



# *Deutscher Grünlandtag 2007*

## *Futterernte auf dem Grünland - Technik für Qualität und Leistung*

Beiträge der DLG-Grünlandtagung 2007 und  
aus der internen Sitzung des DLG-Ausschusses  
„Grünland und Futterbau“ in Arnstadt  
vom 21. Juni 2007



Freistaat  Sachsen  
Sächsisches Ministerium für Landwirtschaft



© 2007 DLG

Nachdruck nur mit Erlaubnis der DLG gestattet

Bearbeitung:

Dr. Reinhard Roßberg  
DLG e. V.  
Fachzentrum Land- und Ernährungswirtschaft  
Eschborner Landstraße 122  
60489 Frankfurt

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Rahmenbedingungen für die Grünlandwirtschaft</b> <i>Dr. habil. Günter Breitbarth, Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt</i>	5
<b>Verdaulichkeit organischer Substanz in Abhängigkeit vom Vorwelkegrad</b> <i>Prof. Dr. Dr. h.c. W. Opitz von Boberfeld, Universität Gießen</i>	21
<b>Grobfutterqualität – Bedeutung, Anforderungen und Folgerungen</b> <i>Dr. Martin Pries, Münster</i>	31
<b>Technische Verfahrenslösungen für die Futterernte</b>	
- <b>Mahd, Aufbereitung, Zetten, Schwaden</b> <i>Heinz-Günter Gerighausen, Kleve</i>	37
- <b>Futterernte mit dem Häcksler – worauf kommt es an?</b> <i>Dr. habil. Andrea Wagner, Bonn</i>	39
- <b>Clever einsilieren ins Fahrsilo</b> <i>Dr. Hansjörg Nußbaum, Aulendorf</i>	45
- <b>Futterernte mit der Ballenpresse – was sind die Erfolgsfaktoren</b> <i>Dr. Johannes Thaysen, Osterrönfeld</i>	51
<b>Betriebswirtschaftliche Bewertung der Futterproduktion vom Grünland</b> <i>Heinz-Günter Gerighausen, Kleve</i>	55

## Adressen der Referenten

Dr. Günter Breitbarth  
Ministerium für Landwirtschaft und Forsten, Ref. 205  
Hallesche Straße 16  
99085 Erfurt

Heinz-Günter Gerighausen  
Landwirtschaftszentrum Haus Riswick  
Elsenpaß 5  
47533 Kleve

Dr. Hansjörg Nußbaum  
Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf  
Am Atzenberger Weg 99  
88326 Aulendorf

Prof. Dr. Dr. h.c. Wilhelm Opitz von Boberfeld  
Mühlweg 60  
35418 Buseck

Dr. Martin Pries  
Landwirtschaftskammer NRW  
Nevinghoff 40  
Münster

Herrn Dr. Johannes Thaysen  
Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein Abteilung Pflanzenbau  
Am Kamp 9  
24783 Osterrönfeld

Dr. habil. Andrea Wagner  
Universität Bonn Institut für Landtechnik  
Nussallee 5  
53115 Bonn

# Rahmenbedingungen für die Grünlandwirtschaft

Dr. habil. Günter Breitbarth, Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt

Mit meinem Beitrag zum Thema „Rahmenbedingungen der Grünlandwirtschaft“ möchte ich ein paar thematische Eckpflöcke einschlagen und gleichzeitig einen Rahmen um diese Tagung setzen. Denn die Bewirtschaftung des Grünlandes ist ein weites Feld.

Eine Bauernregel besagt:

„Ein Stück Vieh sollte immer auf der Weide sein, denn wo es frisst, da wächst es, wo es sch-- , da düngt es, wo es seicht, da wässert es, und wo es sich wälzt, da zerbricht es die Schollen.“

## Ausgangssituation / Rückblick

Diese alte Weisheit galt Jahrhunderte lang und gilt sicher bis heute fort. Aber praktiziert wird sie nur noch auf einem Teil des Grünlandes. Die Tierbestände, vor allem an Raufutterfressern sind in den letzten Jahren stetig gesunken.

Die Anzahl der Großvieheinheiten (GV) sank im Vergleich zu 1996 auf nur noch 83 % d.h. 48,2 GV/100 ha LF (Tab. 1). Dies ist im Wesentlichen auf eine fortgesetzte Reduzierung der Rinderbestände, die 67 % aller Großvieheinheiten ausmachen, zurückzuführen.

**Tabelle 1: Entwicklung des Viehbesatzes in Thüringen (GV/100 ha LF)**

Tierart	1996	2000	2002	2004	2005	2006
Rinder	42,3	37,4	34,8	33,4	32,5	32,2
• Milchkühe	20,4	17,6	16,1	15,7	15,4	15,1
Schweine	9,4	9,9	10,4	10,5	10,1	10,1
Schafe	2,6	2,6	2,6	2,5	2,4	2,4
Geflügel u. Pferde	3,6	3,3 <sup>1)</sup>	3,6 <sup>1)</sup>	3,3 <sup>1)</sup>	3,4	3,5 <sup>1)</sup>
<b>Viehbesatz gesamt</b>	<b>57,9</b>	<b>53,2</b>	<b>51,4</b>	<b>49,7</b>	<b>48,4</b>	<b>48,2</b>

Quelle: TLS; Viehzählung 03.05.

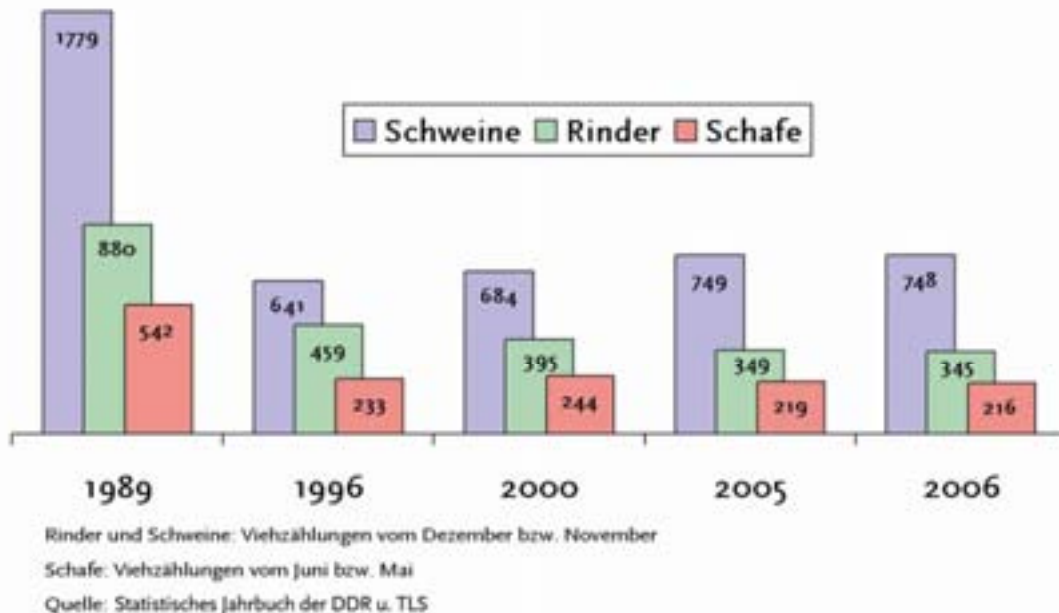
<sup>1)</sup> geschätzt

Noch dramatischer ist der Viehbestandsabbau seit der politischen Wende (Abb. 1). Die Rinder- und Schafbestände verringerten sich um rund 60 %.

Der Rinderbesatz lag Ende des Jahres bei 44 Tieren je 100 ha LF, darunter 14,7 Milchkühe und 4,7 Mutterkühe. Im Vergleich dazu wurden in Deutschland im Durchschnitt 74 Rinder je 100 ha LF gehalten, darunter 24 Milchkühe.

## Entwicklung des Viehbestandes in Thüringen

1 000 Stück



**Abbildung. 1: Entwicklung des Viehbestandes in Thüringen (1989-2006)**

Der Bestand an Schafen sank bis 2006 kontinuierlich auf rund 216 Tausend Schafe. Dennoch gehört Thüringen mit 27 Tieren je 100 ha LF nach wie vor zu den Regionen mit dem höchsten Schafbesatz. Deutschland wies einen Besatz von 15 Tieren je 100 ha LF auf. Thüringen hat damit einen Anteil von 8,4 % am deutschen Schafbestand.

Vor zehn Jahren wurden noch 178 Tausend Mutterschafe gehalten, das waren 13,6 % mehr als heute. Der Rückgang beträgt 24 Tausend Mutterschafe.

Auf Grund der natürlichen Standortbedingungen dominiert in den grünlandreicheren Vorgebirgs- und Übergangslagen die Rinderhaltung während auf bevorzugten Ackerbaustandorten, die Schweinehaltung stärker ausgeprägt ist.

Etwa ein Drittel des Thüringer Milchviehs steht in grünlandreicheren Gebieten mit Qualitätsgrundfutter wie Grassilage als Hauptfutterkomponente neben dem Weidefutter. Ein weiteres Drittel konzentriert sich auf die Vorgebirgslagen, wo die guten Grünlandstandorte das Strukturfutter liefern sollten, um auf den Ackerflächen Marktfruchtproduktion betreiben zu können. Etwa die Hälfte des Thüringer Grünlandes wird aktuell extensiv vorrangig über Mutterkuhhaltung. Die Weide als Alleinfutter muss hier ebenfalls ausreichende Qualität bieten.

Auf schutzwürdigen Grünlandbiotopen, wie Trocken- und Halbtrockenrasen, dem sog. Naturschutzgrünland, dominiert die Beweidung und Pflege mit Schafen und Ziegen. Allerdings werden diese Flächen mittlerweile auch zu einem erheblichen Teil mit Rindern beweidet.

Die Ursachen des Viehbestandsabbaus wie

- steigende Einzeltierleistungen bei fixierten Lieferrechten,
- der hohe Investitionsbedarf der Tierproduktion
- der hohe Arbeitskraftbedarf und die höhere Lohnintensität
- und nicht zuletzt die schlechte Erlössituation für Milch und Fleisch an den Agrarmärkten

sind hinlänglich bekannt und vielfach diskutiert worden.

Viel mehr möchte ich an dieser Stelle auf die seit Anfang der 90er Jahre mit dem Viehbestandsabbau einhergehende Veränderung der Grünlandbewirtschaftung und insbesondere auf die Auswirkungen auf **Nutzungsintensität, Ertrag und Bestandeszusammensetzung des Grünlandes** hinweisen.

Agrarpolitische Prämisse der letzten 17 Jahre war, dass das Grünland flächendeckend **und** rentabel bewirtschaftet werden sollte. Daneben sollte den Anforderungen unserer Gesellschaft nach Naturschutz und Landschaftserhaltung Rechnung getragen werden. Daher mussten Nutzungsalternativen her. Das Zauberwort hieß Extensivierung.

1993 hat Thüringen als eines der ersten Bundesländer ein EU-kofinanziertes Agrarumweltprogramm aufgelegt, das Programm zur Förderung von umweltgerechter Landwirtschaft, Erhaltung der Kulturlandschaft und Landschaftspflege in Thüringen – kurz **KULAP**. Das KULAP besteht damals wie heute aus verschiedenen umweltgerechten Produktionsverfahren bzw. Extensivierungsmaßnahmen auf Acker- und Grünland sowie einem Programmteil mit speziellen Naturschutzmaßnahmen. Das KULAP erreicht insbesondere auf dem Grünland mit 80 % Flächenanteil (einschließlich Vertragsnaturschutz) eine ungewöhnlich hohe Akzeptanz. Die angebotenen zahlreichen Maßnahmen werden überwiegend gut bis sehr gut angenommen.

Die Grünlandbewirtschaftung Thüringens erfolgt demzufolge seit Anfang der 90er Jahre sehr stark standort- und bestandesdifferenziert. Sie zeichnet sich heute durch eine bemerkenswerte Vielfalt an Bewirtschaftungsintensitäten (vgl. Abb. 2) aus.

Die Auswirkungen der Extensivierung auf unsere Grünlandbestände waren gravierend (vgl. Tab. 2). Dies betrifft in besonderem Maße das Futterangebot und die Futterqualität:

Auf dem Wirtschaftsgrünland bewegen sich die extensivierungsbedingten Ertragseinbußen zwischen 30 % und 47 % und die Energiedichte geht um 0,3 bis 0,5 MJ NEL/kg TS zurück. Auf dem Naturschutzgrün-

land liegen die extensivierungsbedingten Ertragseinbußen über 50 % und die Energiedichte um mindestens 0,6 MJ NEL/kg TS unter denen konventionell bewirtschafteter Bestände.

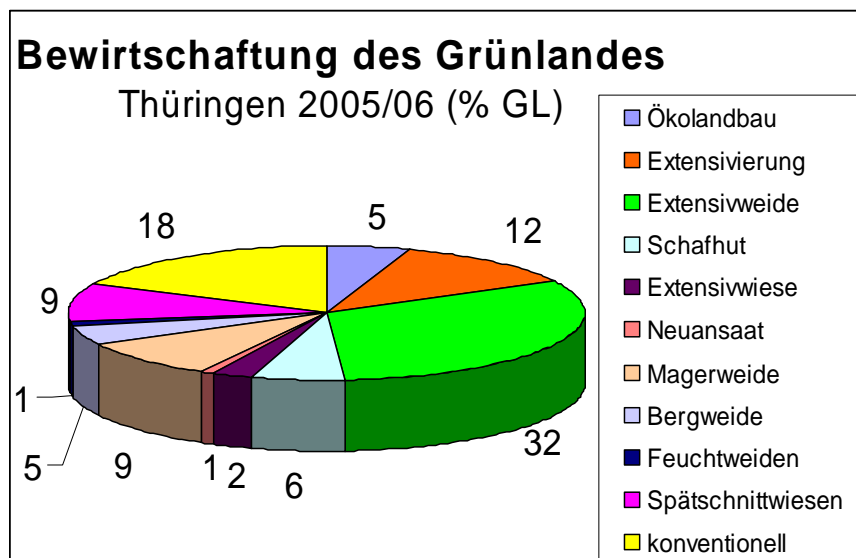


Abbildung 2: Vielfalt an Bewirtschaftungsintensitäten des Thüringer Grünlands

Tabelle 2: Ertragsentwicklung und Futterqualität auf dem Grünland

Wirtschaftsweise	KULAP 2000	Trockenmasseertrag <sup>1)</sup> dt/ha	Energiedichte <sup>2)</sup> MJ NEL/kg TS
Konventionell		85	6,1
ökologisch	A1	60	5,8
Grünlandextensivierung	B1	60	5,8
Extensive Weidenutzung	B22	45	5,6
Extensivwiese	B3	50	5,6
Naturschutzgrünland	C3/C4	15 ... 35	4,8 ... 5,5

<sup>1)</sup> TM brutto

<sup>2)</sup> zur Ernte

Die Grundfutterbilanz für Thüringen hat ergeben, dass nur in marginaler Größenordnung ein Überschuss an Konservatfutter zu verzeichnen ist (3,6 %) und lediglich im Grünlandgebiet Südwestthüringens der Weidefutteranfall über dem –bedarf liegt. Das Ergebnis verdeutlicht zum einen die Ertragswirkung der langjährigen Grünlandextensivierung und zum anderen die Notwendigkeit zur Aufrechterhaltung einer flächendeckenden Grünlandnutzung bei Beibehaltung des aktuellen Tierbestandes an Raufutterfressern. Vom Konservatfutterüberschuss kommen ca. 5.400 t M als Ko-Substrat in 17 Thüringer Biogasanlagen zum Einsatz. Damit bleiben nur 3 % des Konservatfuttersaufkommens für eine Reservehaltung.

