekte von Wickellagen bzw. Stretchfolien auf Qualitätsparameter von Grassilage in Rundballen (Silierversuch S-60/2012)

Wickellagen	Variante	n	Nährstoffe					Energie		Gärqualität						Mikrobiologie			Gärverluste		Stabilität Halbbarkeit in Stunden (Temperaturanstieg)		
			Trockenmasse	Rohprotein	Rohfaser	Rohasche	Zucker	OM-Verdaulichkeit	Nettoenergie-Laktation	pH-Wert	Milchsäure	Essigsäure	Buttersäure	Ammoniak	DLG-Bewertung	Sinnenbewertung	Aerobe Bakterien	Schimmelpilze	Hefen	Trockenmasse		Zucker	Nettoenergie-Laktation
4	SILOGRASS (Kontrolle)	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Eco Plus	3	0	0	0	+	0	0	0	0	T-	0	0	0	0	0	0	0	-	T+	0	T+	T-
	TIF 1B	3	0	0	0	0	-	0	0	0	T-	T-	0	0	0	0	-	0	-	-	+	T-	+
	TIF 2A	3	T-	0	0	0	0	T+	0	0	T-	T-	T-	T+	T+	-	0	-	0	0	T-	+	
6	SILOGRASS (Kontrolle)	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Eco Plus	3	-	+	-	+	T-	T+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T+	T-	-
	TIF 1B	3	-	0	-	0	T-	+	T+	0	0	0	T-	T-	0	0	0	0	0	0	T+	T-	-
	TIF 2A	3	0	0	0	0	T-	0	0	0	0	T+	0	T-	0	0	0	0	0	0	T+	T-	+
6	SILOGRASS (Kontrolle)	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	TIF 1B	3	0	T+	T-	T+	T-	T+	0	T+	0	0	T+	0	0	0	0	0	0	0	T+	0	T-
	TIF 2A	3	-	0	T-	+	0	T+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T-

Effekte gegenüber Kontrolle: ++ hoch signifikant höher; + signifikant höher; T+ tendenziell höher; 0 gleich; T- tendenziell niedriger; - signifikant niedriger; -- hoch signifikant niedriger

Schlüsselwörter: Silagequalität, Stretchfolie, Wickellagen, Rundballen, Gärungsverluste, Aerobe Stabilität

## Summary

In the “silage trial” S-60/2012 the Agricultural Research and Education Centre (AREC) Raumberg-Gumpenstein has examined four different stretch wrap-films (two standard products and two test-products with minimal air permeability, named barrier-films) and different number of stretch film-layers (four resp. six) for round bales in three replications under practical conditions in Aigen/Ennstal. Forage from first cut of a permanent meadow was ensiled on May 15<sup>th</sup>, 2012. After 84 days of storage samples were taken and analysed. Under equal basic conditions (primary material, treatment of the forage on field, pressing, wrapping, storage) some relevant differences were determined (*table 1*). Round bales wrapped with six film-layers resulted in significant higher fermentation quality (pH, acetic acid, aerobic bacteria and yeasts) than bales with four film-layers. Count of film-layers generated no effects on nutrients, energy, mould and fermentation losses. Stretch-film variants “*TIF 1B*” resp. “*TIF 2A*” achieved positive results in fermentation quality, microbiology and fermentation losses (*table 1*). In the group of four film-layers the variant “*Eco Plus*” did not achieve any effect. Grass-silage wrapped in six layers with stretch-film “*TIF 1B*” showed a better fermentation quality by trend. Variant “*Eco Plus*” increased digestible organic matter and decreased fermentation losses. Stretch-film “*TIF 2A*” had positive effects on aerobic stability in the group of six film-layers.

A Reduction of film-layers from six to four could be accepted for stretch-film “*TIF 2A*”, because this product using by four film-layers obtained the same forage quality as the control variant wrapped with six film-layers. A general conclusion also covering other conditions is not approvable and requires a validation of the presented trial results (S-60) by further experiments.

Table 1: Effects of number of film-layers and different stretch-films on quality parameters of grass-silage in roundbales (silage trial S-60/2012)

stretch film layers	variants	n	nutrients					energy		fermentation quality						microbiology			fermentation losses			stability		
			dry matter	crude protein	crude fibre	ash	sugar	digestible organic matter	nettoenergy-lactation	pH	milky acid	acetic acid	butyric acid	ammonia	DLG-Evaluation	sensorik evaluation	aerobic bacteria	fungi	yeasts	dry matter	sugar	nettoenergy-lactation	stability in hours (temperature rise)	
4	SILOGRASS (Kontrolle)	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Eco Plus	3	0	0	0	+	0	0	0	0	T-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T+	0	T+	T-
	TIF 1B	3	0	0	0	0	-	0	0	0	T-	T-	0	0	0	0	0	0	0	0	-	+	T-	+
	TIF 2A	3	T-	0	0	0	0	T+	0	0	T-	T-	T-	T-	T+	T+	0	0	0	0	0	0	0	T-
6	SILOGRASS (Kontrolle)	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Eco Plus	3	-	+	-	+	T-	T+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T+	T-	-
	TIF 1B	3	-	0	-	0	T-	+	T+	0	0	0	T-	T-	0	0	0	0	0	0	0	T+	T-	-
	TIF 2A	3	0	0	0	0	T-	0	0	0	0	T+	0	T-	0	0	0	0	0	0	0	T+	T-	+
6	SILOGRASS (Kontrolle)	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	TIF 1B	3	0	T+	T-	T+	T-	T+	0	T+	0	0	T+	0	0	0	0	0	0	0	0	T+	0	T-
4	TIF 2A	3	-	0	T-	+	0	T+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	T-

effects against control: ++ highly significant better (positive); + significant higher; T+ by trend higher; 0 equal T- by trend lower; - significant lower; -- highly significant lower

Keywords:silage quality, stretch wrap film, round bale, fermentation losses, aerobic stability

## 1. Problem- und Fragestellung

Bei der Konservierung von pflanzlicher Biomasse in Rundballen ist die luftdichte Ballenversiegelung ein entscheidendes Kriterium für die Sicherstellung einer guten Gärfutterqualität. Bislang verwendete Stretchfolien haben eine gewisse Luftdurchlässigkeit, deshalb ist es notwendig die Ballenoberfläche durch mehrlagige Versiegelung fast luftdicht abzuschließen. Die Kunststofftechnik ist heute in der Lage Stretchfolien herzustellen, die etwa das hundertfach geringere Ausmaß an Luftdurchlässigkeit als Standardfolien gewährleisten. Im Silierversuch S-60 wurden zwei von diesen neuartigen Stretchfolien (Barrier-Folien), die im Handel für Landwirte allerdings noch nicht zur Verfügung stehen, herkömmlichen Standardfolien mit unterschiedlicher Folienstärke gegenübergestellt. Ziel dieses Exaktversuches unter Praxisbedingungen war die Abklärung der Frage, ob es durch eine neue Stretchfolientechnik möglich ist die Silagequalität zu verbessern bzw. die Anzahl an Folienlagen zu reduzieren.

Das LFZ Raumberg-Gumpenstein als nachgeordnete Dienststelle des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft (BMLFUW) ist für die Versuchsplanung, -durchführung, die statistische Datenauswertung und die Berichterlegung verantwortlich. Es wird an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass sich die im nachfolgenden Versuchsbericht beschriebenen Versuchsergebnisse und die daraus getroffenen Interpretationen ausschließlich auf die im Silierversuch S-60 vorgelegenen Bedingungen beziehen.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Versuchsplan

Im Silierversuch S-60 wurden insgesamt vier unterschiedliche Stretchfolien in vier bzw. sechs Wickellagen geprüft (*Tabelle 2*). Jede Variante wurde in mindestens dreifacher Wiederholung angelegt, damit die Qualitätsparameter statistisch ausgewertet werden konnten. In der Auswahl der Varianten wurde darauf geachtet, dass die Prüfglieder (Barrier-Folien) einer Kontrollvariante (Standard-Stretchfolie mit 25 µm) gegenüber stehen.

Tabelle 2: Versuchsplan Silierversuch S-60

Variante	Folienbezeichnung	Folientyp	Stärke in µm	Wickellagen
41	SILOGRASS	Standardfolie	25	4
42	Eco Plus	Standardfolie	22	4
43	TIF 1B	Barrier-Folie	25	4
44	TIF 2A	Barrier-Folie	25	4
61	SILOGRASS	Standardfolie	25	6
62	Eco Plus	Standardfolie	22	6
63	TIF 1B	Barrier-Folie	25	6
64	TIF 2A	Barrier-Folie	25	6

## 2.2 Ausgangsmaterial

Für den Silierversuch S-60 wurde der Wiesenbestand eines landwirtschaftlichen Milchviehbetriebes (Tippl Josef, A-8943 Aigen im Ennstal) vom 1. Aufwuchs herangezogen. Die botanische Zusammensetzung der gesamten Futterfläche vom Feldstück „Hauswiese“ (Abbildung 1) wurde am 09. Mai 2012 anhand von pflanzensoziologischen Aufnahmen auf sechs Teilstücken erfasst (Tabelle 2).