Aus Sicht des Arten- und Biotopschutzes (Abb. 3) zeichnet sich bislang ein positiver Trend ab. Auf extensiv bewirtschafteten Flächen erfolgt eine Anpassung der Pflanzenbestände an die Standort- und Wirtschaftsbedingungen.



<b>Arten- und Biotopschutz auf Grünland</b>		
<b>Pflanzengesellschaften – Entwicklung und Vielfalt</b>		
<b>1987/88</b> <small>(Ausgangssituation)</small>	<b>1997/98</b>	<b>2000/01</b>
<b>Flächenanteil standortangepasster Grünlandgesellschaften</b>		
<b>49%</b>	<b>66%</b>	<b>73%</b>
<b>Anzahl Grünlandgesellschaften</b>		
<b>37</b>	<b>48</b>	<b>56</b>

**Abbildung 3: Entwicklung und Vielfalt der Pflanzengesellschaften des Thüringer Grünlands**

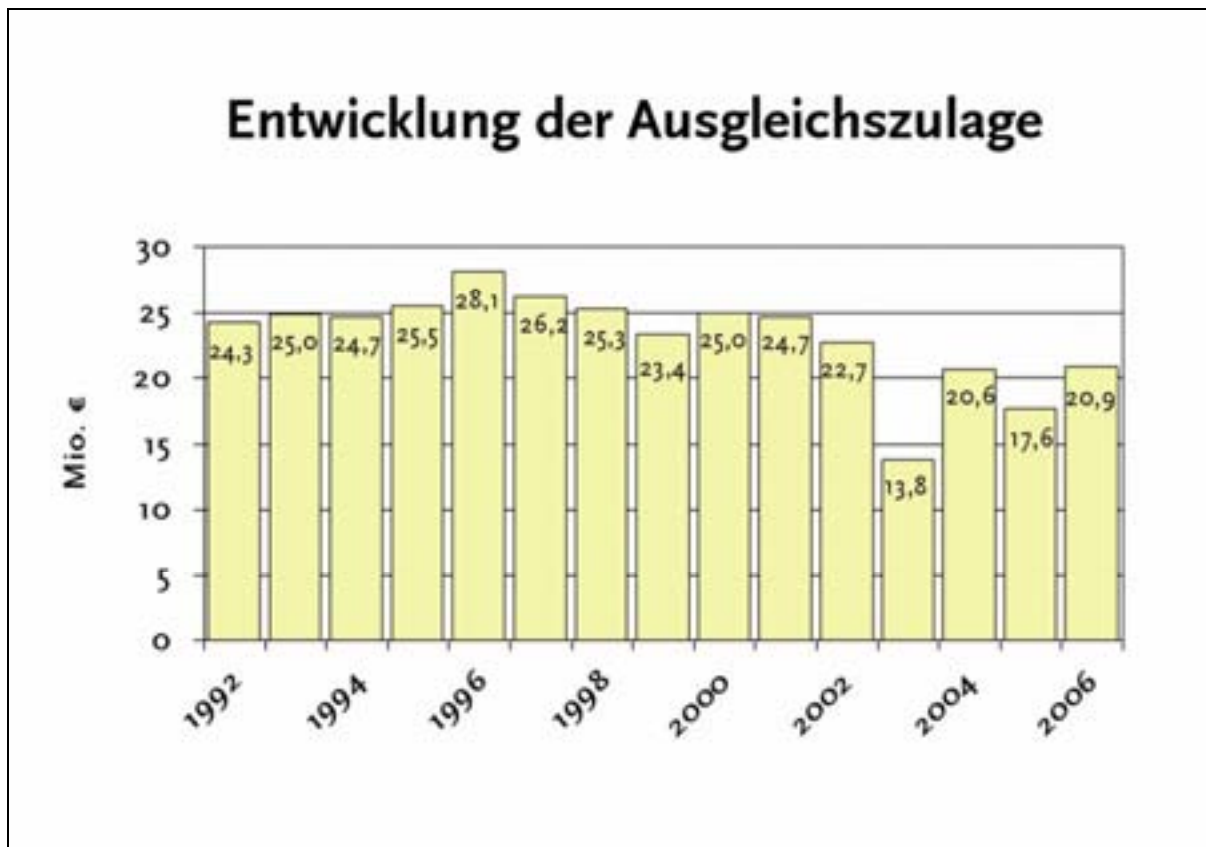
Auf dem überwiegenden Anteil der nach KULAP geförderten Flächen ist ein hohes Niveau der Biotopqualität (Artenvielfalt und ökologische Wertigkeit) erreicht worden. Damit hat das KULAP-Programm einen entscheidenden Beitrag für den floristischen wie auch für den faunistischen Arten- und Biotopschutz geleistet.

Welchen Anteil hat der Staat an dieser Entwicklung und Nutzungsdifferenzierung gehabt? Einkommenssicherung der Landwirte aber auch Naturschutz und Landschaftspflege sind schließlich gesellschaftlich akzeptierte Ziele.

Die staatliche Förderung des Grünlands war bislang darauf ausgerichtet, der Intensivierung aber auch der Marginalisierung des Grünlands zu begegnen. Auf intensiv genutzten Standorten wurde die Einführung extensiver Nutzungsformen unterstützt und auf Grenzstandorten stand die Erhaltung der Bewirtschaftung im Mittelpunkt.

Im Rahmen der 1. Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) wurde bis zum Jahr 2004 Grünland nur indirekt über Tierprämien, z. B. Mutterkuh-/Mutterschafprämien, gefördert. Dabei fiel die Förderung in Abhängigkeit vom Tierbesatz sehr unterschiedlich aus. In Thüringen konnten wegen des geringen Tierbesatzes weniger als 10 % der Beihilfen dem Grünland (19 Mio. € von 242 Mio. € insgesamt) zugerechnet werden. Die kalkulatorische Förderung des Grünlands aus der 1. Säule belief sich im Jahr 2004 auf 110 €/ha Grünland.

Innerhalb der 2. Säule der GAP sind die Ausgleichszulage für die benachteiligten Gebiete (vgl. Abb. 4) und die Agrarumweltmaßnahmen auf dem Grünland die wichtigsten Förderinstrumente. In TH werden mit diesen Programmen jeweils ca. 80 % des Grünlands erreicht. In der letzten Förderperiode von 2000 bis 2006 wurden daraus im Durchschnitt Beihilfen für das Grünland in Höhe von 320 € je Hektar und Jahr gezahlt, 125 €/ha über die Ausgleichszulage und 195 €/ha aus dem KULAP.



**Abbildung 4: Ausgleichszulage für benachteiligte Gebiete in Thüringen**

Angesichts des Tierbesatzes und der Milch- und Fleischpreise war unter den Verhältnissen in Thüringen eine wirtschaftlich tragfähige Grünlandnutzung nur unter Einrechnung der staatlichen Beihilfen zu erreichen. Exemplarisch lässt sich das für reine Grünlandbetriebe mit Mutterkühen oder Schafen zeigen:

Die Mutterkuhbetriebe in Thüringen haben im letzten Wirtschaftsjahr ein Betriebseinkommen (ordentliches Ergebnis + Personalaufwand) von 386 €/ha erwirtschaftet. Die Höhe der Beihilfen aus Direktzahlungen, KULAP und Ausgleichszulage betrug 605 €/ha. Bei den Schäfereien betrug das Betriebseinkommen 307 €/ha bei Beihilfen von 523 €/ha. Deutlich wird damit der hohe Extensivierungsgrad der Grünlandbewirtschaftung. Mutterkuhbetriebe ohne Direktvermarktung realisieren landwirtschaftliche Umsätze in Höhe von 300 bis 400 €/ha, Schäfer von etwas mehr als 200 €/ha. Der Anteil dieser Umsätze an den betrieblichen Erträgen liegt bei weniger als 40 %.

Anhand dieser Zahlen werden zwei Aspekte deutlich:

- Einerseits war die Erhaltung der flächendeckenden Bewirtschaftung nur mit entsprechenden Beihilfen, insbesondere mit der Ausgleichszulage und der KULAP-Förderung, zu erreichen.
- Andererseits entstand eine extreme Abhängigkeit der Bewirtschaftungssysteme und der Betriebe von diesen Beihilfen.

### Veränderte Rahmenbedingungen mit der Reform der GAP 2003

Mit der Agrarreform von 2003, die ab 2005 ihre Wirksamkeit zeigte, vollzog sich eine gravierende Änderung der Förderstrategie der EU im Rahmen der 1.Säule der GAP.

Das Grünland erhielt nunmehr auch eine direkt zuordenbare Förderung, gebildet aus einem Teil der bisherigen Tierprämien. Ein weiterer Teil der Tierprämien blieb als betriebsindividueller Betrag (BIB) erhalten und kann wegen der Entkopplung auch wieder nur als indirekte Förderung aufgefasst werden.

In Thüringen wurde von der Option, den Wert der grünlandbezogenen Zahlungsansprüche zu verändern, Gebrauch gemacht. Es erfolgte eine Anhebung von ursprünglich vorgesehenen 61 €/ha auf 80,52 €/ha. Einschließlich der Umlage der BIBs auf die Fläche erhält das Thüringer Grünland z. Zt. eine kalkulatorische Förderung von 134 €/ha. Ab 2010 erfolgt dann die schrittweise Angleichung der unterschiedlichen Betriebswerte der Zahlungsansprüche an einen einheitlichen regionalen Wert, der für 2013 in Thüringen auf ca. 335 bis 340 €/ha brutto (vor Modulationsabzug) veranschlagt wird.

Die Einführung der Betriebsprämie 2005 hat zur Umverteilung der Direktzahlungen zugunsten der Grünlandstandorte geführt.

Dies gilt insbesondere für Grünlandbetriebe mit Mutterkühen, Mutterschafen und Jungrinderaufzucht. Wie Modellrechnungen der TLL (Tab. 3) an Hand von Buchführungsdaten Thüringer Betriebe zeigen, hält sich die Erhöhung der Direktzahlungen in der Phase bis 2009 in Grenzen und darf mit einem Zuwachs der Direktzahlungen zwischen 15 und 70 €/ha nicht überbewertet werden.

**Tabelle 3: Umverteilung der Direktzahlungen in extensiven Grünlandbetrieben**

Betriebsgruppe	Veränderung der Betriebsprämien [€/ha LF]	
	2005 bis 2009 (im Vergleich zum alten Direktzahlungssystem)	2013 (im Vgl. zu 2005-2009)
Ext. Grünlandnutzung mit Mutterkühen	+15 bis + 20	+ 35 - + 40
Ext. Grünlandnutzung mit Schafen	+ 60 bis + 70	+ 140 - + 160

Die schrittweise Angleichung der Werte der Zahlungsansprüche ab 2010 führt zu weiteren Umverteilungen der Betriebsprämie zwischen den Betriebsformen und den Standorten

Grünlandbetriebe mit extensiver Nutzung (Mutterkühe, Schafe, u. U. Jungrinder) erhalten eine höhere Betriebsprämie.

Hier besteht dennoch die Gefahr, dass die Tierhaltung eingestellt wird. Denn, bei Mutterkühen und Schafen werden auch weiterhin die Direktkosten durch die Markterlöse nicht gedeckt. Um die Betriebsprämie zu erhalten müssen die Flächen lediglich in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand gehalten werden. Eine Nutzung ist nicht erforderlich.

Extensive Grünlandnutzungsverfahren und die damit verbundenen Leistungen wie

- Erhöhung der Wertschöpfung in Betrieb und Region,
- Schaffung und Sicherung von Arbeitsplätzen
- standort- und bestandesdifferenzierte Nutzung als Beitrag zum Arten- und Biotopschutz
- Pflege und Entwicklung der Kulturlandschaft

sind auch weiterhin auf flankierende Programme der 2. Säule der GAP, wie KULAP und die Ausgleichszulage angewiesen.

**Fazit:**

- Die Betriebsprämie kann Grünlandnutzung nicht sichern. Weitere, regional ausgestaltete Instrumente sind notwendig. Der Angleichungsprozess macht Ausgleichszulage und KULAP nicht überflüssig.

Deutlich anders gestaltet sich die Umverteilung bei intensiver Milchviehhaltung (Tab.4) auf Grünlandstandorten. Hier führt der Angleichungsprozess mit Abschmelzung der BIBs, das heißt insbesondere der Milchprämie, zu teilweise gravierenden Kürzungen der Betriebsprämie. Die vergleichende Rechnung in Tabelle 4 verdeutlicht dies.

**Tabelle 4: Veränderung der Direktzahlungen bei unterschiedlicher Milchprämie**

	<b>Veränderung der Direktzahlungen [€/ha LF] 2013 im Vergleich zu 2009</b>	
Tierbesatz pro ha Grünland	1 Kuh mit Nachzucht pro ha Grünland	
Milchleistung (kg pro Kuh) hier = Quotenausstattung pro ha am 31.3.2004*	7.500 kg / Kuh	8.000-10.000 kg /Kuh
Zahlungsanspruch Grünland bis 2009	80,52 €/ha	80,52 €/ha
Milchprämie, [3,55 ct/kg Milch in 3. Stufe (2006-2009)]	266,25 €/ha	284 – 355 €/ha
Nominalwert des Zahlungsan- spruchs (2006-2009)	346,77 €/ha	364,52 – 435,52
Zahlungsanspruch 2013	335-340 €/ha	335-340 €/ha
Differenz 2013 zu 2009	- 6 bis - 10 €/ha	- 30 bis – 100 €/ha

\*= Bezugbasis für die Berechnung der Milchreferenzmenge

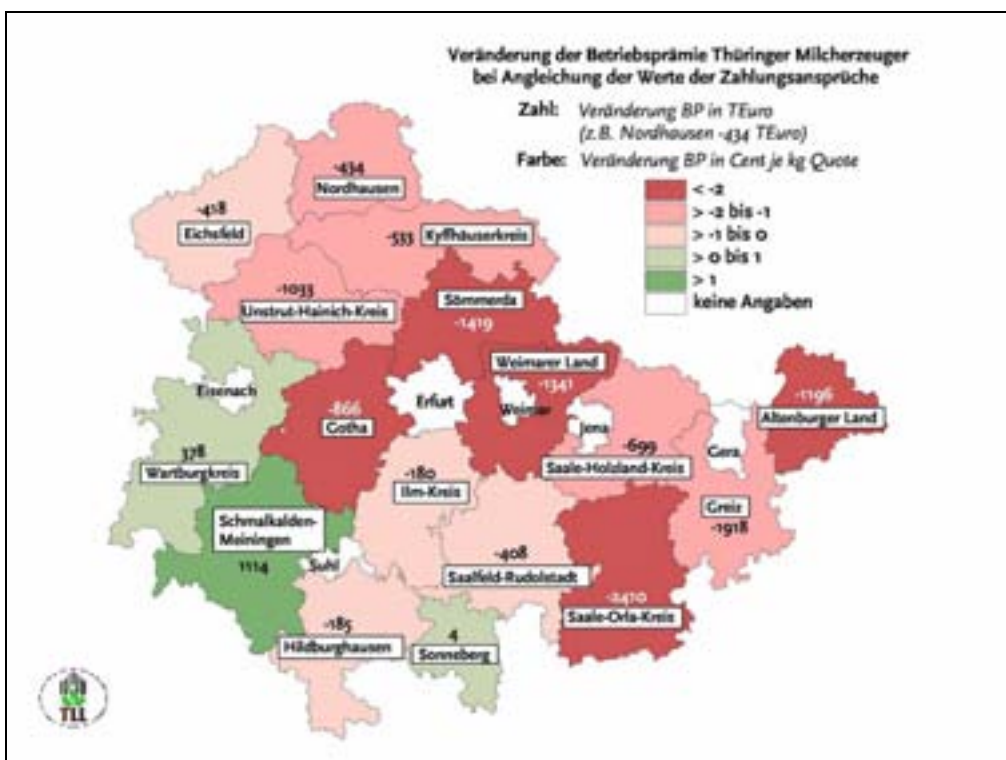
Die verbreitete Auffassung, dass der Angleichungsprozess die Milchviehhaltung auf Grünlandstandorten stärkt, ist daher nicht nachvollziehbar.

Modellrechnungen der TLL auf Basis der Betriebsprämien-Antragsdaten 2006 bestätigen diese einfache Kalkulation (Tab. 5). Je höher die Milchquote je Hektar ist, desto stärker ist der Verlust an Betriebsprämie mit der Abschmelzung. Bei mehr als der Hälfte von 644 Milcherzeugern, die zusammen über 77 % der Quote verfügen reduziert sich die gewährte Betriebsprämie um insgesamt 15,7 Mio. €.

**Tabelle 5: Veränderung der Betriebsprämie Thüringer Milcherzeuger bei Angleichung der Werte der Zahlungsansprüche**

	Anzahl Betriebe	Veränderung BP [Mio. €]	betroffene LF [Tha]	betroffene Quote [kt]	je kg Quote [Cent/kg]
Verringerung	329	-15,7	274,1	731,9	-2,1
Erhöhung	315	+4,2	112,7	215,5	+1,9
<b>gesamt</b>	<b>644</b>	<b>-11,5</b>	<b>386,9</b>	<b>947,4</b>	<b>-1,2</b>

Während in Kreisen mit hohem Grünlandanteil und unterdurchschnittlicher Milchleistung das Volumen der Betriebsprämie deutlich ansteigt, ist in Kreisen und Betrieben mit hoher Milchquote pro Hektar mit Einbußen zu kalkulieren (Abb. 5).



**Abbildung 5: Veränderung der Betriebsprämie Thüringer Milcherzeuger 2013 im Vergleich zu 2006 bis 2009**

Ende 2006 verfügten 675 Thüringer Landwirtschaftsbetriebe über Milchquote. Seit Einführung des Quotenhandels im Jahr 2000 wurden in Thüringen an bisher 21 Börsenterminen 60.632 t Milchreferenzmenge gehandelt. Sieht man vom Ilm-Kreis und vom Kreis Saalfeld-Rudolstadt ab, so wanderte die Milchquote weg von den Ackerstandorten schwerpunktmäßig in Übergangs- und Vorgebirgslagen mit überdurchschnittlich hohem Grünlandanteil (Abb. 6).

In diesen Regionen wird Wertschöpfung maßgeblich über die Tierproduktion erzielt. Dabei besitzt die Milchproduktion auf Grund ihres Wertschöpfungspotenzials und ihres Beitrags zur Arbeitsplatzsicherung eine herausragende Rolle. Sofern es gelingt, die Milchproduktion hier effizient, nachhaltig und wettbewerbsfähig zu entwickeln wird sie auch weiterhin – trotz angekündigtem Quotenausstieg und voraussichtlich damit verbundenem erneuten Erzeugerpreisrückgang - eine große Bedeutung als Wirtschaftsfaktor dieser Grünlandregionen behalten.



Abbildung 6: Territoriale Veränderung der Milchquote seit Einführung des Quotenhandels

**Fazit:**

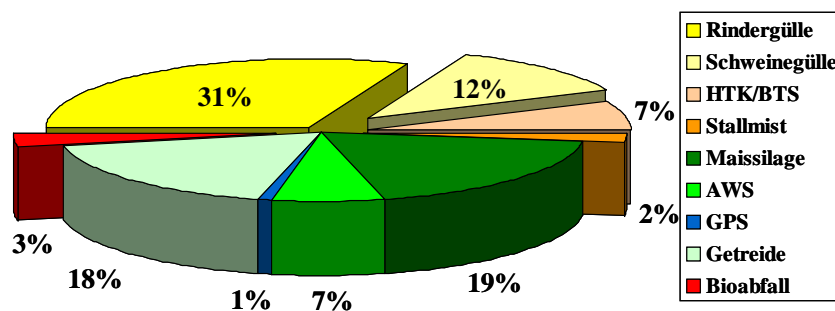
- Die Entkopplung, der Rückgang staatlicher Zahlungen und der Ausstieg aus der Milchquote zwingen die Milchviehbetriebe zur stärkeren Ausrichtung am Markt und zur kontinuierlichen Effizienzsteigerung.
- Zur Aufrechterhaltung einer angemessenen Milchproduktion auf Grünlandstandorten sind parallel zum Ausstieg aus der Quote aber weiterhin flankierende Unterstützungsmaßnahmen seitens des Staates erforderlich.

Mit der GAP-Reform haben Schlagworte wie Marktorientierung, Einkommensdiversifizierung und Nutzungsalternativen an Bedeutung gewonnen. Die zunehmende Flächenkonkurrenz zwischen Food- und non Food-Produktion hat bereits zum Preisanstieg bei pflanzlichen Marktprodukten geführt und damit die Wirtschaftlichkeit bestimmter Produktionsverfahren – auch auf dem Grünland – gravierend verändert.

Neben der Preisgestaltung auf den Märkten tierischer Produkte und den Faktormärkten beeinflussen auch die neu entstandenen Märkte für Biomasse und die alternativen Nutzungsmöglichkeiten des Aufwuchses, die Wirtschaftlichkeit von Grünland-Produktionsverfahren.

Mit der Einführung des Nawaro-Bonus im EEG wird ein ökonomisch tragfähiger Einsatz von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen in Biogasanlagen ermöglicht. Als Ko-Fermente mit Nawaro-Bonus dominieren in der Reihenfolge Mais, Getreide, Ganzpflanzengetreide und Grassilage. Der Markt für Biomasse besteht zum größten Teil aus Marktfrüchten. Der Einsatz von Marktfrüchten für die energetische Nutzung bewirkt einen Anstieg des Preises für Kraftfutter. Das wiederum erhöht die relative Vorzüglichkeit des Grünlandes, was die Rückkehr zur optimalen Intensität auf dem Wirtschaftsgrünland befördern könnte.

Gras ist grundsätzlich für die Biomethanisierung geeignet, wobei jedoch eine sehr große Substratvariabilität zu verzeichnen ist. Deutschlandweit wird in mehr als 30 Prozent der Biogasanlagen Anweilsilage eingesetzt; in Thüringen sind es sogar 40 Prozent. Der Anteil des Substrats Gras an der Biogaserzeugung dürfte in Mittel Deutschlands etwa bei 5 Prozent liegen; für Thüringen ergibt sich ein kalkulierter Anteil von 7 Prozent (Abb. 7).



**Abbildung 7: Anteile der Einzelsubstrate an der Biogaserzeugung Thüringen 2005 (REINHOLD, 2006)**

Die Nutzung der Aufwüchse von Grünland als Ko-Ferment in Biogasanlagen setzt für die Erzielung hoher Methanausbeuten die Bereitstellung hochwertiger Silagen voraus.

Die Entscheidung für den Einsatz von Grünland-/Grasaufwüchsen als Ko-Ferment in Biogasanlagen steht in engem Zusammenhang mit der Standorteignung für den Maisanbau. Sind sowohl Maisanbau als auch Grünlandwirtschaft auf hohem, stabilem Ertragsniveau möglich, bilden die Grenzkosten für den Einsatz der Ko-Fermente in der Biogasanlage das wesentliche Entscheidungskriterium.

<b>Biomassegrenzpreis</b>	
Maissilage (REINHOLD, 2006)	3,13 €/dt Substrat 3,58 €/dt Monovergärung
Saldierte Herstellungskosten	
Anweilsilage (DEGNER, 2006)	3,22 €/dt Silage
<b>Unter den Bedingungen des KULAP ist Gras nicht teurer als Mais!</b>	

Vor dem Hintergrund der Preisentwicklung bei den klassischen Marktfrüchten gilt es, die Substraterzeugung sehr kostengünstig zu realisieren. Zwischen den Bereitstellungskosten für das Ko-Ferment und der Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung besteht ein enger Zusammenhang. Die saldierten Herstellungskosten für Mais- und Grassilage können als Indikator herangezogen werden (Tabelle 6).

**Tabelle 6: Saldierte Herstellungskosten Futterpflanzen Thüringen (DEGNER, 2006)**

<b>Futterpflanze</b>	<b>TM-Ertrag netto (dt/ha)</b>	<b>Kosten <sup>1)</sup> €/dt TM</b>
Mais	104	9,40
Grünland - konventionell	57	11,00
Grünland – extensiv <sup>2)</sup>	44	9,20

1) Herstellungskosten minus Flächenzahlungen plus Nutzungskosten

2) ohne Schnittzeitaufgabe

Für geförderttes Grünland ohne Schnittzeitaufgabe bewegen sich diese Kosten im Bereich des Maises.

**Fazit:**

- In der Biogasgewinnung aus Gras-/Grünlandaufwüchsen liegt - regional differenziert - ein durch ökonomische, ökologische und technische Aspekte begrenztes Entwicklungspotential (2015: 10 bis 30T/ha Grünland).
- Die Opportunitätskosten des Futters am jeweiligen Standort zu ermitteln, ist die entscheidende Frage im Hinblick auf die Wettbewerbsfähigkeit von Gras als Substrat.

Zu den Rahmenbedingungen der Grünlandbewirtschaftung zählen auch potentielle Bewirtschaftungseinschränkungen durch naturschutzrechtliche Vorgaben bzw. Verpflichtungen des Freistaats in bestimmten Bereichen vorrangig Vertragsnaturschutzmaßnahmen anzubieten.



Die langjährige Bewirtschaftung der Grünlandflächen hat zur Ausprägung eines an die Standortbedingungen und Nutzung angepassten Inventars von Pflanzen- und Tierarten und charakteristischen Pflanzengesellschaften und Lebensraumtypen geführt. Deren Seltenheit und Gefährdung bestimmt wiederum deren Schutzbedarf gegenüber Eingriffen und Nutzungen.

Mit dem europäischen Netz besonderer Schutzgebiete mit der Bezeichnung „**Natura 2000**“ werden natürliche Lebensraumtypen sowie Habitate gefährdeter Tier- und Pflanzenarten, die in den Anhängen I und II der FFH-Richtlinie und im Anhang I der Vogelschutzrichtlinie aufgeführt sind, geschützt. Mit der Meldung von Natura2000-Gebieten wird die Wiederherstellung oder Wahrung eines günstigen Erhaltungszustandes der natürlichen Lebensräume und der Arten von gemeinschaftlichem Interesse in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet verfolgt.

Zwischen 1998 und 2004 meldet Thüringen auf 10 % der Landesfläche 212 FFH-Gebiete sowie weitere Einzelobjekte für den Fledermausschutz an die EU-Kommission.

Diese Flächen überschneiden sich teilweise mit den 44 EU-Vogelschutzgebieten (SPA), deren Flächenanteil - nach Einleitung eines Vertragsverletzungsverfahrens - mit der umfassenden Nachmeldung vom März 2007 von 2,8 % auf 14,3 % der Landesfläche anstieg. Insgesamt zählen jetzt 17 % der Landesfläche zur Natura2000-Kulisse.

Der Offenlandanteil an der FFH-Fläche beläuft sich auf ca. 25 %, der der SPA-Fläche auf ca. 50 %. Insbesondere in den Vorgebirgs- und Übergangslagen sind davon in erheblichem Maße Grünlandstandorte betroffen.

Für die Natura2000-Flächen greift der gesetzliche Grundschutz (gem. § 26a Abs. 2 ThürNatG). Das Thüringer Gesetz für Natur und Landschaft gibt allerdings bei der Sicherung eines günstigen Erhaltungszustandes Formen der kooperativen Zusammenarbeit, wie freiwilligen vertraglichen Vereinbarungen, eindeutig den Vorrang gegenüber Schutzgebietsausweisungen.

Die ordnungsgemäße land- und forstwirtschaftliche Nutzung ist grundsätzlich weiterhin ohne Einschränkung möglich. Über die ordnungsgemäße land- und forstwirtschaftliche Nutzung hinausgehende Bewirtschaftungseinschränkungen sind im Rahmen des Vertragsnaturschutzes auszugleichen.

Mit Blick auf die gebietstypischen Erhaltungs- und Entwicklungsziele, sind Managementpläne zu erarbeiten, in denen Empfehlungen für Pflegemaßnahmen des Vertragsnaturschutzes ausgesprochen werden. Auf dem Grünland sind dies im Wesentlichen gezielte Naturschutzmaßnahmen des neuen KULAP-Programms.

In die Natura 2000-Kulisse integriert, lokal aber auch darüber hinausgehend sind 259 Naturschutzgebiete ausgewiesen, in denen zur Erreichung der Schutzziele die Nutzung durch Ge- und/oder Verbote reglementiert werden kann.

Weitere Naturschutzschwerpunkte im Freistaat, und damit prioritäre Räume zur Durchführung von Maßnahmen des Vertragsnaturschutzes, wurden mit den Naturschutzgroßprojekten (Gebieten gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung) geschaffen, von denen aktuell vier in Thüringen bestehen. Ein fünftes wird derzeit beantragt. Sie dienen in erster Linie der Sicherung und Wiederherstellung historisch gewachsener

Kulturlandschaften mit artenreichem Grünland und werden in Kooperation mit den örtlichen Bewirtschaftern unter Wahrung des Prinzips der Freiwilligkeit durchgeführt.

Wichtige Voraussetzung für die nachhaltige Sicherung einer naturschutzverträglichen Bewirtschaftung ist die Vereinbarkeit mit den Bewirtschaftungsplanungen der Nutzer und die Wirtschaftlichkeit der Pflegemaßnahmen.