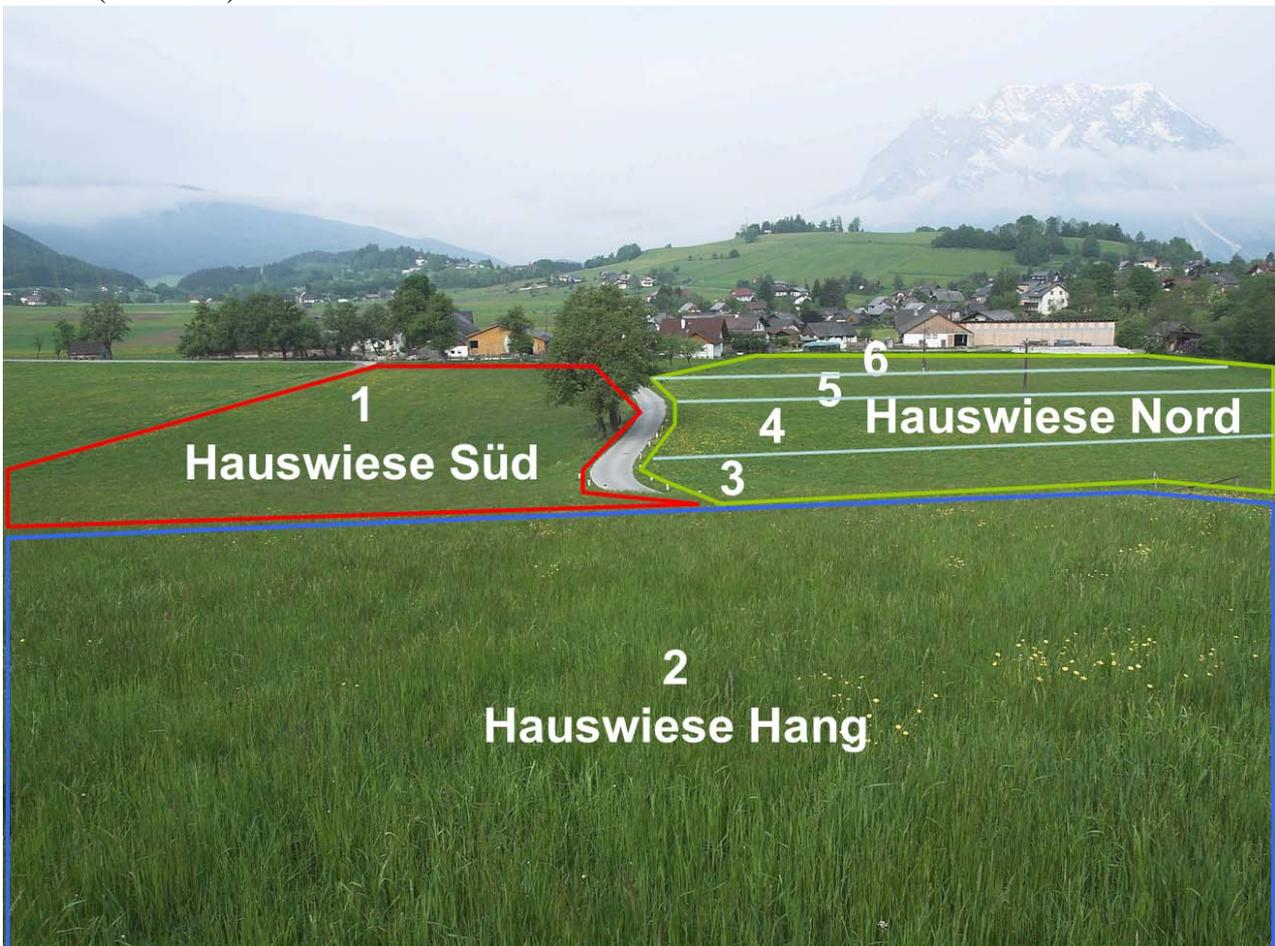


Abbildung 1: Futterbasis für Silierversuch S-60 mit den sechs Aufnahmeflächen (09. Mai 2012)

Der Pflanzenbestand wies mit rund 96 % eine recht gute Narbendichte auf. Stellen mit offenem Boden (ohne Pflanzenbewuchs) wurden im Umfang von 4 % festgestellt. Die durchschnittliche Wuchshöhe des Wiesenbestandes betrug ~37 cm. Aufgrund der Gewichtsanteile der einzelnen Artengruppen (Gräser, Leguminosen, Kräuter) kann das Ausgangsmaterial als gräserreicher Mischbestand eingeordnet werden (Tabelle 3).

Die botanischen Aufnahmen wurden mit der Flächenprozentenschätzung nach SCHECHTNER (1958) durchgeführt und zeigten, dass die einzelnen Teilstücke der Hauswiese nicht vollkommen homogen sind, weil einzelne Arten unterschiedliche Flächenprozentanteile aufwiesen (Tabelle 3). In Summe wurden 35 verschiedene Grünlandpflanzen (12 Gräser, 2 Leguminosen, 21 Kräuter) auf der Hauswiese nachgewiesen, das entspricht einem Grünland mit gut ausgeprägter Artenvielfalt.

Tabelle 3: Botanische Zusammensetzung des Ausgangsmaterial für Silierversuch S-60

Flächenbezeichnung Wiederholung	Hauswiese-		Hauswiese-		Hauswiese-		Hauswiese Ø		
	Süd Ebene	Süd Hang	Nord ohne Ns.	Nord Int. o.Klee	Nord Int. m. Klee	Nord Weide			
Projektive Deckung [%]	98	95	95	96	95	97	<b>96,0</b>		
offener Boden [%]	2	5	5	4	5	3	<b>4,0</b>		
Wuchshöhe [cm]	35	40	41	36	35	32	<b>36,5</b>		
Gräser [Gewichtsprozent]	65	77	66	60	63	68	<b>66,5</b>		
Leguminosen [Gewichtsprozent]	20	15	16	17	15	12	<b>15,8</b>		
Kräuter [Gewichtsprozent]	15	8	18	23	22	20	<b>17,7</b>		
Pflanzenart	Flächenprozent								
<i>Alopecurus pratensis</i>	15	13	4	2	3	1	<b>6,3</b>	Wiesenfuchsschwanz	
<i>Bromus hordeaceus</i>	0	0,3	0	0	0,3	1	<b>0,3</b>	Weiche-Trespe	
<i>Dactylis glomerata</i>	5	3	10	6	5	9	<b>6,3</b>	Knaulgras	
<i>Festuca pratensis</i>	3	1	2	0	0	0	<b>1,0</b>	Wiesenschwingel	
<i>Lolium perenne</i>	8	18	14	24	20	25	<b>18,2</b>	Englisches Raygras	
<i>Lolium x boucheanum</i>	0	0	0	4	0	0	<b>0,7</b>	Bastardraygras	
<i>Poa pratensis</i>	10	14	6	15	18	10	<b>12,2</b>	Wiesenrispe	
<i>Poa trivialis</i>	12	8	12	4	5	5	<b>7,7</b>	Gemeine Rispe	
<i>Trisetum flavescens</i>	20	28	23	18	18	22	<b>21,5</b>	Goldhafer	
<i>Agropyron elatius</i>	1	0	0	0	0	0	<b>0,2</b>	Quecke	
<i>Festuca rubra</i>	0	0,7	0	0	0	0	<b>0,1</b>	Rotschwingel	
<i>Agrostis capillaris</i>	0	0	0,3	0	0	0	<b>0,1</b>	Rot-Straußgras	
<b>Σ Gräser</b>	<b>74</b>	<b>86</b>	<b>71</b>	<b>73</b>	<b>69</b>	<b>73</b>	<b>74,4</b>		
<i>Trifolium pratense</i>	0	1	0	0	0	1	<b>0,3</b>	Rot-Klee	
<i>Trifolium repens</i>	25	18	20	18	18	12	<b>18,5</b>	Weißklee	
<b>Σ Leguminosen</b>	<b>25</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>13</b>	<b>18,8</b>		
<i>Achillea millefolia</i>	0,3	0,7	1,0	0,7	1,0	2,0	<b>0,9</b>	Schafgarbe	
<i>Aegopodium podagraria</i>	0	0	0	0	0	0,3	<b>0,1</b>	Geißfuß	
<i>Angelica sylvestris</i>	0	0	0	0,3	0,3	0,3	<b>0,2</b>	Beh. Kälberkropf	
<i>Anthriscus sylvestris</i>	0,3	0	0,7	0,3	0,3	0	<b>0,3</b>	Wiesen-Kerbel	
<i>Bellis perennis</i>	1,0	1,0	2,0	3,0	4,0	3,0	<b>2,3</b>	Gänseblümchen	
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	1,0	<b>0,4</b>	Gew. Hirtentäschel	
<i>Cardamine pratensis</i>	0,3	0	0	0	0	0	<b>0,1</b>	Gew. Wiesen-Schaumkraut	
<i>Cerastium holosteoides</i>	0,3	0,3	0,3	0,3	0,0	0,3	<b>0,3</b>	Gew. Hornkraut	
<i>Heracleum spondylium</i>	1,0	0,3	1,0	0,3	1,0	0,3	<b>0,7</b>	Bärenklau	
<i>Pimpinella major</i>	0	0	0,3	0,7	0,3	0	<b>0,2</b>	Große Bibernelle	
<i>Plantago lanceolata</i>	0	0,7	2,0	4,0	3,0	4,0	<b>2,3</b>	Spitzwegerich	
<i>Polygonum bistorta</i>	0	0	0	0,3	0,3	0,3	<b>0,2</b>	Schlangen-Knöterich	
<i>Ranunculus repens</i>	1,0	0	0	0,3	0	0	<b>0,2</b>	Kriechender Hahnenfuß	
<i>Ranunculus ficari</i>	0,3	0	0,3	0,3	0,7	0,3	<b>0,3</b>	Scharbockskraut	
<i>Ranunculus acris</i>	4,0	1,0	3,0	1,0	3,0	2,0	<b>2,3</b>	Scharfer Hahnenfuß	
<i>Rumex acetosa</i>	3,0	2,0	4,0	6,0	3,0	2,0	<b>3,3</b>	Wiesensauerampfer	
<i>Rumex obtusifolius</i>	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,7	<b>0,8</b>	Stumpfbblatt-Ampfer	
<i>Taraxacum officinalis</i>	6,0	2,0	6,0	4,0	7,0	6,0	<b>5,2</b>	Gemeine Kuhblume	
<i>Veronica arvensis</i>	0,3	0,3	0	0,3	0,0	0	<b>0,2</b>	Feld-Ehrenpreis	
<i>Veronica chamaedrys</i>	0	0	0,3	0,3	0,3	0,3	<b>0,2</b>	Gamander-Ehrenpreis	
<i>Veronica serpyllifolia</i>	0,3	0,3	0,7	0,3	0,3	0,3	<b>0,4</b>	Quendel-Ehrenpreis	
<b>Σ Kräuter</b>	<b>19,6</b>	<b>9,0</b>	<b>23,0</b>	<b>24,0</b>	<b>26,0</b>	<b>23,3</b>	<b>20,8</b>		
Gesamtdeckung	<b>118,6</b>	<b>114,0</b>	<b>114,3</b>	<b>115,0</b>	<b>113,3</b>	<b>109,3</b>	<b>114,1</b>		
<b>Σ Artenanzahl</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>35</b>		