Der Freistaat verpflichtet sich hierbei im Rahmen seiner Möglichkeiten den Fortbestand der Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen, z.B. durch vorrangigen Abschluss von Vertragsnaturschutzmaßnahmen in diesen Gebieten zu sichern.

Die Rahmenbedingungen der Förderung in der 2. Säule der GAP – egal ob für Vertragsnaturschutz, weiteren KULAP-Maßnahmen, Ausgleichszulage, o. a. - haben sich mit der GAP-Reform deutlich verändert. Innerhalb des cross compliance wurden Regelungen zur Erhaltung der Flächen in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand und zum Erhalt des Dauergrünlands geschaffen. Dabei wird der Bestand des Dauergrünlands und die Offenhaltung der Grünlandstandorte als Mindestnutzung definiert und erreicht. Gleichzeitig wurde hiermit aber auch die Referenz bzw. die baseline für die Förderung des Grünlands verändert.

Daraus entstehen zwei Problemfelder:

- Zum einen wird Förderung obsolet, soweit sie auf die bloße Grünlanderhaltung zielt.
- Zum anderen entsteht mit den Direktzahlungen eine unmittelbare Konkurrenz zu den Agrarumweltmaßnahmen. Der Anreiz, an Agrarumweltmaßnahmen teilzunehmen, wird kleiner, wenn auch ohne eine Bewirtschaftung öffentliche Mittel in Form der Direktzahlungen fließen.

Die entkoppelten Direktzahlungen honorieren keine tierbezogene Bewirtschaftung des Grünlands. Sie ziehen mit cross compliance die Untergrenze der Nutzung durch Mulchen oder zweijähriges Mähen mit Beseitigung des Mähguts. Weder mit Blick auf Wertschöpfung und Arbeitsplätze noch aus Sicht des Naturschutzes ist diese Untergrenze akzeptabel. Hier bedarf es entsprechender Förderangebote, um den Anreiz für eine tierbezogene Bewirtschaftung des Grünlands zu erhalten und ggf. auch auszubauen. Gleichzeitig muss der naturschutzfachliche Wert des Grünlands erhalten und auf besonders wertvollen Flächen verbessert werden. Die Ausgleichszulage und die Agrarumweltmaßnahmen bleiben auch hier die Mittel der Wahl. Sie können einen Beitrag zur Sicherung der Produktion leisten und gleichzeitig ökologischen Mehrwert generieren.

#### **Fazit:**

- Die GAP-Reform, die sich ändernden Anforderungen des Naturschutzes aber auch Verschiebungen an den Märkten und die Etablierung von Produktionsalternativen, wie die Erzeugung von Bioenergie, definieren die Rahmenbedingungen der Bewirtschaftung neu.
- Nutzungskonflikte sind dort vorprogrammiert bzw. die Grenzen der Extensivierung sind erreicht, wo Aufwuchs bzw. Futter nicht mehr für eine rentable und marktgerechte Bewirtschaftung verwertet werden können. Die Grenzen sind auch dort erreicht, wo durch Verschiebung der optimalen Intensität neue Bewirtschaftungsverfahren an Vorzüglichkeit gewinnen.

## **Ausblick**

Wie sieht die zukünftige Grünlandbewirtschaftung aus?

Wie kann der Staat Rahmenbedingungen gestalten, um eine weitgehend flächendeckende Nutzung von Grünlandstandorten über eine zielorientierte Bewirtschaftungsintensität zu sichern?

Die Erlössituation am Markt wird maßgeblich über die Wirtschaftlichkeit von Tierproduktionsverfahren und Art und Umfang des Fortbestandes der tiergebundenen Grünlandnutzung entscheiden.

Naturschutzrechtliche Verpflichtungen einerseits und der Zwang zur Orientierung am Markt und zur Wirtschaftlichkeit führen zu einer stärkeren Differenzierung zwischen Schutz- und Nutzflächen.

Aufgabe des Staates ist es über die Gestaltung der politischen Rahmenbedingungen diese Entwicklungen zu flankieren, mit dem Ziel eine weitestgehend tiergebundene Nutzung des Grünlandes aufrechtzuerhalten.

Dazu stehen auch weiterhin - wenngleich in begrenztem Umfang - öffentliche Mittel für bewährte Fördermaßnahmen bereit, die an die veränderten Eckdaten (Quotenausstieg, Abschmelzung, veränderte Wirtschaftlichkeit von Produktionsverfahren) anzupassen sind.

Bislang waren die agrarpolitischen Zielstellungen und die darauf aufbauende Förderung des Grünlandes auf dessen Erhaltung, die Extensivierung der Bewirtschaftung und Verhinderung der Marginalisierung auf Grenzstandorten ausgerichtet.

Zukünftig setzen die steigende Vorzüglichkeit des Grünlands als Produktionsstandort für Futter mit relativen Preisvorteilen und für Biomasse deutliche Anreize zur Intensivierung der Grünlandnutzung. Gleichzeitig ist mit dem cross compliance eine untere Schranke gegen die Marginalisierung des Grünlands eingezogen worden.

Vor diesem Hintergrund muss die Ausgleichszulage wieder deutlicher als bisher die Einkommensspreizung zwischen den Standorten berücksichtigen und die Defizite auf den benachteiligten Standorten ausgleichen. Sie muss daneben als Steuerelement zur Sicherung der Produktion auf dem Grünland dienen. Inwieweit sie auch den Prozess des zu erwartenden Ausstiegs aus der Milchmengenregelung begleiten kann, bleibt zu prüfen.

Die Agrarumweltmaßnahmen sind der Gefahr ausgesetzt, ihren flächendeckenden Ansatz auf dem Grünland zu verlieren. Ihre alleinige Ausrichtung an einem hohen ökologischen Mehrwert führt zu einer Differenzierung des Grünlands in Nutz- und Schutzflächen. Die Konzentration der Maßnahmen auf Natura 2000-Standorte und auf Bereiche mit besonderer gesamtstaatlicher Bedeutung verschärft diese Tendenz. Dringend notwendig ist eine Förderung der Beibehaltung extensiver Bewirtschaftungsformen unterhalb des strengen Niveaus des Vertragsnaturschutzes.



# Verdaulichkeit organischer Substanz in Abhängigkeit vom Vorwelkegrad

Prof. Dr. Dr. h.c. W. Opitz von Boberfeld, Universität Gießen

## Zusammenfassung

Unter standardisierten Bedingungen wurde je ein Primär- und Sekundäraufwuchs von *Lolium perenne* und *Trifolium pratense* auf die Konzentrationen 20%, 30%, 40% und 50% Trockensubstanz vorgewelkt. Neben der Bestimmung der Vergärbarkeits-Koeffizienten wurde die *in vitro*-Verdaulichkeit der organischen Substanz des Anwelkgutes geschätzt. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Das Vorwelken verbesserte trotz der trocknungsbedingten Verluste an wasserlöslichen Kohlehydraten die Gäreigenschaften bzw. machte das Futter erst gärfähig.
2. Die *in vitro*-Verdaulichkeit organischer Substanz wurde bei *Lolium perenne* um bis zu 3%-Punkte und bei *Trifolium pratense* um bis zu 4%-Punkte in dem Anwelkebereich von 20 auf 50% TS beeinträchtigt. Zu Beginn des Vorwelkens waren die Verluste durchweg größer als zum Ende hin.
3. Als Konsequenz für das Vorwelken ergibt sich, dass der Vorwelkegrad konsequent auf die Vergärbarkeit des Erntegutes und die Kompensationsmöglichkeiten durch die Nutzung von Additiven auszurichten ist.

## Problemstellung

Positive Effekte des Vorwelkens bei der Gärfutterbereitung sind u.a.: Verhinderung der Bildung von Sickersaft, Verbesserung der Vergärbarkeit und Beeinträchtigung der Aktivität von *Clostridien*. Diesen Vorteilen stehen u.a. folgende Nachteile gegenüber: die Verdichtung wird erschwert, die Gefahr der Nacherwärmung vergrößert sich und es treten vorwelkeabhängige Verluste auf. In Abhängigkeit von der Vergärbarkeit (WEISSBACH et al. 1974) werden durch den Vorwelkeprozess Vorwelkegrade von  $\geq 30\%$  TS angestrebt (WIERINGA 1958, KÜNTZEL & ZIMMER 1972).

Unmittelbar nach dem Schnitt setzen vor allem enzymatisch gesteuerte Abbauprozesse ein, deren Intensität offenbar stark von der Konzentration des Wassers der Pflanzenmasse und den herrschenden Temperaturen abhängig ist (LEHMANN 1972, RÜCKER & KNABE 1977, DEINUM & MAASSEN 1994). Vom Abbau sind vorrangig die Kohlehydrate mit geringem Polymerisationsgrad betroffen (MELVIN & SIMPSON 1963, KÜHBAUCH & ZÜCHNER 1975, WILKINS 1984, SPOELSTRA & HINDLE 1989). Welche Einflüsse vom Vorwelken auf die Verdaulichkeit organischer Substanz ausgehen, wird aufgrund differierender Beschaffenheit der Pflanzen, den äußeren Vorwelkebedingungen und häufig erst der Betrachtung der Konserve recht unterschiedlich beurteilt (FARRIES 1969, KIRCHGESSNER & PALLAUF 1975, HONIG & ZIMMER 1981, ELSÄSSER 1984, YAHAYA et al. 2002, MANYAWU et al. 2003a, b, STEINWIDDER et al. 2003), so dass es

lohnend ist, unter standardisierten Bedingungen faktoriell – Arten, Aufwüchse, Vorwelkegrade – erneut der Frage nachzugehen.

## Material & Methodik

### Material

In Tab. 1 sind die Varianten, die jeweils vierfach wiederholt vorlagen, aufgelistet. Das Vorwelken erfolgte auf einer Darre mit Kaltluft-Zwangsbelüftung von jeweils 8.00 bis 17.00 Uhr in den Zeiträumen Ende September (= Sekundäraufwuchs) und Mitte Mai (= Primäraufwuchs). In Abhängigkeit von dem beabsichtigten Vorwelkegrad und den herrschenden Witterungsbedingungen betrug die maximale Trocknungszeit 48 Stunden.

### Methoden

Sämtliche Angaben beziehen sich auf die Trockensubstanz (= TS), die nach ANONYMUS (1997) bestimmt wurde. Über die *in vitro*-Pansensaft-Methode nach TILLEY & TERRY (1963) wurde die Verdaulichkeit organischer Substanz geschätzt. Die wasserlöslichen Kohlehydrate wurden über die Anthronmethode (YEMM & WILLIS

Tab. 1: Varianten mit vier Wiederholungen

Faktoren	Stufen
1. Arten	1.1 <i>Lolium perenne</i> 1.2 <i>Trifolium pratense</i>
2. Aufwüchse	2.1 Primäraufwuchs, Mitte Mai 2.2 Sekundäraufwuchs, Ende September
3. Vorwelkegrade <sup>*)</sup>	3.1 20% TS ( $\pm 1,5\%$ TS) 3.2 30% TS ( $\pm 1,5\%$ TS) 3.3 40% TS ( $\pm 1,5\%$ TS) 3.4 50% TS ( $\pm 1,5\%$ TS)

<sup>\*)</sup> Vorwelken auf einer Darre mit Kaltluft-Zwangsbelüftung von 8.00 bis 17.00 Uhr, maximale Trocknungszeit 48 Stunden.

1954) bestimmt. Nach WEISSBACH (1967) wurde die Pufferkapazität erfasst. Aus der Konzentration wasserlöslicher Kohlenhydrate und der Pufferkapazität wurde der Zucker/Pufferkapazitäts-Quotient (= Z/Pk) als Maß für das Säuerungspotential berechnet (WEISSBACH et al. 1977). Der Vergärbarkeits-Koeffizient (= VK), die potentiellen Effekte von wasserlöslichen Kohlenhydraten, Pufferkapazität und TS-Konzentrationen, wurden nach der von WEISSBACH et al. (1974) präsentierten Gleichung mit 45 %TS als Intercept berechnet; demnach meist leicht vergärbar ist das Schnittgut bei  $VK \geq 45$ , dagegen schwer vergärbar ist das Material in dem VK-Bereich von 35 bis  $< 45$ , sofern Laktobakteriendichte und Nitrat-Konzentration noch den Mindestanforderungen entsprechen (WEISSBACH & HONIG 1996, WEISSBACH 1998).

Die Daten wurden getrennt nach Arten und Aufwüchsen, vgl. Tab. 1, regressionsanalytisch verdichtet. Für die Auswahl der abgeleiteten Funktionen, vgl. Abb. 1 bis 7, waren die Bestimmtheitsmaße entscheidend.

## Ergebnisse

### Verdaulichkeit organische Substanz

In den Abb. 1 und 2 ist die *in vitro*-Verdaulichkeit organischer Substanz verschiedener Schnitte von *Lolium perenne* und *Trifolium pratense* in Abhängigkeit von den Vorwelkegraden wiedergegeben. Während die Veränderungen der *in vitro*-Verdaulichkeit organischer Substanz bei steigendem Vorwelkegrad von 20% auf 50% TS mit etwa 3%-Punkten bei *Lolium perenne*, vgl. Abb. 1, beim Primäraufwuchs am größten ist, liegt bei *Trifolium pratense* beim Sekundäraufwuchs mit etwa 4%-Punkten, vgl. Abb. 2, das Maximum. In der Mehrzahl der Schnitte ist die Beziehung von *in vitro*-Verdaulichkeit organischer Substanz und Vorwelkegrad signifikant.

Aufschlussreich in dem Zusammenhang ist, ob die vorwelkegradbedingten Differenzen in der *in vitro*-Verdaulichkeit organischer Substanz sich auch im Gärfutter widerspiegeln. Da ohne Ausnahme lediglich von den Primäraufwüchsen nach 90 Tagen Lagerzeit Silagen vorliegen, bei denen der TS-abhängige kritische pH-Wert (WEISSBACH et al. 1977) erreicht ist, bezieht sich der in Abb. 3 vorgenommene Vergleich auf sämtliche Vorwelkegrade der Primäraufwüchse von *Lolium perenne* und *Trifolium pratense*. Wird beim Vorwelken die *in vitro*-Verdaulichkeit organischer Substanz beeinträchtigt, so schlägt sich dies entsprechend Abb. 3 auch beim Gärfutter nieder.

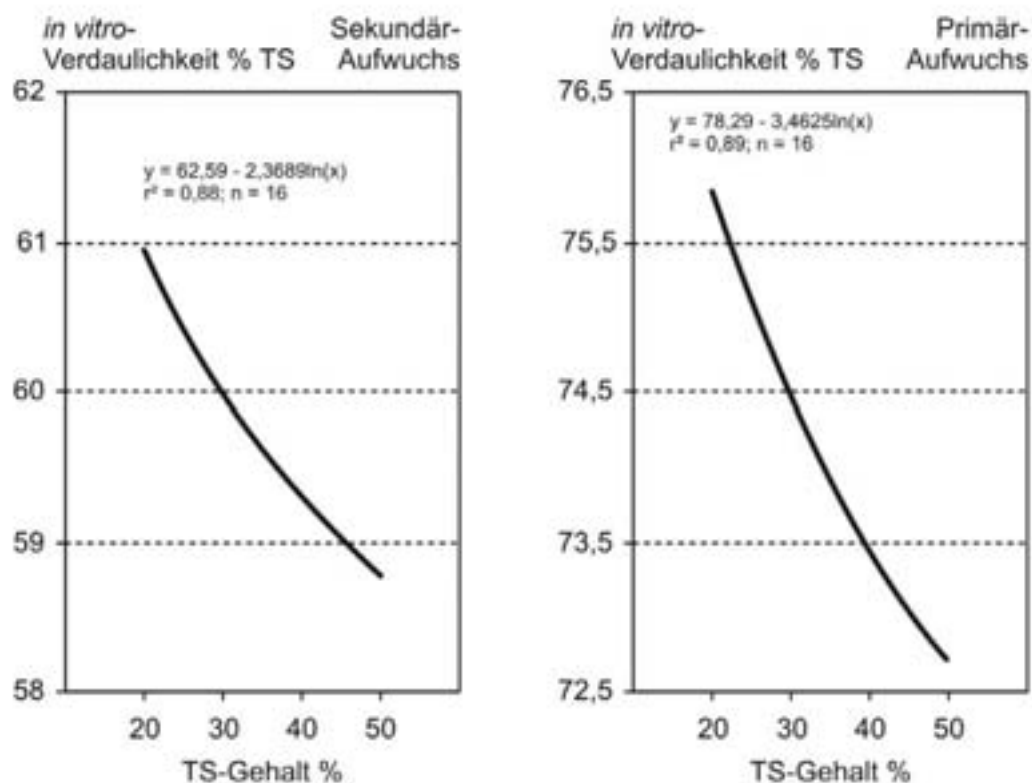


Abb. 1: *in vitro*-Verdaulichkeit von *Lolium perenne* in Abhängigkeit von Aufwuchs und Vorwelkegrad

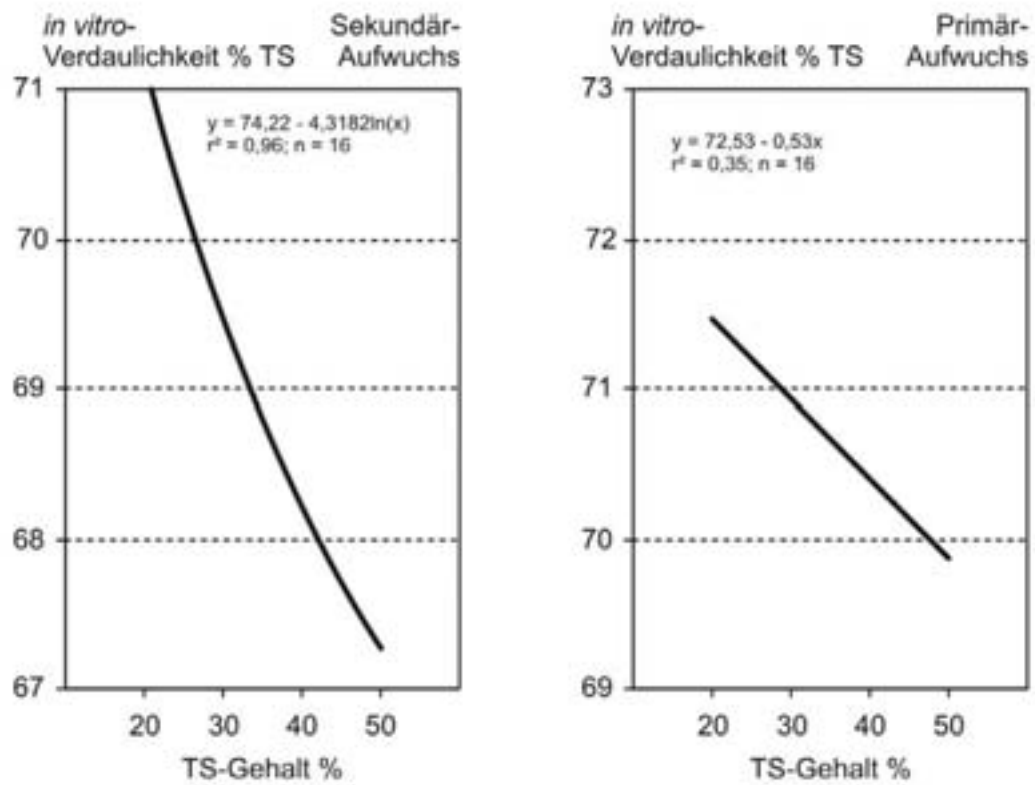
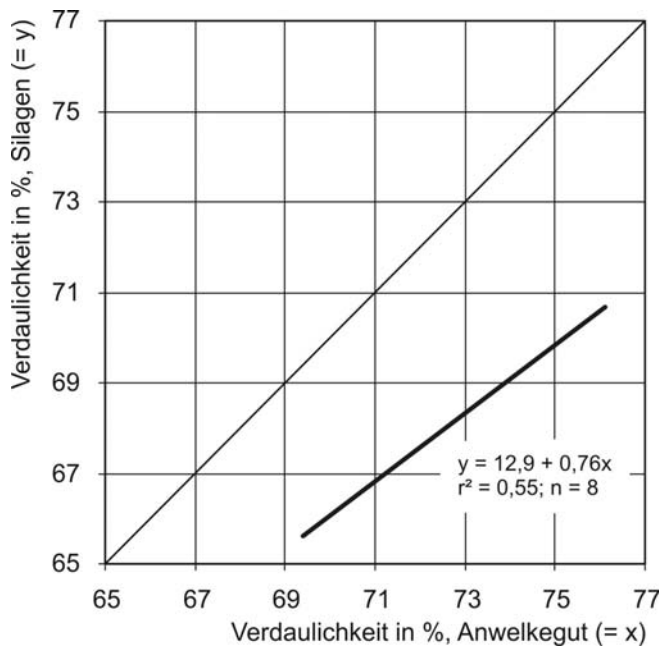


Abb. 2: *in vitro*-Verdaulichkeit von *Trifolium pratense* in Abhängigkeit von Aufwuchs und Vorwelkegrad





#### Wasserlösliche Kohlenhydrate

In den Abb. 4 und 5 sind die vorwelkegradabhängigen Konzentrationen der TS an wasserlöslichen Kohlenhydraten abgetragen. Das Vorwelken bedingt eine Abnahme der Konzentration wasserlöslicher Kohlenhydrate, wobei die Streuung der gemessenen Einzelwerte, entsprechend den Bestimmtheitsmaßen, allerdings größer ist.

Abb. 3: *in vitro*-Verdaulichkeit verschiedener Silagen  
 - Lagerungsdauer 90 Tage – in Abhängigkeit von der *in vitro*-Verdaulichkeit des Anwelkegutes von Primäraufwüchsen

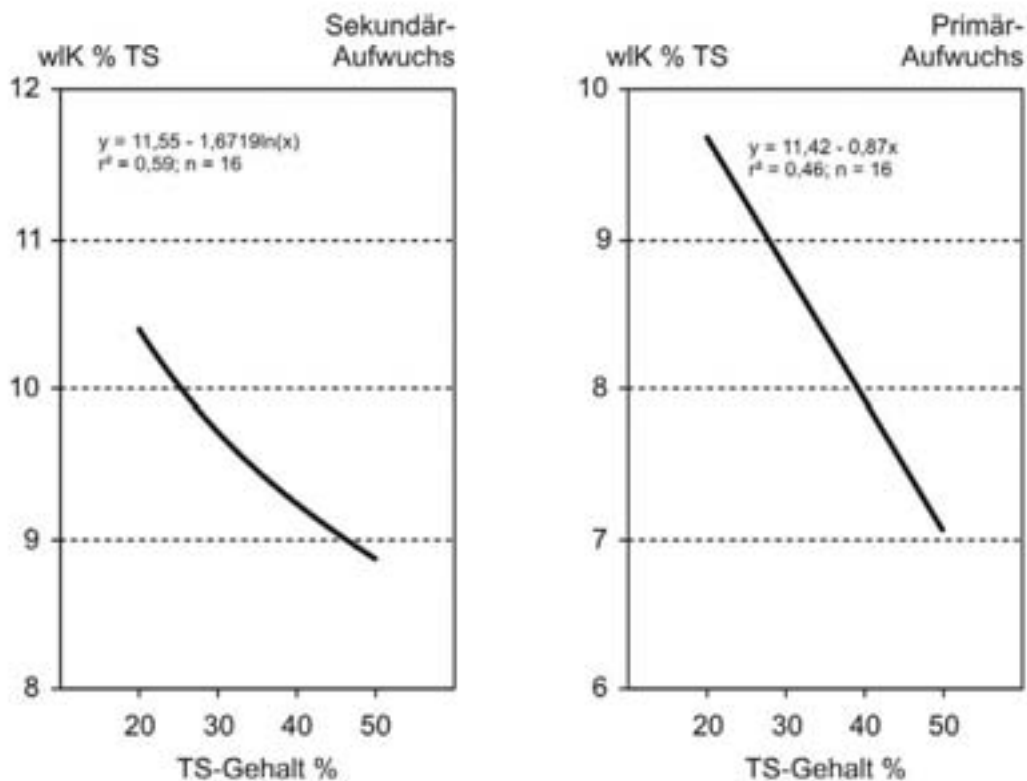


Abb. 4: Wasserlösliche Kohlenhydrate von *Lolium perenne* in Abhängigkeit von Aufwuchs und Vorwelkegrad

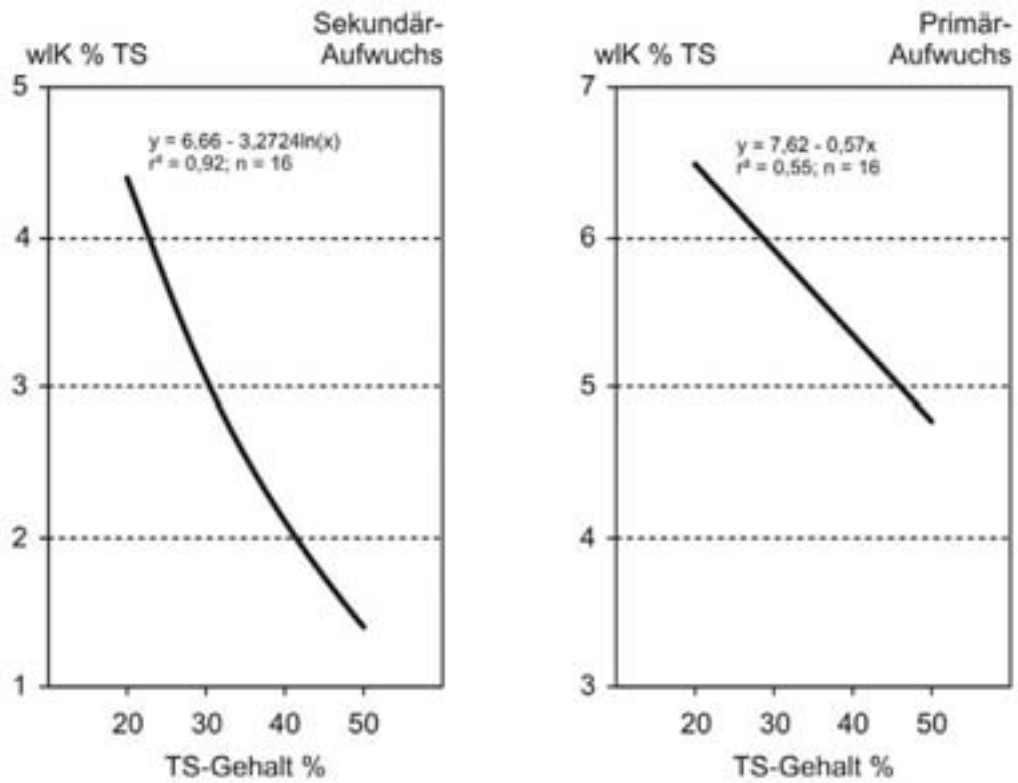


Abb. 5: Wasserlösliche Kohlenhydrate von *Trifolium pratense* in Abhängigkeit von Aufwuchs und Vorwelkegrad

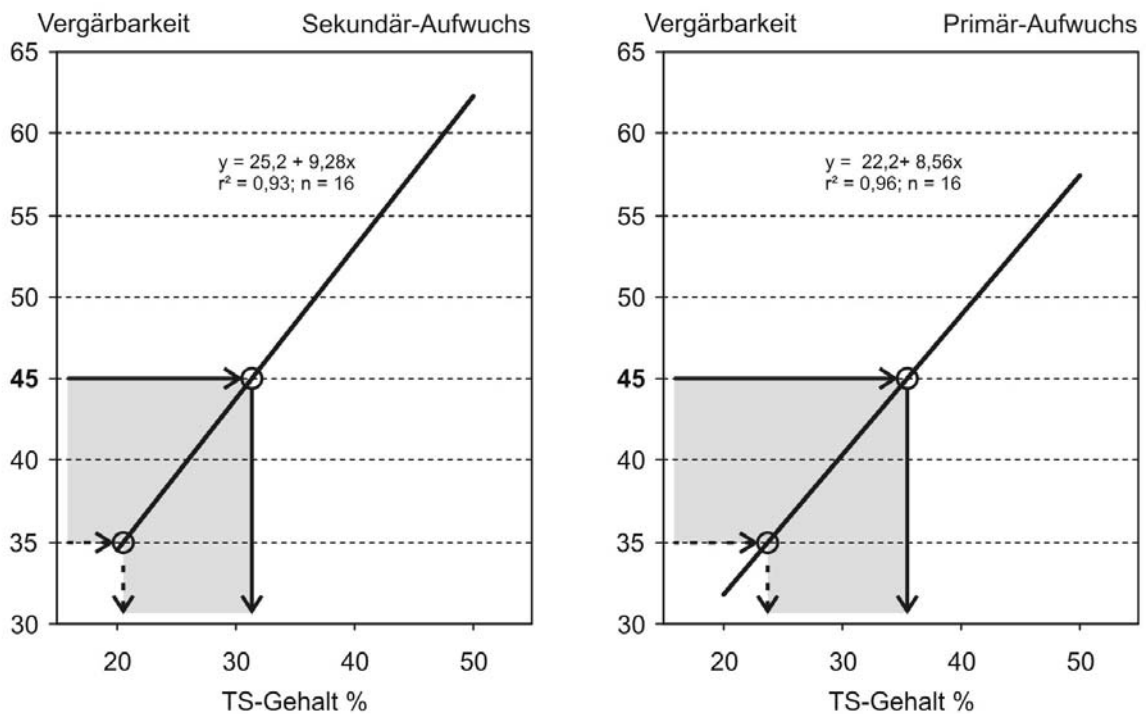


Abb. 6: Vergärbarkeit von *Lolium perenne* in Abhängigkeit von Aufwuchs und Vorwelkegrad