Der phänologische Zustand des Pflanzenbestandes war folgendermaßen:

Wiesenfuchsschwanz (*Alopecurus pratensis*) – Ende Ähren-/Rispenstadien bis Beginn Blüte

Goldhafer (*Trisetum flavescens*) – Ähren-/Rispenstadien

Bastardraygras (*Lolium multiflorum*) – Ähren-/Rispenstadien

Englisches Raygras (*Lolium perenne*) – Ähren-/Rispenstadien

Wiesenschwingel (*Festuca pratensis*) – Ähren-/Rispenstadien

Knaulgras (*Dactylis glomerata*) – Ähren-/Rispenstadien

Übrige Gräser - Schossen

Leguminosen – Beginn Blüte

Wiesensauerampfer (*Taraxacum officinale*) - abgeblüht

### 2.3 Ernte und Bearbeitung des Silofutters

Das Futter wurde am 14.05.2012 gemäht (Schnitthöhe 6 cm) und unmittelbar nach der Mahd mit einem Kreiselheuer angestreut. Am zweiten Tag wurde das Futter nochmals gezettet, um 13:00 Uhr geschwadet und anschließend mit der variablen Rundballenpresse gepresst. Die Kombi-Ballenpresse (*Tabelle 4*) verfügte über ein Schneidwerk mit vier Messern. Mit der Kombi-Ballenpresse wurde allerdings nur das Pressen der Ballen durchgeführt. Die Arbeitsweise der Ballenwicklung mit einer eigenen Maschine wurde deswegen ausgewählt, damit die Trockenmasseunterschiede zwischen den Varianten und damit auch der Versuchsfehler auf ein Minimum beschränkt werden sollten. Die Stretchfolie wurde bei allen Varianten in einer Breite von 500 mm mit 50 % Vorstreckung in 4- bzw. 6-facher Wickellage gewickelt (*Abbildung 3*). Vom Beginn der Pressarbeit bis zum Ende der Wickelung wurden insgesamt 3 Stunden 10 Minuten benötigt (*Tabelle 5*).

Tabelle 4: Eingesetzte Gerätschaften im Silierversuch S-60

Gerät	Fabrikat
Mähwerk	PÖTTINGER Novamatic 400
Kreisler	KUHN
Schwadkreisel	PÖTTINGER Giro
Ballenpresse	KRONE Vario 1500
Wickelmaschine	Kverneland Silowrap 7510
Ballenzange	HAUER

Tabelle 5: Zeitlicher Verlauf der Bearbeitungsschritte im Silierversuch S-60

Tätigkeit	Datum	Uhrzeit Beginn	Uhrzeit Ende
Mahd	14.05.2012	11:00	13:00
Zetten	14.05.2012	12:30	13:30
	15.05.2012	9:30	10:30
Schwaden	15.05.2012	13:00	14:15
Ballenpressen	15.05.2012	13:15	14:40
Ballenwicklung	15.05.2012		
41 – SILOGRASS	15.05.2012	13:30	13:45
42 – Eco Plus	15.05.2012	14:50	15:00
43 – TIF 1B	15.05.2012	14:00	14:15
44 – TIF 2A	15.05.2012	14:30	14:40
61 – SILOGRASS	15.05.2012	13:45	14:00
62 – Eco Plus	15.05.2012	15:00	15:15
63 – TIF 1B	15.05.2012	14:15	14:30
64 – TIF 2A	15.05.2012	14:40	14:50
Transport auf das Lager	15.05.2012	15:30	16:05
Verlegung Vogelschutznetz	16.05.2012	10:30	11:00

### 2.4 Wiegung der Rundballen

Im Silierversuch S-60 wurde eine Wiegung der Rundballen vor der Wickelung und vor der Endbeprobung durchgeführt, um die Gärungsverluste berechnen zu können. Für die Wiegung wurde ein Futtermischwagen (SILOKING) mit digitaler Waage herangezogen. Auf den

Mischwagen wurde eine Plattform eingerichtet, wo die Rundballen gestellt und abgewogen wurden.



Abbildung 2: Ballenwiegung von Ausgangs- und Endmaterial

## 2.5 Transport und Lagerung der Rundballen

Die gewickelten Ballen wurden entsprechend der Variantenbezeichnung farblich markiert, anschließend einheitlich mittels Ballenzange auf das Lager gebracht (Abbildung 4) und stirnseitig aufgestellt.



Abbildung 3: Ballenwickelung

Abbildung 4: Ballentransport mit Zange

Tabelle 6: Randomisierte Verteilung der Rundballenvarianten auf dem Lagerplatz

Probedatum	Block	Varianten							
07.08.2012	D	41	-	-	-	-	-	-	-
	C	44	62	43	61	42	64	41	63
	B	64	43	63	41	61	44	62	42
	A	41	61	42	62	43	63	44	64

Um den Einfluss der Lagerung auf die Futter- und Gärqualität der Rundballensilagen zu minimieren, wurden die Rundballen nicht nach Varianten gruppiert gelagert, sondern zufällig auf dem Lagerplatz verteilt (Tabelle 6). Der Lagerplatz (Abbildung 5) war eine Fläche mit festem Untergrund, sodass die Gefahr einer Folienbeschädigung durch Mäuse als gering eingeschätzt

werden konnte. Die Abdeckung mit einem feinmaschigen Schutznetz diente als Schutz gegenüber Vögeln, Katzen und anderen tierischen Schädlingen.

## 2.6 Beprobung der Rundballen

Nach 84 Tagen Lagerungsdauer wurde die Beprobung am 7. August 2012 (8:00 bis 12:40 Uhr) durchgeführt. Dazu wurden die Rundballen mit einem Nirosta-Stechzylinder (*Abbildung 6*) mit einem Innendurchmesser von 5 cm diagonal von oben nach unten angebohrt. Diese Technik erzielt repräsentative Proben, weil alle Schichten vom Außenmantel bis zum Ballenkern gut verteilt sind. Bei der stirnseitigen Lagerung von Rundballen kann es passieren, dass der obere Ballenteil höhere Trockenmassegehalte aufweist als der untere, weil die Feuchtigkeit durch die Schwerkraft nach unten sinkt. Die Diagonalbeprobung nimmt auch auf dieses Phänomen Rücksicht.