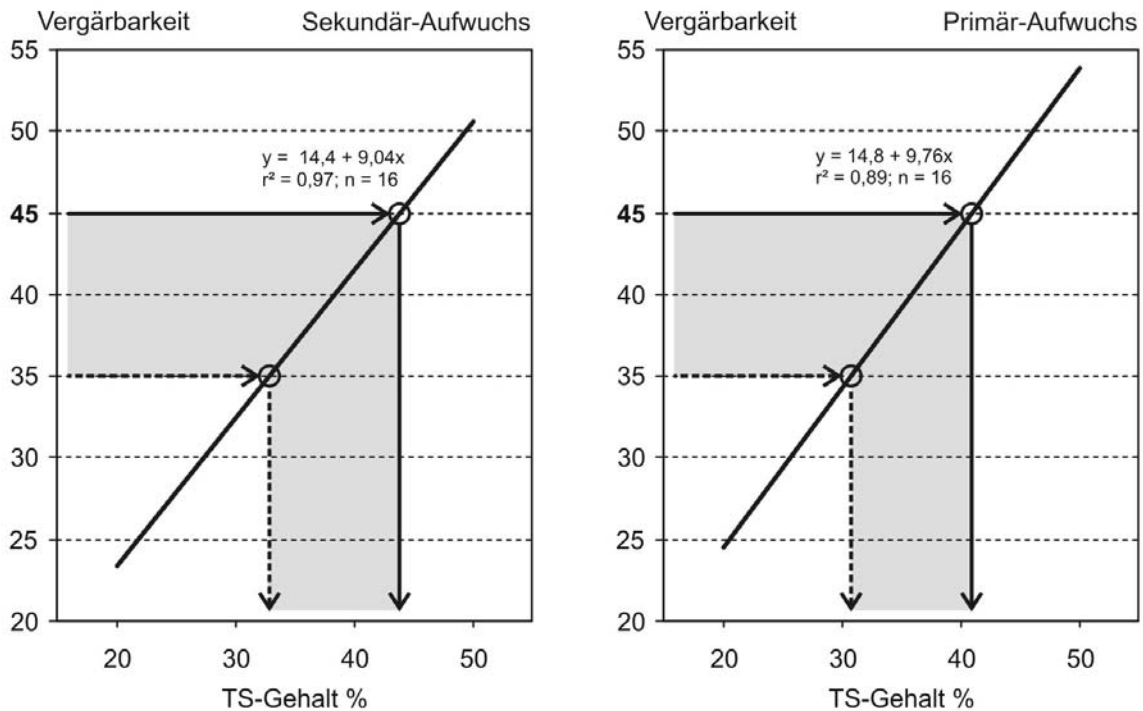


Abb. 7: Vergärbarkeit von *Trifolium pratense* in Abhängigkeit von Aufwuchs und Vorwelkegrad

#### Vergärbarkeit

Trotz geringfügiger Abnahmen der Konzentration wasserlöslicher Kohlehydrate durch den Vorwelkeprozess bei gleichzeitig durchweg geringen vorwelkebedingten Veränderungen der Pufferkapazität bedingt das Vorwelken weitgehend art- und aufwuchsunabhängig, entsprechend den Abb. 6 und 7, eine Verbesserung der Vergärbarkeit. Zur Reduzierung des Fehlgärrisikos erfordern *Lolium perenne* und *Trifolium pratense* aufgrund der differierenden Säuerungspotentiale unterschiedliche Vorwelkegrade.

#### Schlussfolgerungen

Neben der Höhe der Vergärbarkeits-Koeffizienten ist für den Erfolg des Gärverlaufes bzw. dessen Prognose der epiphytische Besatz an Laktobakterien (= LAB) mit  $>10^5$  cfu LAB  $\text{kg}^{-1}$  TS und bzw. oder eine ausreichende Nitrat-Konzentration des zu silierenden Materials mit  $\geq 0,1$  %  $\text{NO}_3$  der TS entscheidend (WEISSBACH 1998). Sowohl der epiphytische Laktobakterienbesatz (RUSER 1989, PAHLOW 1991, MÜLLER et al. 1993) wie auch die Nitrat-Konzentration (SPOELSTRA 1983, WEISSBACH & HONIG 1996, STERZENBACH 2000) des zu silierenden Materials weist eine große Varianz auf. Da offenbar gewisse Kompensationen zwischen den drei Größen – Vergärbarkeit, Laktobakterienbesatz und Nitrat-Konzentration – möglich sind, hat dies vor dem Hintergrund der gezielten Anwendung von Additiven (= Laktobakterien-Konzentrate, Salze, Säuren) auch Einfluss auf den die Vergärbarkeit nachhaltig prägenden Vorwelkegrad. Die gezielte Anwendung von Additiven erlaubt geringere Vorwelkegrade, was gleichzeitig geringere Qualitätseinbußen, ein vermindertes Witterungsrisiko und eine Einsparung an Arbeitsgängen beim

Vorwelken bedeutet. Zur Sicherung einer hohen Qualität ist das Vorwelken demzufolge stets auf das zwingend erforderliche Maß zu beschränken.

### Literatur

- ANONYMUS, 1997: Methodenbuch Band III. Die chemische Analyse von Futtermitteln. 4. Ergänzungslieferung. Verl. VDLUFA, Darmstadt.
- DEINUM, B. & A. MAASSEN, 1994: Effects of drying temperature on chemical composition and in vitro digestibility of forages. Anim. Feed Technol. **46**, 75-86.
- ELSÄSSER, M. 1984: Auswirkungen der Heubelüftung mit solarerwärmter Trocknungsluft auf Qualitätseigenschaften von Mähweidefutter. Diss. Hohenheim.
- FARRIS, E., 1969: Zum Einfluß des Anwelkens auf die Verdaulichkeit von Silagen und Heu. D. wirtschaftseig. Futter **15**, 52-59.
- HONIG, H. & E. ZIMMER, 1981: Comparison of conservation methods under controlled practical conditions. Proc. 14<sup>th</sup> Intern. Grassl. Congr. Lexington, 650-653.
- KIRCHGESSNER, M. & J. PALLAUF, 1975: Zur Verdaulichkeit von Mähweidegras bei verschiedenen Konservierungsverfahren. D. wirtschaftseig. Futter **21**, 66-80.
- KÜHBAUCH, W. & S. ZÜCHNER, 1975: Der Einfluß der Polymerisationsgrade von wasserlöslichen Kohlehydraten in Gräsern auf deren Verluste während der Heutrocknung im Freiland. J. Agron. Crop Sci. **141**, 249-255.
- KÜNTZEL, U. & E. ZIMMER, 1972: Umweltbelastungen durch Verarbeitungsrückstände der Futtermittelkonservierung. Ber. Landw. **50**, 682-692.
- LEHMANN, D., 1972: Ein Beitrag zur Bestimmung von Verlustvorgängen und Verderberscheinungen bei der Trocknung und Lagerung von Halmfutter. Diss. Göttingen.
- MANYAWU, G.J., S. SIBANDA, I.C. CHAKOMA, C. MUTISI & P. NDIWENI, 2003a: The intake and palatability of four different types of Napier grass (*Pennisetum purpureum*) silage fed to sheep. Asian-Austral. J. Anim. Sci. **16**, 823-829.
- MANYAWU, G.J., S. SIBANDA, C. MUTISI, I.C. CHAKOMA & P.N.B. NDIWENI, 2003b: The effect of pre-wilting and incorporation of maize meal on the fermentation of Bana grass silage. Asian-Austral. J. Anim. Sci. **16**, 843-851.
- MELVIN, J.F. & B. SIMPSON, 1963: Chemical changes and respiratory drift during the air drying of ryegrass. J. Sci. Food Agric. **14**, 228-234.
- MÜLLER, M., T. MÜLLER & W. SEYFARTH, 1983: Veränderungen der mikrobiellen Epiphytenflora beim Welken von Futtergräsern und deren mögliche Auswirkungen auf den Siliererfolg. Agribiol. Res. **46**, 28-39.
- PAHLOW, G., 1991: Role of microflora in forage conservation. Landbauforsch. Völkenrode, Sonderh. 123, 26-36.
- RÜCKER, G. & O. KNABE, 1977: Non mechanical field losses in wilting grasses as influenced by different factors. Proc. 13<sup>th</sup> Intern. Grassl. Congr. Leipzig, 1379-1381.
- RUSER, B., 1989: The occurrence of lactic acid bacteria on forage crops. Proc. 16<sup>th</sup> Intern. Grassl. Congr. Nice **2**, 977-978.
- SPOELSTRA, S.F., 1983: Inhibition of clostridial growth by nitrate during the early phase of silage fermentation. J. Sci. Food Agric. **34**, 145-152.
- SPOELSTRA, S.F. & A.V. HINDLE, 1989: Influence of wilting on the chemical and microbiol parameters of grass relevant ensiling. Netherl. J. Agric. Sci. **37**, 355-364.
- STEINWIDDER, A., E. ZEILER, T. GUGGENBERGER, J. HÄUSLER, A. SCHAUER & L. GRUBER, 2003: Einfluss von Partikellänge und Trockenmassegehalt von Grassilagen bei unterschiedlichem Kraftfutterniveau auf Pansenparameter, Verdaulichkeit und Futteraufnahme von Rindern. 2. Mitt.: Ergebnisse der Untersuchungen mit Milchkühen und Diskussion der Gesamtergebnisse. Züchtungskunde **75**, 190-203.
- STERZENBACH, M., 2000: Nutzungsmöglichkeiten von Aufwüchsen extensiv bewirtschafteten Grünlandes durch Mutterkühe. Diss. Gießen.
- TILLEY, J.M.A. & A. TERRY, 1963: A two-stage techniques for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. **18**, 104-111.
- WEISSBACH, F., 1967: Die Bestimmung der Pufferkapazität der Futterpflanzen und ihre Bedeutung für die Beurteilung der Vergärbarkeit. Tagungsber. Deutsche Akad. Landw.-Wiss. Berlin **92**, 211-220.
- WEISSBACH, F., 1998: Untersuchungen über die Beeinflussung des Gärungsverlaufes bei der Bereitung von Silagen durch Wiesenkräuter verschiedener Spezies im Aufwuchses extensiv genutzter Wiesen. Landbauforsch. Völkenrode, Sonderh. 185, 1-99.

- WEISSBACH, F., L. SCHMIDT & E. HEIN, 1974: Method of anticipation of the run of fermentation in silage making, based on the chemical composition of green fodder. Proc. 12<sup>th</sup> Intern. Grassl. Congr. Moscow **3**, Part II, 663-673.
- WEISSBACH, F., L. SCHMIDT, G. PETERS, E. HEIN, K. BERG, G. WEISE & O. KNABE, 1977: Methode und Tabellen zur Schätzung der Vergärbarkeit. 3. Aufl., Hrsg.: Akad. Landw.-Wiss. Berlin.
- WEISSBACH, F. & H. HONIG, 1996: Vorhersage und Steuerung des Gärverlaufs bei der Silierung von Grünfütter aus extensivem Anbau. Landbauforsch. Völkenrode **46**, 10-15.
- WIERINGA, G.W., 1958: The effect of wilting on butyric acid fermentation in silage. Netherl. J. Agric. Sci. **6**, 204-210.
- WILKINS, R.J., 1984: A review of the effects of wilting on the composition and feeding values of silage. Landbauforsch. Völkenrode, Sonderh. 69, 71-72.
- YAHAYA, M.S., M. KAWAI, J. TAKAHASHI & S. MATSUOKA, 2002: The effect of different moisture contents at ensiling on silo degradation and digestibility of structural carbohydrates of orchardgrass. Anim. Feed Sci. Technol. **101**, 127-133.
- YEMM, E.W. & A.J. WILLIS, 1954: The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. Biochem. J. **54**, 508-514.

**Anschrift des Autors:**

Prof. Dr. Dr. h.c. Wilhelm Opitz von Boberfeld, Professur für Grünlandwirtschaft und Futterbau der Justus-Liebig-Universität Gießen, Ludwigstr. 23, D-35390 Gießen  
e-mail: wilhelm.opitz-von-boberfeld@agrar.uni-giessen.de



# Grobfutterqualität – Bedeutung, Anforderungen, Folgerungen

Dr. Martin Pries, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Münster

In Zeiten steigender Preise für Konzentratfutter in Form von Getreide, Extraktionsschroten und Nebenprodukten aus der Verarbeitungsindustrie gewinnt die Grobfutterqualität eine zunehmende Bedeutung, da auch die Grobfutterkosten von den Preissteigerungen der übrigen Futtermittel betroffen sind. Die Verwendung von Futtermitteln für energetische Zwecke führt zu einer steigenden Nachfrage nach Futter und Futterflächen, woraus insgesamt eine höhere Wertschätzung für die Futtermittelbranche resultiert. Dadurch rückt die Futtermittelproduktion unabhängig vom Verwendungszweck der Futter wieder mehr und mehr in den Focus gesellschaftlicher Diskussionen. Für die Futtermittelproduzenten haben Qualitätsaspekte bei steigenden Preisen und florierenden Absatzmöglichkeiten einen höheren Stellenwert als in Zeiten übervoller Märkte.

Die Qualität von Grobfutter lässt sich anhand folgender Kriterien beschreiben:

- Futterwert
- Gärqualität
- Mikrobiologischer Besatz
- Lagerstabilität

Die weiteren Ausführungen beziehen sich vornehmlich auf die Qualitätsansprüche von Silagen des Grünlandes. Die den Futterwert beschreibenden Größen für gute Grassilage sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Angestrebt wird ein TM-Gehalt von 30 – 40 %. Das Material soll weitestgehend frei von Schmutz und im Stadium des Ähren-/Rispschiebens bei Rohfasergehalten um 22 % geerntet werden. Angestrebt wird ein Energiegehalt von > 6,4 MJ NEL für den ersten und > 6,0 MJ NEL/kg TM für die Folgeaufwüchse. Um eine gute Verdichtbarkeit zu gewährleisten soll die Häcksellänge bzw. Teilchenlänge unter 4 cm betragen.

Bezüglich der Gärqualität sind Orientierungsgrößen für den Säuregrad und den Gehalt an Fermentationsprodukten definiert (s. Tabelle 2). Je nach TM-Gehalt werden pH-Werte von 4,0 bis 5,0 angestrebt. Die Silagen sollen im Wesentlichen frei von Buttersäure sein. Für den Gehalt an Essigsäure ist ein Bereich von 20 bis 30 g/kg TM empfohlen, um so einerseits den stabilisierenden Effekt der Essigsäure auf die aerobe Stabilität zu nutzen, andererseits aber die durch einen zu hohen Essigsäuregehalt verursachte Verzehrsdepression zu vermeiden. Über den Ammoniakgehalt wird der unerwünschte Proteinabbau oder aber genauer gesagt der Aminosäureabbau beurteilt. Bezüglich des mikrobiologischen Besatzes sind für viele Futtermittel Orientierungswerte für unterschiedliche Keimgruppen (Bakterien, Hefen, Schimmelpilze) definiert. Diese wurden zum Beispiel gerade in jüngster Zeit für Heu und Stroh nochmals überarbei-

tet. Für Gras- und Maissilage gelten bisher nur vorläufige Werte, die in weiteren Untersuchungen zu verifizieren sind.

**Tabelle 1:**

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen		
<b>Orientierungswerte für gute Grassilagen in der Milcherzeugung und Rindermast</b>		
Parameter	Einheit	Grassilage
Trockenmasse (TM)	%	30 – 40
Rohasche	% i. d. TM	< 10
Rohprotein	% i. d. TM	< 17 <sup>1)</sup>
Rohfaser	% i. d. TM	22 - 25
NDForg	% i. d. TM	40 - 48
Strukturwert (SW)		2,6 – 2,9
ME	MJ/kg TM	≥ 10,6 bzw. ≥ 10,0 <sup>2)</sup>
NEL	MJ/kg TM	≥ 6,4 bzw. ≥ 6,0 <sup>2)</sup>
nXP	g/kg TM	> 135
RNB	g/kg TM	< 6

<sup>1)</sup> 15 % bei Ackergras, <sup>2)</sup> 1. Schnitt bzw. Folgeschnitt

Dr. Martin Pries, Juni 2007 Quelle: Praxishandbuch Futterkonservierung <sup>3</sup>

**Tabelle 2:**


Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen		
<b>Orientierungswerte für die anzustrebende Gärqualität</b>		
Zielgröße	Einheit	Orientierungswerte
pH-Wert, von 20 .... 45 % TM		4,0 ... 5,0
Buttersäuregehalt	g/kg TM	< 3
Essig- und Propionsäuregehalt	g/kg TM	20 - 30
Ammoniak-N-Anteil	% des N	< 8
Aerobe Stabilität	Tage	> 3

Dr. Martin Pries, Juni 2007 Quelle: Praxishandbuch Futterkonservierung <sup>5</sup>



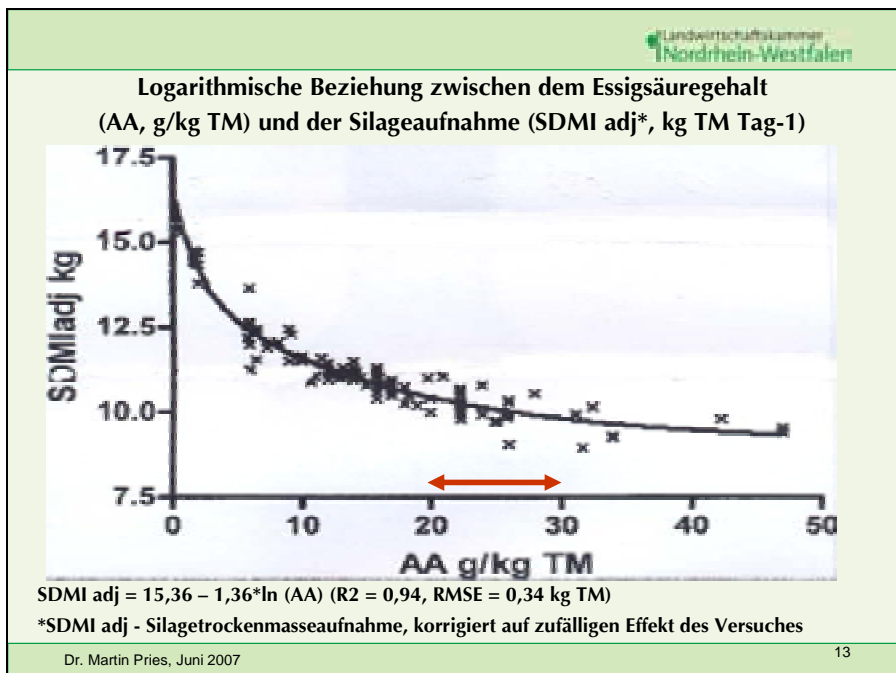
Futterqualitätskriterien stellen keinen Selbstzweck dar, sondern sind in aller Regel vor dem Hintergrund der Verdauungsvorgänge abgeleitet. So übt der Futterwert des Grobfutters einen direkten Einfluss auf die Futteraufnahme aus. Die Grobfutterqualität bestimmt den Umfang und die Geschwindigkeit des Abbaues sowie die Passagerate im Vormagen. Gruber et al (2004) konnten zeigen, dass die Veränderung des Energiegehaltes um ein MJ NEL/kg TM die Trockenmasseaufnahme bei Milchkühen um ein kg/Tag verändert. Bezüglich der Gesamtenergieaufnahme und der möglichen Milchbildung aus dem Grobfutter ergeben sich die in Tabelle 3 dargestellten Zusammenhänge. Die Notwendigkeit einer hohen Energiedichte im Grobfutter ist klar erkennbar.

**Tabelle 3:**

			
<b>Einfluss der Energiedichte im Grobfutter auf Futteraufnahme und Milchleistung</b>			
Energiegehalt Grassilage (MJ NEL/kg TM)	5,4	6,2	6,6
<b>TM-Aufnahme (kg/Kuh/Tag)*</b>	<b>11,5</b>	<b>12,3</b>	<b>12,7</b>
<b>Energieaufnahme (MJ NEL/Kuh/Tag)</b>	<b>62,1</b>	<b>73,8</b>	<b>83,8</b>
<b>Mögliche Milchbildung (kg/Kuh/Tag)</b>	<b>7,5</b>	<b>11,0</b>	<b>14,0</b>
* kalkuliert n. Gruber et al 2004			
Dr. Martin Pries, Juni 2007			10

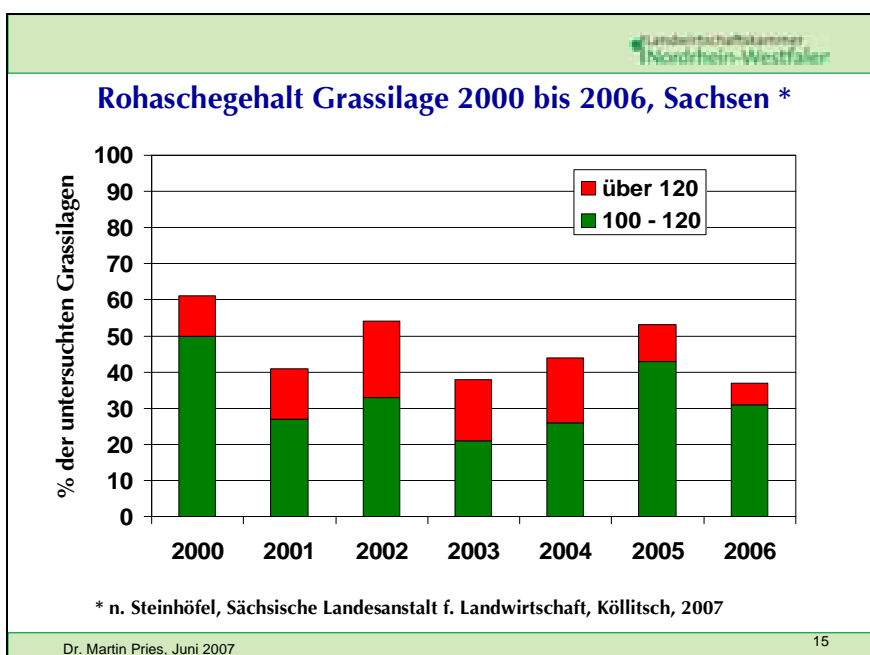
Auch die Parameter der Gärqualität beeinflussen die Futteraufnahme. Hohe Essigsäuregehalte verringern wegen des stechenden Geruches die Akzeptanz des Futters. Eisner (2007) konnte im Rahmen einer Metaanalyse anhand von 123 Silagen mit einem TM-Gehalt zwischen 251 und 473 g/kg Futter eine deutliche Reduktion der Futteraufnahme bei steigenden Essigsäuregehalten nachweisen (s. Abbildung 1). Die größte Absenkung der Futteraufnahme ergab sich im Bereich von 0 – 10 g Essigsäure/kg TM. In dem angestrebten Bereich von 20 – 30 g Essigsäure/kg TM ist die Futteraufnahme bereits stark eingeschränkt, so dass sich die Frage nach der Richtigkeit der derzeit gültigen Empfehlungen stellt. Jedoch verursachen nacherwärmte Silagen sehr hohe TM-Verluste und führen zudem zu sinkender Futter- und Energieaufnahme. Aerobe Stabilität ist deshalb ein primär zu beachtendes Ziel, was auch durch optimale Essigsäuregehalte zu realisieren ist.

Abbildung 1:



Obwohl die den Futterwert beschreibenden Orientierungswerte schon vor längerer Zeit definiert und über verschiedenste Beratungsinstrumente in die Praxis getragen wurden, ist der Anteil der Silagen, die die Orientierungswerte nicht erreichen, immer noch sehr hoch, wie die Auswertungen nordrhein-westfälischer und sächsischer Silagen zeigen. So liegt zum Beispiel der Anteil der Silagen, die im Aschegehalt Werte über 10 % aufweisen, im Mittel über mehrere Jahre zwischen 40 und 60 % (s. Abbildung 2). Hier wird deutlich, dass bei weitem noch nicht alle produktionstechnischen Aspekte bei der Grassilageernte optimal genutzt werden.

Abbildung 2:



Auf der anderen Seite zeigen Daten aus den Betrieben des DLG-Forums Spitzenbetriebe Milch, dass es möglich ist, über einen längeren Zeitraum immer wieder qualitativ hochwertiges Grobfutter zu erzeugen. Voraussetzung hierfür ist eine den natürlichen Bedingungen angepasste Produktionsweise. In der Bewirtschaftung entscheiden eine angepasste Düngung und eine kontinuierliche Nachsaat bzw. Neuansaat über den Ertrag. Schnitzeitpunkt, richtig eingestellte Erntemaschinen, kurze Feldliegezeiten, Siliermitteleinsatz und ein abgestimmtes Mietenmanagement bestimmen die Energiedichte der Silagen.

### **Schlussfolgerungen**

Die Anforderungen bezüglich der Grobfutterqualität, hier insbesondere die von Grassilage, sind vor Hintergrund des Strebens nach einer hohen Grobfutterleistung formuliert. In der Praxis zeigt sich jedoch häufig, dass einige Zielwerte nicht erreicht werden. Die Beseitigung dieser Qualitätsmängel ist für Praxis und Beratung eine permanente Herausforderung. Dies ist gerade angesichts steigender ökonomischer Bedeutung für die Futterproduktion eine never ending story.

(Ein Literaturverzeichnis kann beim Autor angefordert werden)



# Technische Verfahrenslösungen für die Futterernte

## Mahd, Aufbereitung, Zetten, Schwaden

Heinz-Günter Gerighausen, LWZ Haus Riswick

Gute Grassilagen zeichnen sich durch hohe Gehalte an Rohnährstoffen und geringen Schmutzgehalten aus. Daher ist eine konsequente Grünland- und Bestandspflege das A und O einer leistungsgerechten Nährstoffproduktion. Am Anfang steht eine standortangepasste Narbe und Bestand. Zur Pflege gehört auch die Nach- oder Übersaat. Die Art und Intensität der Düngung ist auf die Nutzung einzustellen. Die Nährstoff- und Massennutzung haben sich auf die Betriebsansprüche einzustellen. Für Betriebe mit Weidegang ist die Nutzung durch Schnitt und Weide neu zu überdenken. Das Management führt zum Ergebnis: „Jeder bekommt das Grünland, was er verdient“.

Gute Silagen zeichnen sich nicht nur durch entsprechend wertvolle Gehalte aus. Sie können auch ein „Mehr“ bringen. Niederländische Untersuchungen zeigen:

- Kein Sand bedeutet ca. + 56 €/Kuh/Jahr
- Viel Zucker bringt ca. + 28 €/Kuh/Jahr
- Ein idealer Anwelkgrad füttert besser und bringt ca. + 78 €/Kuh/Jahr

Zum Mähen gehört Schlagkraft mit Köpfchen. Die Bergeleistung bestimmt die Schlagkraft, vom Mähen bis zum Schwaden. Mähen und Silieren an einem Tag ist mit der modernen Technik möglich. Grundsätzlich bei trockenem Bestand und abgetrocknetem Boden mähen sichert Qualität und zügigen Anwelkprozess. Ob mit oder ohne Aufbereiter gemäht, die Breitablage hat viele Vorteile. Auch bei massigen Aufwüchsen, wo bei Erträgen von über 28 dt TM/ha neben dem Aufbereiter ein zusätzlicher Zettvorgang notwendig werden kann.

Bei den Mähwerken haben große Arbeitsbreiten Konjunktur. Für Front-Heckkombinationen gilt eine Mindestarbeitsbreite für das Frontmähwerk von 3,00 m. Große gezogene Mähwerke haben an Bedeutung verloren. Schmetterlingskombinationen schließen die Lücke zwischen Front-Heck und Selbstfahrer. Sie sind ab 500 ha Jahreseinsatzfläche interessant. Die schlagkräftigen Selbstfahrer rechnen sich erst ab 2.000 ha Jahreseinsatzfläche. Zunehmend ist der Einsatz der Querbandablage zu beobachten. Bei geringen Aufwüchsen und trockenen Erntebedingungen eine interessante Technik.

Die Zettarbeit ist bei massigen Aufwüchsen und bei der Mahd ohne Aufbereiter unabdingbar. Mit Arbeitsbreiten von bis zu 15 m wird jedoch eine teure Schlagkraft eingekauft, die selten ausgelastet werden kann. Grundeinstellung, Boden Anpassung und Arbeitsgeschwindigkeit bestimmen die Arbeitsqualität, die sich bis zur Schwadqualität bemerkbar macht. Besonders

für Betriebe mit Heuproduktion ist ein besonderes Augenmerk auf die Bröckelverluste zu richten.

Zum Schwaden braucht es „Köner“. Die Top-Technik ist vorhanden, am richtigen Einsatz und Umgang mangelt es jedoch häufig. Wir kennen das „ideale“ Schwad, aber nicht den Schwadfahrer. Die Bergetechnik bestimmt die Schwadmasse und damit die einzusetzende Schwadtechnik. Die Mittelschwader liegen wieder im Trend. Die Seitenschwader stellen uns durch ihre Bauart vor tolle Herausforderungen. Der Schwadereinsatz und die Einstellungen verlangen Fingerspitzengefühl:

- Eine Sturzeinstellung des Fahrwerkes zum Schwad verbessert die Arbeitsqualität
- 350- 400 U/min reichen bei der Zapfwelle
- Anzahl der Arme und Doppelzinken bestimmen die Arbeitsqualität und Leistung
- Halmausrichtung bestimmt die Schnittqualität
- Breite Schwade bieten Flexibilität
- Geschwindigkeit ist keine Hexerei

Die verschiedenen, auf dem Markt angebotenen Schwaderkonzepte, orientieren sich an der gewünschten Arbeitsqualität und Schlagkraft. Die Kreiselschwader bieten zur Zeit immer noch das größte Einsatzspektrum.