Abbildung 5: Rundballenlagerplatz S-60



Abbildung 6: Beprobung am 07.08.2012

Von jedem Ballen wurden insgesamt mindestens 2.000 g Probenmaterial entnommen, händisch gemischt und in zwei Proben geteilt. Die erste Probe mit 1.200 g Frischmasse war für die chemische und mikrobiologische Untersuchung im Futtermittellabor Rosenau (LK Niederösterreich) bestimmt, die Restprobe für die sensorische Qualitätsbewertung bzw. als Rückstellmuster. Die Proben wurden sofort nach der Probenvorbereitung in PE-Flachbeutel gefüllt und zur sicheren Identifikation mit einem Kunststoffetikett versehen, wo die Variantenbezeichnung aufgedruckt war. Alle Proben wurden sofort in Styropor-Thermoboxen gekühlt, um mikrobielle Aktivitäten auszuschalten. Nach Beendigung der Probeziehung wurden die Bohrlöcher in den Ballen mittels Ameisensäure hygienisiert und mit einem Spezialklebeband versiegelt. Die Proben für die chemische bzw. mikrobiologische Analyse wurden per Express (07.08.2012 um 14:00 Uhr) in das Futtermittellabor Rosenau geschickt. Die Probenvorbereitung im Labor begann am 08.08.2012 um 10:30 Uhr.

## 2.7 Laboranalysen

Die Silageproben wurden im Futtermittellabor Rosenau mittels nasschemischer Standardmethoden analysiert (*Tabelle 7*). Die mikrobiologische Untersuchung der Bakterien umfasste alle aeroben

mesophilen Keime. Die Keimzahlen wurden in KBE (kolonienbildende Einheiten) je Gramm Frischmasse ausgedrückt. Zusätzlich wurden die Proben unter dem Mikroskop betrachtet.

Tabelle 7: Verwendete Analysemethoden im Futtermittellabor Rosenau (LK Niederösterreich) bei der Untersuchung der Silageproben vom Silierversuch S-60

Parameter	Analyseverfahren
Trockenmasse	Wiege-Trocknungsverfahren (Trocknung der Futterprobe erfolgt im Trockenschrank mit Vortrocknung bei 60 ° C und 3-stündige Haupttrocknung bei 105 ° C)
Rohprotein	Verbrennungsanalyse nach DUMAR
Rohfaser	Fibertec-System (Hydrolytisches Zweistufen-Aufschlussverfahren mit Schwefelsäure und Kalilauge)
Rohfett	Soxhletextraktion unter Verwendung von Diethylether als Extraktionsmittel
Rohasche	Verbrennung bei 550 °C und gravimetrische Bestimmung
pH	pH-Meter (Methrom)
Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	NH <sub>3</sub> -Elektrode
Gärsäuren	Gaschromatograph
Bakterien	Plattenausstrichverfahren (DEV- Nähragar, Bakteriennährboden nach Schmidt)
Schimmelpilze	Plattenausstrichverfahren (Sabourad Detrose Agar, Schimmelpilznährboden nach Schmidt)
Hefen	Plattenausstrichverfahren

## 2.8 Bewertung der Gärqualität

Die Qualität der Vergärung wurde mittels DLG-Schema nach WEISSBACH und HONIG (1992) bewertet. Darüber hinaus wurde eine organoleptische Beurteilung mit Hilfe der ÖAG-Sinnenbewertung nach BUCHGRABER (1999) durchgeführt. Diese Bewertung umfasst eine punktemäßige Einstufung von Geruch (-3 bis 14 Punkte), Gefüge (0 bis 4 Punkte) und Farbe (0 bis 2 Punkte). Die Punktesumme kann maximal 20 Punkte erreichen, was einer ausgezeichneten Gärfutterqualität entspricht. Das Punkteschema wird in vier Benotungsstufen unterteilt (20 bis 16 Punkte = Note 1 sehr gut bis gut, 15 bis 10 Punkte = Note 2 befriedigend, 9 bis 5 Punkte = Note 3 mäßig, 4 bis -3 = Note 4 verdorben).

Die sensorische Beurteilung der Silagen aus dem Silierversuch S-60 erfolgte am 08. August 2012. Die Proben wurden nach der Beprobung in einem Kühlraum bei ~5 °C gelagert und ca. 30 Minuten vor der Sinnesbewertung aus dem Kühlraum gegeben. Die Sinnesprüfung wurde von Ing. Reinhard Resch in Form einer Blindbewertung durchgeführt, d.h. das der Bewerter nicht wusste, welche Variante und Wiederholung vorgelegt wurde. Die 25 Proben (1 Varianten mit 4 bzw. 7 Varianten mit 3 Wiederholungen) wurden von einer dritten Person zufällig durchnummeriert, der Bewerter konnte somit keine Beziehung zwischen der Nummer und der Prüfvariante herstellen.

## 2.9 Prüfung der aeroben Stabilität

Die Haltbarkeit der beprobten Grassilagen wurde unter Luftstress geprüft. Dazu wurden die einzelnen Proben in Kunststoffbehälter (*Abbildung 7*) gegeben und die Silagetemperatur über Sensoren rund eine Woche lang mit einem Datenlogger aufgezeichnet. Die Silagen waren in der gesamten Zeit der Umgebungsluft ausgesetzt. Die Raumtemperatur betrug während der Prüfdauer 20 °C.



Abbildung 7: Prüfung der aeroben Stabilität im Silierversuch S-60

## 2.10 Datenerfassung, -kontrolle und -auswertung

Die Daten wurden in einer MS-Access Datenbank eingegeben und kontrolliert. Die statistische Datenauswertung erfolgte mit der Software STATGRAFICS XV.I und PASW 18. Mit Hilfe einer Varianzanalyse wurden die Unterschiede der Varianten in den einzelnen Qualitätsparametern bewertet. Der multiple Mittelwertvergleich zwischen den Varianten wurde mit dem Testverfahren nach LSD (Least Significant Difference) durchgeführt. Signifikante Differenzen (P-Wert < 0,05) wurden in Form von Hochbuchstaben, die auch als Indizes bezeichnet werden, dargestellt. In den Ergebnistabellen wurde der Mittelwert mit dem Zeichen „Ø“ und die Standardabweichung mit dem Buchstaben „s“ abgekürzt.

### 3. Ergebnisse

Im Silierversuch S-60/2012 wurde ein zweifaktorielles Versuchsdesign umgesetzt. Die statistische Auswertung der Effekte der Hauptfaktoren bzw. deren Wechselwirkung wurden anhand eines GLM-Modells durchgeführt. Wenn der Fall auftrat, dass der Faktor Wickellagen im GLM-Modell nicht signifikant war (P-Wert > 0,049), dann wurde eine einfache Varianzanalyse der insgesamt acht Stretchfolienvarianten vorgenommen und die Ergebnisse tabellarisch dargestellt.

#### 3.1 Ausgangsmaterial

Das Futtermaterial für den Silierversuch entsprach einer hohen Futterqualität (*Tabelle 8*). Der Rohfasergehalt deutet mit ~225 g/kg TM auf einen optimalen Schnitzeitpunkt hin. Der sehr niedrige Rohaschegehalt von ~62 g/kg TM ist ein Hinweis für eine verschmutzungsfreie Ernte. Die Zucker- und Energiekonzentration (ME, NEL) erreichten ein sehr hohes Niveau. Suboptimal war der Rohproteingehalt mit 133 g/kg TM sowie der etwas zu hohe Anwelkgrad mit einer Trockenmasse von durchschnittlich ~460 g/kg FM. Die Empfehlungswerte in *Tabelle 8* stammen aus der ÖAG-Broschüre „Top-Grassilage durch optimale Milchsäuregärung“ (RESCH et al. 2011).

Tabelle 8: Inhaltsstoffe und Futterenergie von geschwadetem Grünfutter unmittelbar vor dem Ballenpressen (Silierversuch S-60/2012)

Parameter	Mittelwert	n	Standard- abweichung	Minimum	Maximum	Orientierungs- wert
Trockenmasse [g/kg FM]	459,7	4	39,4	412,2	507,6	300 - 400
Rohprotein [g/kg TM]	133,0	4	10,4	122,0	147,0	über 150
Rohfaser [g/kg TM]	224,8	4	12,4	212,0	239,0	220 - 260
Rohfett [g/kg TM]	27,8	4	2,6	24,0	30,0	
Rohasche [g/kg TM]	61,8	4	7,9	55,0	72,0	unter 100
Zucker [g/kg TM]	211,5	4	11,3	200,0	227,0	
OM-Verdaulichkeit [%]	77,9	4	1,5	76,1	79,3	über 70
ME [MJ/kg TM]	11,13	4	0,18	10,89	11,29	über 10,1
NEL [MJ/kg TM]	6,76	4	0,14	6,58	6,89	über 6,0

#### 3.2 Inhaltsstoffe und Futterenergie

Die Anzahl der Wickellagen hatte keinen Einfluss auf den TM-Gehalt, die Inhaltsstoffe bzw. die OM-Verdaulichkeit und NEL (*Tabelle 9*) der Grassilage-Rundballen. Innerhalb der Stretchfolienvarianten gab es signifikante Unterschiede im TM-Gehalt und im Rohaschegehalt. In den Wechselwirkungen zwischen Stretchfolien und Wickellagen konnte ein hoch signifikanter Effekt beim TM-Gehalt festgestellt werden. Die mittleren TM-Gehalte der Grassilagen unterschieden sich hoch signifikant bei Stretchfolienvariante „TIF 1B“ (*Tabelle 9*).

Die Ergebnisse der einfachen Varianzanalyse (*Tabelle 10*) zeigten anhand der P-Werte keinen signifikanten Einfluss der Stretchfolien auf die Inhaltsstoffe Rohprotein, Rohfaser, Rohasche und Zucker bzw. die Nettoenergie-Laktation. Der multiple Mittelwertvergleich ergab für die Variante

„Eco Plus“ bei 6-lagiger Wickelung einen signifikant höheren Proteingehalt (152 g/kg TM) als die Kontrolle mit 135,3 g/kg TM. Der Effekt dürfte auf den niedrigeren Rohfasergehalt der Rundballen von „Eco Plus“ zurückzuführen sein (Tabelle 10).

Tabelle 9: Haupt- und Wechselwirkungseffekte von Stretchfolien bzw. Wickellagen auf die Inhaltsstoffe und Futterenergie von Grassilage in Rundballen (Silierversuch S-60)

Parameter	Stretchfolien [P-Wert]	Sig.	Wickellagen [P-Wert]	Sig.	Stretchfolien x Wickellagen [P-Wert]	Sig.	Erklärung der Varianz (R <sup>2</sup> )
Trockenmasse	0,0110	*	0,0881	n.s.	0,0006	**	73,3
Rohprotein	0,1876	n.s.	0,7152	n.s.	0,2362	n.s.	37,1
Rohfaser	0,1287	n.s.	0,5816	n.s.	0,3496	n.s.	37,0
Rohasche	0,0247	*	0,1438	n.s.	0,9201	n.s.	45,6
Zucker	0,1136	n.s.	0,1645	n.s.	0,4832	n.s.	41,0
OM-Verdaulichkeit	0,1730	n.s.	0,3803	n.s.	0,3016	n.s.	37,3
Nettoenergie-Laktation	0,3720	n.s.	0,1466	n.s.	0,4120	n.s.	33,7

Effekte auf Basis Konfidenzlevel 95 %: n.s. = nicht signifikant (P-Wert > 0,049)

\* = signifikant (P-Wert < 0,05)

\*\* = hoch signifikant (P-Wert < 0,01)

Tabelle 10: Einfluss von Stretchfolien bzw. Anzahl an Wickellagen auf TM-Gehalt, Inhaltsstoffe und NEL von Rundballen-Grassilage nach 84 Tagen Lagerung (Silierversuch S-60)

Wickel- lagen	Variante	n	Trockenmasse [g/kg FM]		Rohprotein [g/kg TM]		Rohfaser [g/kg TM]		Rohasche [g/kg TM]		Zucker [g/kg TM]		NEL [MJ/kg TM]	
			Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s
4	SILOGRASS (Kontrolle)	4	482,3 <sup>cd</sup>	24,6	137,5 <sup>a</sup>	4,5	247,5 <sup>ab</sup>	3,9	67,5 <sup>ab</sup>	11,1	156,5 <sup>b</sup>	16,5	6,50 <sup>ab</sup>	0,08
	Eco Plus	3	460,7 <sup>abc</sup>	8,1	140,0 <sup>ab</sup>	4,4	244,7 <sup>ab</sup>	4,2	79,7 <sup>c</sup>	9,7	147,7 <sup>ab</sup>	7,1	6,43 <sup>a</sup>	0,07
	TIF 1B	3	506,0 <sup>e</sup>	20,8	145,3 <sup>ab</sup>	5,0	240,7 <sup>ab</sup>	17,5	71,7 <sup>abc</sup>	8,5	126,3 <sup>a</sup>	22,0	6,54 <sup>ab</sup>	0,11
	TIF 2A	3	455,0 <sup>ab</sup>	9,6	141,7 <sup>ab</sup>	8,1	234,7 <sup>ab</sup>	7,5	73,3 <sup>bc</sup>	4,0	149,3 <sup>ab</sup>	10,1	6,59 <sup>ab</sup>	0,05
6	SILOGRASS (Kontrolle)	3	494,3 <sup>de</sup>	12,1	135,3 <sup>a</sup>	4,0	253,3 <sup>b</sup>	18,4	59,7 <sup>a</sup>	2,5	151,3 <sup>ab</sup>	14,5	6,52 <sup>ab</sup>	0,18
	Eco Plus	3	451,0 <sup>ab</sup>	9,5	152,0 <sup>b</sup>	11,8	232,0 <sup>a</sup>	9,2	76,7 <sup>bc</sup>	7,1	131,7 <sup>ab</sup>	20,0	6,59 <sup>ab</sup>	0,09
	TIF 1B	3	438,7 <sup>a</sup>	2,5	139,7 <sup>ab</sup>	12,3	230,7 <sup>a</sup>	6,8	69,0 <sup>abc</sup>	6,1	131,7 <sup>ab</sup>	20,6	6,66 <sup>b</sup>	0,09
	TIF 2A	3	474,7 <sup>bcd</sup>	17,8	142,0 <sup>ab</sup>	6,0	241,0 <sup>ab</sup>	16,6	68,3 <sup>abc</sup>	4,2	124,3 <sup>a</sup>	22,8	6,56 <sup>ab</sup>	0,15
<b>Insgesamt</b>		<b>25</b>	<b>470,8</b>	<b>25,3</b>	<b>141,5</b>	<b>8,0</b>	<b>240,8</b>	<b>12,3</b>	<b>70,6</b>	<b>8,6</b>	<b>140,5</b>	<b>19,2</b>	<b>6,55</b>	<b>0,11</b>
P-Wert			0,001		0,256		0,259		0,110		0,178		0,338	

Signifikante Differenzen auf Konfidenzlevel 95 % (Methode LSD)

Auffällig erscheint, dass die Kontrollvariante in beiden Wickelage-Gruppen die niedrigsten Protein-, Rohasche- und NEL-Konzentrationen sowie die höchsten Rohfaser- und Zuckerwerte aufwies. Die Prüfvarianten zeigten in der Zusammensetzung der Inhaltsstoffe kein identifizierbares Muster gegenüber der Kontrolle, welches sich in den beiden Wickelage-Gruppen bestätigen ließe.

### 3.3 Gärqualität

Die Gärqualität war nach DLG-Schema mit einem Gesamtdurchschnitt von 99 Punkten bzw. Note 1 (sehr gut) ausgezeichnet. Der TM-Gehalt übt bekanntermaßen einen sehr starken Einfluss auf die Gärung aus. Aufgrund des Umstandes, dass die TM-Gehalte der Stretchfolienvarianten im Silierversuch S-60 signifikant differierten, wurde für die Auswertung der Gärqualitätsparameter die Trockenmasse aller Grassilagen auf einen Mittelwert von 470,8 g/kg FM mittels

Kovarianzanalyse adjustiert, um einen objektiven Vergleich durchführen zu können. Die mehrfaktorielle Datenauswertung mittels GLM-Modell ergab (Tabelle 11) keinen signifikanten Einfluss der Stretchfolien und der Wickellagen auf die Gärqualität. Die unterschiedliche Anzahl an Wickellagen hatte einen tendenziellen Effekt auf pH-Wert, Milchsäure und die DLG-Bewertung. Die Grassilagen mit 6-lagiger Wickelung vergärten tendenziell besser, weil der pH-Wert um 0,1 pH-Einheiten tiefer lag (4,2) wie bei 4-lagiger Wickelung (4,3). Ursache war ein etwas höherer Gehalt an Milch- und Essigsäure sowie eine minimal geringere Buttersäuregärung und Ammoniakbildung bei sechs Wickellagen. Es gab keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen Stretchfolien und Wickellagen.