# Technische Verfahrenslösungen für die Futterernte

## Häckseln – Worauf kommt es an?

Priv.-Doz. Dr. A. Wagner, Institut für Landtechnik, Universität Bonn

Der Einsatz des selbstfahrenden Feldhäckslers stellt unter den verschiedenen Möglichkeiten zur Futterbergung das leistungsstärkste Verfahren dar. Diese Technik wird meist überbetrieblich eingesetzt, um die ökonomischen Anforderungen an die Maschinenauslastung zu erfüllen. Verfahrenstechnisch sind die Geräte in der Futterernte so abzustimmen, dass ein konstanter Massenstrom in den Verfahrensabschnitten sukzessive oder parallel verarbeitet wird. Daher sollten beim Einsatz leistungsstarker Feldhäckslers sowohl die Schwadstärke über den Flächenertrag und die Arbeitsbreite des Schwaders, als auch die Transport- und Einlagerungskapazitäten den Anforderungen angepasst werden.

### Technische Entwicklungen

Die theoretische Durchsatzleistung moderner selbstfahrender Feldhäckslers beträgt weit über 200 t in der Stunde. Leistungssteigerungen sind zurückzuführen auf die Motorleistung und auf große Erntevorsätze. Die derzeit leistungsstärkste Maschine verfügt über 735 kW (1.000 PS), ein 14-reihiges Maisgebiss bzw. eine Arbeitsbreite von 10,5 m. Weiterhin wurden beim Feldhäckslers minimierte Wartungs- und Reparaturzeiten und verbesserte Bedienerfreundlichkeit eingeführt (Schnitthöhenführung, Schwadabtastung, verstellbare Gegenschneiden, Verstellung Cracker, automatische Schleifeinrichtung) (EGBERS et al. 2006). Neben den bereits erhältlichen Metalldetektoren werden Steindetektoren zur Reduzierung von Ausfallzeiten der Erntemaschinen angeboten (BRUNE, DIEKHANS 2001; BRÜSER 2006).

Zunehmend gewinnt auch die Informationstechnologie in der Futterernte an Bedeutung. Bereits zum Zeitpunkt der Ernte kann die Silagequalität in den einzelnen Prozessstufen beeinflusst werden. Der Zusammenhang zwischen Maßnahmen und Qualitätsbeeinflussung ist in einem Regelkreis beschrieben (Abb. 1).

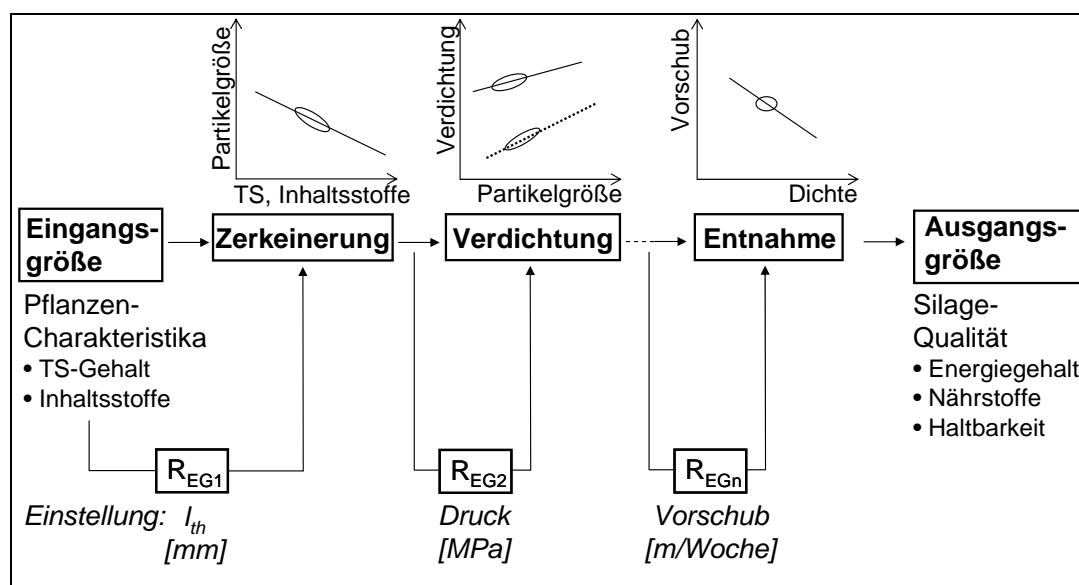


Abb. 1: Regelkreis zur Qualitätssicherung von Silage (R = Regelung, EG = Einflussgröße) (Wagner, 2005)

Durch die Online-Erfassung von Qualitätsparametern ist die Anpassung der erforderlichen Maßnahmen im Ernteprozess bereits technisch möglich. Die stufenlose Schnittlängeneinstellung auf bis zu 2,5 mm kann während des Ernteeinsatzes über fotooptische und auch über Nahinfrarot Sensoren gesteuert werden. Georeferenzierte Ertragsmesssysteme erfassen den Durchsatz volumetrisch über die Messung der Drehzahlen im Einzug und die Höhe des Erntegutflusses. Die Siliermitteldosierung kann dem Massendurchsatz entsprechend gesteuert werden.

### **Schnittlänge und TS-Gehalt**

Ein höherer Zerkleinerungsgrad steigert in der Biogaserzeugung die Geschwindigkeit des biologischen Abbaus, die Gasausbeute steigt jedoch nicht zwingend (SCHOLWIN, GATTERMANN 2003). Aus verfahrenstechnischer Sicht wird daher insbesondere in Zusammenhang mit der Silomaiserte eine Steigerung der Häcksellänge aufgrund der daraus folgenden höheren Schlagkraft und des geringeren Energiebedarfs diskutiert. Die Schnittlänge von Gras sollte aufgrund ernährungsphysiologischer Aspekte nicht unter 2 cm liegen, um den Strukturwert des Futters zu erhalten. Aufwärts ist die Schnittlänge durch die Anforderungen des Transports bzw. der Verdichtbarkeit begrenzt. Die öffentlichen Empfehlungen geben für Gras Schnittlängen von kleiner 4 cm vor (THAYSEN et al. 2002).

In Untersuchungen zum Einfluss der theoretischen Schnittlänge ( $l_{th}$ ) und des TS-Gehalts auf die Verdichtbarkeit von Gras Anwelkgut wurde auf dem Versuchsgut Frankenforst der Universität Bonn mit einem Rotorladewagen Material an zwei unterschiedlichen Zeitpunkten am Tag, jeweils mit halbem (9 cm  $l_{th}$ ) und mit ganzem Messersatz (4,5 cm  $l_{th}$ ) geerntet, so dass im TS-Gehalt des Erntegutes eine Differenz von 9 %-Punkten erreicht wurde.

Zur Beurteilung der Zerkleinerung des Anwelkgutes wurden 50 g Frischmasse in verschiedene Fraktionen aufgeteilt (DLG Prüfrahmen für Aufsammelpressen) und anschließend in die prozentualen Gewichtsanteile umgerechnet (n=4) (Tab. 1).

Zur Untersuchung der Verdichtbarkeit mit einer Materialprüfmaschine wird das Anwelkgut lose in einen Kunststoffzylinder mit einer Höhe von 30 cm eingefüllt und über einen Stempel mit einer Geschwindigkeit von 90 mm/min verdichtet. Die Höhe des Zylinders entspricht der Schichtdicke von 30 cm auf dem Flachsilo, die nach der offiziellen Beratung in der Praxis empfohlen wird. Bei der Verdichtung mit der Materialprüfmaschine kann ein maximaler Druck von 0,45 MPa erreicht werden. Typische Belastungen im Silo liegen bei 0,2 MPa. Die Kraft zur Verdichtung des Materials wird über einen Kraftaufnehmer kontinuierlich gemessen, über den Weg aufgezeichnet (Kraft-Weg-Diagramme). Zur Auswertung der Untersuchung wurden Druck-Dichte-Diagramme erstellt. Zusätzlich zur maximalen Verdichtbarkeit wurde auch die Rückfederung des Materials in die Betrachtung mit einbezogen. Dazu wurde nach der Verdichtung und einer Minute Wartezeit die Füllhöhe im Zylinder gemessen (n=6).

Die Ergebnisse zur Schnittlängenverteilung in Tab. 1 zeigen, dass die theoretische Schnittlänge von 4,5 mm zu einem Massenanteil von 53 % in der Klasse kleiner 8 cm führt (Tab. 1). Deutliche Unterschiede zwischen den Varianten sind in den Fraktionen  $4 \geq x < 8$  cm und  $16 \geq x < 24$  cm festzustellen.



Tab. 1: Schnittlängenverteilung bei 4,5 und 9 cm theoretischer Häcksellänge

Massenanteil (%) bei theoretischer Schnitt- länge	Halmlängen-Klassen [cm]					
	$x < 4$	$4 \geq x < 8$	$8 \geq x < 16$	$16 \geq x < 24$	$24 \geq x < 48$	$x \geq 48$
4,5 cm	6,7	<b>46,8</b>	34,6	8,9	3,0	0,0
9 cm	4,8	28,7	<b>36,7</b>	20,8	9,0	0,0

Das Ergebnis der Verdichtungsmessung von Anwelkgut mit unterschiedlicher Schnittlänge bzw. TS-Gehalt ist in Form eines Druck-Dichte-Diagramms in Abb. 2 dargestellt. Bezogen auf die Frischmasse zeigen die Varianten mit einem TS-Gehalt von 33 % die höchste Verdichtbarkeit auf. Der Unterschied zwischen den Schnittlängen 4,5 bzw. 9 cm ist dabei gering. Bei Umrechnung auf die Trockenmassedichte (TM-Dichte) erfolgt eine Angleichung der Varianten, da die vergleichsweise geringere Dichte bei hohem TS-Gehalt durch den daraus folgenden geringeren Wassergehalt kompensiert wird.

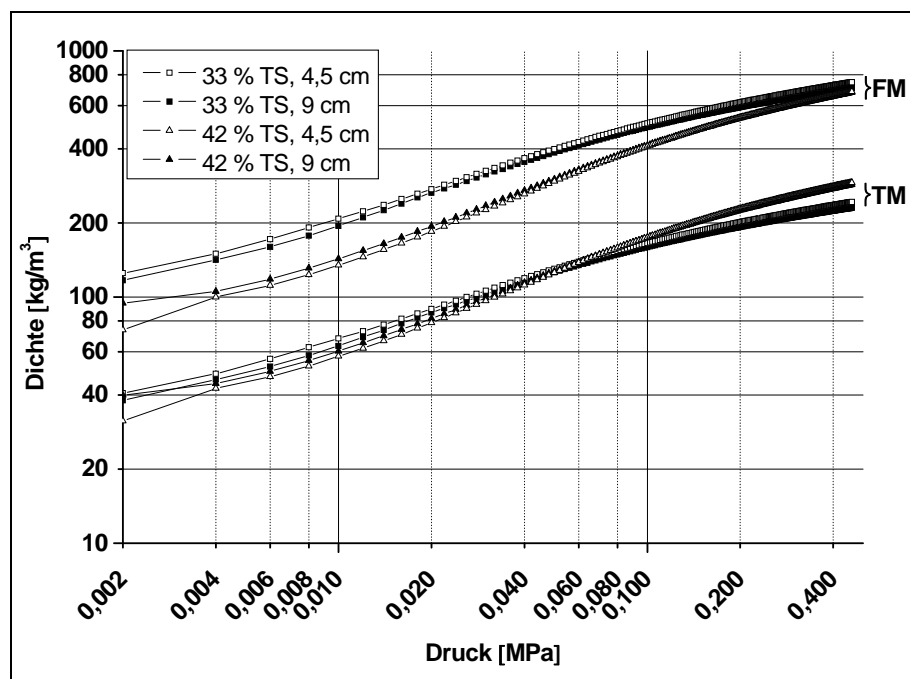


Abb. 2: Einfluss von TS-Gehalt und Schnittlänge auf die Verdichtbarkeit von Gras-Anwelkgut

Im Anschluss an die Verdichtung mit einem Druck von 0,45 MPa wurde eine Minute nach Entlastung des Anwelkgutes die Rückfederung des Materials durch Ablesen des Füllstands ermittelt. Die Dichte des Erntegutes mit einem TS-Gehalt von 33 % (Durchschnitt  $237 \text{ kg}_{\text{TM}}/\text{m}^3$ ) im Vergleich zum stärker angewelkten Material (Durchschnitt  $289 \text{ kg}_{\text{TM}}/\text{m}^3$ ) unterscheidet sich um ca. 18 % (Tab. 2). Die Dichte nach Rückfederung des Materials liegt zwischen  $115 \text{ kg}_{\text{TM}}/\text{m}^3$  (33 % TS, 9 mm) und  $130 \text{ kg}_{\text{TM}}/\text{m}^3$  (42 % TS, beide Schnittlängen) (mittlerer Fehler von 10%). Eine einmalige, statische Verdichtung und die nachfolgende Rückfederung des Materials führen somit zur Reduzierung der Dichte um 50 % bei allen Varianten.

Tab. 2: Einfluss von TS-Gehalt und Schnittlänge auf die Rückfederung von Gras-Anwelkgut

$l_{th}^{2)}$ [cm]	TS-Gehalt [g*kg <sup>-1</sup> ]	Trockenmassedichte (kg <sub>TM</sub> *m <sup>-3</sup> )		Frischmassedichte nach 1 min Rückfederung (kg <sub>FM</sub> *m <sup>-3</sup> )
		verdichtet	nach 1 min Rück- federung	
4,5	330	244 <sup>b</sup>	119 <sup>c</sup>	361
		+ - 9	+ - 12	
9,0	330	231 <sup>b</sup>	115 <sup>c</sup>	348
		+ - 14	+ - 11	
4,5	420	289 <sup>a</sup>	130 <sup>c</sup>	310
		+ - 5	+ - 11	
9,0	420	287 <sup>a</sup>	130 <sup>c</sup>	310
		+ - 5	+ - 17	

<sup>1)</sup>  $\alpha \leq 0.05$ ; Tukey-Test    <sup>2)</sup> theoretische Schnittlänge

Die Ergebnisse der Verdichtungskurven können aufgrund der einmaligen, statischen Verdichtungstechnik mit dem Stempel der Materialprüfmaschine zwar nicht als direkter Vergleich zur Praxis herangezogen werden, dennoch sind die materialbedingten Unterschiede in der Verdichtbarkeit bzw. Rückfederung untereinander vergleichbar. Die Reduzierung des 3-Stoff-Systems (Halmgut, Wasser, Luft) auf ein 2-Stoff-System Halmgut und Wasser führt zu Unterschieden zwischen den Schnittlängen, die als gering einzustufen sind.

Ein hoher TS-Gehalt (42 %) führt aufgrund des geringeren Wassergehalts und der höheren Dichte des porenfreien Halmgutes (WOLF-REGETT 1989) im Vergleich zu Wasser zu höheren Trockenmassedichten als ein geringerer TS-Gehalt (33 %). Der Schnittlängeneinfluss ist bei einem hohen TS-Gehalt geringer als bei einem niedrigeren TS-Gehalt. Die Tendenz steigt mit zunehmendem Druck. Die Unterschiede zwischen den Schnittlängen sind tendenziell auch nach Rückfederung geringer als die