Tabelle 11: Haupt- und Wechselwirkungseffekte von Stretchfolien bzw. Wickellagen auf die Gärqualität von Grassilage in Rundballen (Silierversuch S-60)

Parameter	Stretchfolien		Wickellagen		Stretchfolien x Wickellagen		Trockenmasse		Erklärung der Varianz (R <sup>2</sup> )
	[P-Wert]	Sig.	[P-Wert]	Sig.	[P-Wert]	Sig.	[P-Wert]	Sig.	
pH	0,7878	n.s.	0,0614	n.s.	0,8545	n.s.	0,1233	n.s.	55,8
Milchsäure	0,5186	n.s.	0,1519	n.s.	0,5212	n.s.	0,0825	n.s.	53,7
Essigsäure	0,6681	n.s.	0,0548	n.s.	0,3646	n.s.	0,2099	n.s.	54,0
Buttersäure	0,8926	n.s.	0,2901	n.s.	0,5939	n.s.	0,0960	n.s.	25,9
NH <sub>3</sub> -N (% von Gesamt-N)	0,3486	n.s.	0,2479	n.s.	0,2491	n.s.	0,2185	n.s.	34,8
DLG-Bewertung	0,6893	n.s.	0,0927	n.s.	0,5619	n.s.	0,3309	n.s.	27,6

Effekte auf Basis Konfidenzlevel 95 %: n.s. = nicht signifikant (P-Wert > 0,049)  
\* = signifikant (P-Wert < 0,05)  
\*\* = hoch signifikant (P-Wert < 0,01)

Tabelle 12: Einfluss von Stretchfolien bzw. Anzahl an Wickellagen auf Gärqualität von Rundballen-Grassilage nach 84 Tagen Lagerung (Silierversuch S-60)

Wickellagen	Variante	n	pH		Milchsäure [g/kg TM]		Essigsäure [g/kg TM]		Buttersäure [g/kg TM]		NH <sub>3</sub> -N [% von Ges.-N]		DLG-Bewertung [Punkte]	
			Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s
4	SILOGRASS (Kontrolle)	4	4,3 <sup>ab</sup>	0,1	43,8 <sup>b</sup>	6,3	12,2 <sup>ab</sup>	3,8	1,3 <sup>a</sup>	2,5	3,2 <sup>a</sup>	0,7	97,5 <sup>a</sup>	5,0
	Eco Plus	3	4,3 <sup>ab</sup>	0,0	42,4 <sup>ab</sup>	6,0	12,7 <sup>ab</sup>	1,6	1,9 <sup>a</sup>	3,3	2,9 <sup>a</sup>	0,4	95,0 <sup>a</sup>	8,7
	TIF 1B	3	4,4 <sup>b</sup>	0,1	29,6 <sup>a</sup>	9,1	7,3 <sup>a</sup>	3,5	1,4 <sup>a</sup>	2,4	3,1 <sup>a</sup>	0,6	98,3 <sup>a</sup>	2,9
	TIF 2A	3	4,3 <sup>ab</sup>	0,1	42,0 <sup>ab</sup>	8,4	11,4 <sup>a</sup>	2,0	0,8 <sup>a</sup>	1,4	2,5 <sup>a</sup>	0,1	100,0 <sup>a</sup>	0,0
6	SILOGRASS (Kontrolle)	3	4,3 <sup>ab</sup>	0,2	40,2 <sup>ab</sup>	6,5	11,4 <sup>ab</sup>	3,9	0,0 <sup>a</sup>	0,0	2,6 <sup>a</sup>	0,1	100,0 <sup>a</sup>	0,0
	Eco Plus	3	4,2 <sup>a</sup>	0,0	51,1 <sup>b</sup>	5,7	14,9 <sup>ab</sup>	1,3	2,2 <sup>a</sup>	1,0	3,4 <sup>a</sup>	1,6	100,0 <sup>a</sup>	0,0
	TIF 1B	3	4,2 <sup>a</sup>	0,1	48,2 <sup>b</sup>	8,9	15,1 <sup>ab</sup>	1,7	1,3 <sup>a</sup>	1,2	2,4 <sup>a</sup>	0,4	100,0 <sup>a</sup>	0,0
	TIF 2A	3	4,2 <sup>a</sup>	0,1	50,6 <sup>b</sup>	15,8	16,5 <sup>b</sup>	5,5	1,1 <sup>a</sup>	1,1	2,4 <sup>a</sup>	0,4	100,0 <sup>a</sup>	0,0
<b>Insgesamt</b>		<b>25</b>	<b>4,3</b>	<b>0,1</b>	<b>43,5</b>	<b>9,8</b>	<b>12,6</b>	<b>3,9</b>	<b>1,2</b>	<b>1,7</b>	<b>2,8</b>	<b>0,7</b>	<b>98,8</b>	<b>3,6</b>
P-Wert			0,055		0,073		0,070		0,689		0,431		0,338	

Signifikante Differenzen auf Konfidenzlevel 95 % (Methode LSD)

Die Varianzanalyse ergab unter Einbeziehung der Kovariate Trockenmasse für die Stretchfolienvarianten keine absicherbaren Ergebnisse in der Gärqualität.

Die Ergebnisse der organoleptischen Bewertung der Silageproben im Silierversuch S-60 zeigten eine gute bis sehr gute Gärqualität. Die Farbe war durch helle Stängel und dunkle Blätter gekennzeichnet, was ein Hinweis auf eine Temperaturerhöhung über 40 °C während der Gärphase war. Alle Grassilagen bekamen für die Farbe einen Punkt Abzug. Bestätigt wurde der Verdacht

der Temperaturerhöhung durch einen leichten Fermentations- bzw. Röstgeruch. Der Geruch war aufgrund der hohen TM-Gehalte relativ säurearm, daher war auch das Silagearoma eher verhalten. Weder der Faktor Stretchfolien noch Wickellagen bzw. die Wechselwirkung zwischen beiden hatte einen signifikanten Einfluss auf die Geruch, Gefüge oder Farbe der Grassilagen.

Tabelle 13: Haupt- und Wechselwirkungseffekte von Stretchfolien bzw. Wickellagen auf Geruch, Gefüge und Farbe von Grassilage in Rundballen (Silierversuch S-60)

Parameter	Stretchfolien [P-Wert]	Sig.	Wickellagen [P-Wert]	Sig.	Stretchfolien x Wickellagen [P-Wert]	Sig.	Trockenmasse [P-Wert]	Sig.	Erklärung der Varianz (R <sup>2</sup> )
Geruch	0,9517	n.s.	0,2244	n.s.	0,5064	n.s.	0,4934	n.s.	20,7
Gefüge	0,5902	n.s.	0,2971	n.s.	0,4001	n.s.	0,7252	n.s.	31,1
Farbe	1	n.s.	1	n.s.	1	n.s.	1	n.s.	0,0
Gesamtsumme	0,9394	n.s.	9,2049	n.s.	0,5475	n.s.	0,4898	n.s.	20,7
Note	0,9990	n.s.	0,9862	n.s.	0,6838	n.s.	0,7272	n.s.	9,9

Effekte auf Basis Konfidenzlevel 95 %: n.s. = nicht signifikant (P-Wert > 0,049)

\* = signifikant (P-Wert < 0,05)

\*\* = hoch signifikant (P-Wert < 0,01)

Tabelle 14: Einfluss von Stretchfolien bzw. Anzahl an Wickellagen auf Geruch, Gefüge und Farbe von Rundballen-Grassilage nach 84 Tagen Lagerung (Silierversuch S-60)

Wickel- lagen	Variante	n	Geruch [Punkte -3 bis 14]		Gefüge [Punkte 0 bis 4]		Farbe [Punkte 0 bis 2]		Gesamtsumme [Punkte -3 bis 20]		Note [1 bis 5]	
			Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s	Ø	s
4	SILOGRASS (Kontrolle)	4	10,3 <sup>a</sup>	1,5	4,0 <sup>a</sup>	0,0	1,0 <sup>a</sup>	0,0	15,3 <sup>a</sup>	1,5	1,5 <sup>a</sup>	0,6
	Eco Plus	3	10,3 <sup>a</sup>	2,1	3,7 <sup>a</sup>	0,6	1,0 <sup>a</sup>	0,0	15,0 <sup>a</sup>	2,6	1,3 <sup>a</sup>	0,6
	TIF 1B	3	9,7 <sup>a</sup>	1,2	4,0 <sup>a</sup>	0,0	1,0 <sup>a</sup>	0,0	14,7 <sup>a</sup>	1,2	1,7 <sup>a</sup>	0,6
	TIF 2A	3	11,3 <sup>a</sup>	1,2	4,0 <sup>a</sup>	0,0	1,0 <sup>a</sup>	0,0	16,3 <sup>a</sup>	1,2	1,3 <sup>a</sup>	0,6
6	SILOGRASS (Kontrolle)	3	11,3 <sup>a</sup>	1,2	4,0 <sup>a</sup>	0,0	1,0 <sup>a</sup>	0,0	16,3 <sup>a</sup>	1,2	1,3 <sup>a</sup>	0,6
	Eco Plus	3	10,7 <sup>a</sup>	1,2	4,0 <sup>a</sup>	0,0	1,0 <sup>a</sup>	0,0	15,7 <sup>a</sup>	1,2	1,7 <sup>a</sup>	0,6
	TIF 1B	3	12,0 <sup>a</sup>	2,0	4,0 <sup>a</sup>	0,0	1,0 <sup>a</sup>	0,0	17,0 <sup>a</sup>	2,0	1,3 <sup>a</sup>	0,6
	TIF 2A	3	10,7 <sup>a</sup>	3,1	4,0 <sup>a</sup>	0,0	1,0 <sup>a</sup>	0,0	15,7 <sup>a</sup>	3,1	1,7 <sup>a</sup>	0,6
<b>Insgesamt</b>		<b>25</b>	<b>10,8</b>	<b>1,6</b>	<b>4,0</b>	<b>0,2</b>	<b>1,0</b>	<b>0,0</b>	<b>15,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,5</b>	<b>0,5</b>
P-Wert			0,822		0,537		1,000		0,823		0,982	

Signifikante Differenzen auf Konfidenzlevel 95 % (Methode LSD)

Zwischen den Stretchfolienvarianten konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden, d.h. dass die Stretchfolien keinen Einfluss auf Geruch, Gefüge und Farbe der konservierten Grassilagen ausübten (Tabelle 14). In der Tendenz waren die Rundballen mit 6-lagiger Wickelung im Geruch besser wie die 4-lagig gewickelten.

### 3.4 Mikrobiologie

Der mikrobiologische Status der Grassilagen wurde ebenfalls nach 84 Tagen Lagerungsdauer erfasst (Tabelle 15). Unter den Bedingungen des Silierversuch S-60 konnte festgestellt werden, dass sich die Mikroflora bei 6-facher Wickelung deutlich günstiger entwickelte als bei 4-lagiger Ballenversiegelung. Diese Tatsache wird anhand der geringeren Hefekeimzahlen bei 6-lagiger Wickelung zum Zeitpunkt der Endbeprobung untermauert.

Tabelle 15: Einfluss von Stretchfolien bzw. Wickellagen auf die Mikrobiologie von Rundballen-Grassilage (Silierversuch S-60/2012)

Stretchfolie	Wickellagen	Wh	Bakterien [KBE/g FM]	Schimmel [KBE/g FM]	Hefen [KBE/g FM]
SILOGRASS	4	1	270.000	< 1.000	160.000
		2	190.000	< 1.000	100.000
		3	110.000	< 1.000	27.000
		4	150.000	< 1.000	40.000
Eco Plus	4	1	50.000	< 1.000	100
		2	60.000	< 1.000	100
		3	200.000	< 1.000	100
TIF 1B	4	1	60.000	< 1.000	20.000
		2	50.000	< 1.000	100
		3	30.000	< 1.000	100
TIF 2A	4	1	50.000	< 1.000	20.000
		2	30.000	< 1.000	16.000
		3	150.000	< 1.000	4.000
<b>Mittelwert</b>	<b>4</b>		<b>107.692</b>	<b>&lt; 1.000</b>	<b>160.000</b>
SILOGRASS	6	1	25.000	< 1.000	8.000
		2	130.000	< 1.000	35.000
		3	30.000	< 1.000	18.000
Eco Plus	6	1	20.000	< 1.000	100
		2	10.000	< 1.000	1.000
		3	60.000	< 1.000	8.000
TIF 1B	6	1	50.000	< 1.000	100
		2	10.000	< 1.000	100
		3	10.000	< 1.000	6.000
TIF 2A	6	1	40.000	< 1.000	100
		2	20.000	< 1.000	2.000
		3	60.000	< 1.000	100
<b>Mittelwert</b>	<b>6</b>		<b>38.750</b>	<b>&lt; 1.000</b>	<b>6.542</b>

Tabelle 16: Haupt- und Wechselwirkungseffekte von Stretchfolien bzw. Wickellagen auf die Mikrobiologische Situation von Grassilage in Rundballen (Silierversuch S-60/2012)

Parameter	Stretchfolien [P-Wert]	Sig.	Wickellagen [P-Wert]	Sig.	Stretchfolien x Wickellagen [P-Wert]	Sig.	Erklärung der Varianz (R <sup>2</sup> )
Aerobe Bakterien	0,0539	n.s.	0,0085	**	0,3929	n.s.	58,8
Schimmelpilze	1	n.s.	1	n.s.	1	n.s.	0
Hefen	0,0103	*	0,0944	n.s.	0,1583	n.s.	62,4

Effekte auf Basis Konfidenzlevel 95 %: n.s. = nicht signifikant (P-Wert > 0,049)

\* = signifikant (P-Wert < 0,05)

\*\* = hoch signifikant (P-Wert < 0,01)

Tabelle 17: Einfluss von Stretchfolien bzw. Anzahl an Wickellagen auf die Mikrobiologie von Rundballen-Grassilage nach 84 Tagen Lagerung (Silierversuch S-60/2012)

Wickellagen	Variante	n	Aerobe Bakterien [KBE/kg FM]		Schimmelpilze [KBE/kg FM]		Hefen [KBE/kg FM]	
			Ø	s	Ø	s	Ø	s
4	SILOGRASS (Kontrolle)	4	180.000 <sup>b</sup>	68.313	< 1.000	-	81.750 <sup>b</sup>	61.092
	Eco Plus	3	103.333 <sup>ab</sup>	83.865	< 1.000	-	100 <sup>a</sup>	-
	TIF 1B	3	46.667 <sup>a</sup>	15.275	< 1.000	-	6.733 <sup>a</sup>	11.489
	TIF 2A	3	76.667 <sup>a</sup>	64.291	< 1.000	-	13.333 <sup>a</sup>	8.327
6	SILOGRASS (Kontrolle)	3	61.667 <sup>a</sup>	59.231	< 1.000	-	20.333 <sup>a</sup>	13.650
	Eco Plus	3	30.000 <sup>a</sup>	26.458	< 1.000	-	3.033 <sup>a</sup>	4.325
	TIF 1B	3	23.333 <sup>a</sup>	23.094	< 1.000	-	2.067 <sup>a</sup>	3.406
	TIF 2A	3	40.000 <sup>a</sup>	20.000	< 1.000	-	733 <sup>a</sup>	1.097
<b>Insgesamt</b>		<b>25</b>	<b>74.600</b>	<b>69.010</b>	<b>&lt; 1.000</b>	<b>-</b>	<b>18.640</b>	<b>36.534</b>
<b>P-Wert</b>			0,017		1,000		0,009	

Signifikante Differenzen auf Konfidenzlevel 95 % (Methode LSD)

Die mikrobiologische Untersuchung ergab, dass die Stretchfolien-Prüfvarianten „Eco Plus“, „TIF 1B“ und „TIF 2A“ in punkto aerobe Bakterien und Hefen besser abschnitten als die Kontrollvariante. Eine signifikante Differenz ergab sich zwischen „TIF 1B“ bzw. „TIF 2A“ gegenüber der Kontrolle bei 4-lagiger Wickelung. Die Entwicklung der Schimmelpilze konnte in allen Varianten verhindert werden, weil sämtliche Grassilagen unter der Nachweisgrenze von 1.000 kolonienbildenden Einheiten (KBE) je Gramm Frischmasse blieben.

Die Grassilagen wurden außerdem vor der Fütterung visuell auf oberflächliche Schimmelbildung untersucht. Kein einziger der insgesamt 25 Rundballensilagen wies schimmelige Stellen auf.

### 3.5 Gärungsverluste

Die Bilanzierung der Grassilage-Futtermasse der einzelnen Rundballen wurde im Silierversuch S-60 für die Parameter Trockenmasse, Zucker und Nettoenergie-Laktation (NEL) durchgeführt. Die Bilanzergebnisse lassen eine quantitative Aussage über die Gärungsverluste zu. In der mehrfaktoriellen Datenanalyse konnte festgestellt werden, dass die Anzahl an Wickellagen einen signifikanten Einfluss auf die Verluste an Trockenmasse ausübte.

Tabelle 18: Haupt- und Wechselwirkungseffekte von Stretchfolien bzw. Wickellagen auf die Gärungsverluste von Grassilage in Rundballen (Silierversuch S-60)

Parameter	Stretchfolien		Wickellagen		Stretchfolien x Wickellagen		Erklärung der Varianz (R <sup>2</sup> )
	[P-Wert]	Sig.	[P-Wert]	Sig.	[P-Wert]	Sig.	
Trockenmasse-Verluste	0,1213	n.s.	0,0464	*	0,0761	n.s.	53,7
Zucker-Verluste	0,1312	n.s.	0,1932	n.s.	0,5258	n.s.	38,9
NEL-Verluste	0,1971	n.s.	0,0714	n.s.	0,3202	n.s.	42,8

Effekte auf Basis Konfidenzlevel 95 %: n.s. = nicht signifikant (P-Wert > 0,049)

\* = signifikant (P-Wert < 0,05)

\*\* = hoch signifikant (P-Wert < 0,01)

Tabelle 19: Einfluss von Stretchfolien bzw. Anzahl an Wickellagen auf die Gärungsverluste von Rundballen-Grassilage nach 84 Tagen Lagerung (Silierversuch S-60/2012)

Wickellagen	Variante	n	TM-Verluste [%]		Zucker-Verluste [%]		NEL-Verluste [MJ/kg TM]	
			Ø	s	Ø	s	Ø	s
4	SILOGRASS (Kontrolle)	4	-2,9 <sup>ab</sup>	0,3	-28,1 <sup>b</sup>	7,8	-6,6 <sup>ab</sup>	1,35
	Eco Plus	3	-3,4 <sup>a</sup>	0,6	-32,6 <sup>ab</sup>	3,6	-8,2 <sup>a</sup>	1,59
	TIF 1B	3	-2,2 <sup>c</sup>	0,6	-41,5 <sup>a</sup>	10,5	-5,3 <sup>b</sup>	0,97
	TIF 2A	3	-2,7 <sup>bc</sup>	0,2	-31,3 <sup>ab</sup>	4,7	-5,1 <sup>b</sup>	0,87
6	SILOGRASS (Kontrolle)	3	-2,5 <sup>bc</sup>	0,2	-30,2 <sup>ab</sup>	6,8	-6,0 <sup>ab</sup>	2,76
	Eco Plus	3	-2,4 <sup>bc</sup>	0,6	-39,3 <sup>ab</sup>	9,1	-4,8 <sup>b</sup>	1,17
	TIF 1B	3	-2,5 <sup>bc</sup>	0,1	-39,3 <sup>ab</sup>	9,5	-4,0 <sup>b</sup>	1,28
	TIF 2A	3	-2,4 <sup>bc</sup>	0,2	-42,6 <sup>a</sup>	10,6	-5,3 <sup>b</sup>	2,35
<b>Insgesamt</b>		<b>25</b>	<b>-2,6</b>	<b>0,5</b>	<b>-35,3</b>	<b>8,8</b>	<b>-5,68</b>	<b>1,83</b>
P-Wert			0,039		0,218		0,148	

Signifikante Differenzen auf Konfidenzlevel 95 % (Methode LSD)

Bei 6-facher Wickelung lagen die TM-Verluste durchschnittlich bei 2,5 %, während bei vier Wickellagen die Verluste auf 2,9 % anstiegen (Tabelle 19). Die Verluste an NEL unterschieden sich bei unterschiedlicher Anzahl an Wickellagen tendenziell (P-Wert 0,071), wobei die 6-lagige

Gruppe (-5,0 %) etwas besser abschnitt als die 4-lagige Vergleichsgruppe (-6,3 %). Die Versuchsgruppe mit 6 Wickellagen verzeichnete höhere Zuckerverluste (-37,8 %) als die Gruppe mit 4 Lagen (-33,4 %). Die Ursache liegt darin, dass die Gruppe mit 6 Wickellagen etwas mehr an organischen Säuren bildete. Dafür wurde mehr leichtlöslicher Zucker verbraucht.

Die Gärungsverluste wurden unter den Bedingungen des Silierversuch S-60 durch den Faktor Stretchfolien nur in der Gruppe mit 4 Wickellagen spürbar beeinflusst (Tabelle 16). Variante „Eco Plus“ wies mit -3,4 % die höchsten TM-Verluste auf während „TIF 1B“ mit -2,2 % am wenigsten Trockenmasse einbüßte. „TIF 1B“ bzw. „TIF 2A“ hatten die geringsten Energieverluste.

### 3.6 Aerobe Stabilität

Die Haltbarkeit der Grassilage wurde im Silierversuch S-60 unter Luftstress getestet. Die Raumtemperatur lag konstant auf 20 °C. Die Temperatur hielt sich mehr als 4 Tage bzw. über 96 Stunden unter 25 °C, danach kam es unterschiedlich schnell zu starken Temperaturanstiegen. Es konnte beobachtet werden, dass die Gruppe mit 4 Wickellagen eine geringere aerobe Stabilität aufwies als die Varianten mit 6-facher Wickelung (Abbildung 8).

Bei den Stretchfolienvarianten war „Eco Plus“ geringfügig labiler als die Kontrolle. Die Stretchfolien „TIF 1B“ bzw. „TIF 2A“ hatten bei 4-lagiger Wickelung einen verzögerten und somit günstigeren Temperaturverlauf gegenüber der Kontrolle. Bei 6 Wickellagen erwies sich die Variante „TIF 2A“ als deutlich stabiler wie die Kontrolle.

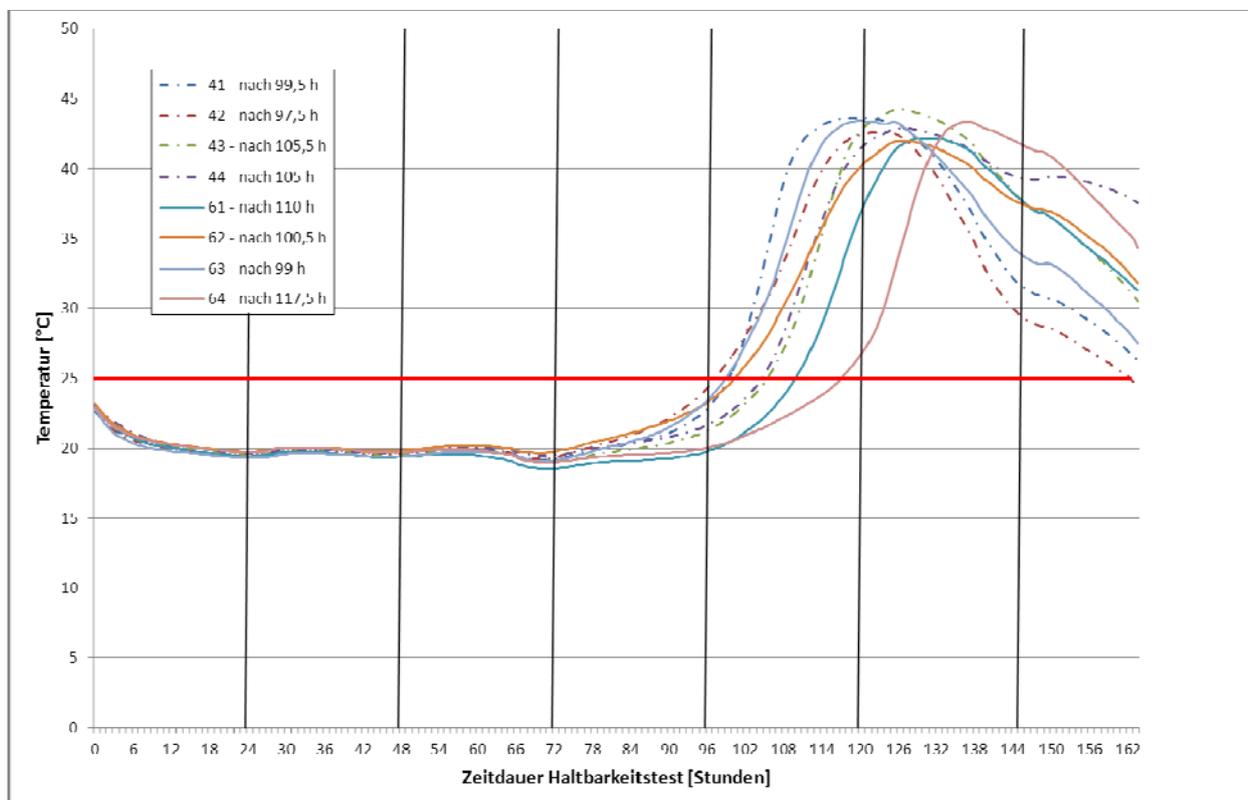


Abbildung 8: Einfluss unterschiedlicher Stretchfolien bzw. Wickellagen auf den Temperaturverlauf von Grassilagen bei Lagerung unter Luftstress (Silierversuch S-60)

#### 4. Literatur

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

DLG Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung, 8. Völlig überarbeitete Auflage, 2011, DLG-Verlags-GmbH, ISBN-13 978-3769007916, 416 S.

CEN, 2006: European Standard EN 14932, Plastics – Stretch thermoplastic films for wrapping bales – Requirements and test methods. CEN (European Committee for Standardization)

RESCH, R., ADLER, A., FRANK, P., PÖLLINGER, A., PERATONER, G., TIEFENTHALLER, F., MEUSBURGER, C., WIEDNER, G., BUCHGRABER, K., 2011: Top-Grassilage durch optimale Milchsäuregärung. ÖAG-Sonderbeilage 7/2011, 11 S.

SCHECHTNER, G., 1958: Grünlandsoziologische Bestandsaufnahme mittels Flächenprozentsschätzung. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, Band 105, Heft 1, S.33-43, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

WEISSBACH, F. und H. HONIG, 1992: Ein neuer Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Silagen auf der Basis der chemischen Analyse. 104. VDLUFA-Kongreß, Göttingen, VDLUFA-Schriftenreihe 35, 489-494.

## 5. Anhang

Zur Verbesserung der Interpretation der Ergebnisse aus dem Silierversuch S-60 werden in diesem Abschnitt die Wechselwirkungsdiagramme Stretchfolien vs. Wickellagen für die einzelnen Parameter dargestellt.

Bezeichnung der Stretchfolienvarianten:

1 = SILOGRASS (Kontrolle), 2 = Eco Plus, 3 = TIF 1B, 4 = TIF 2A

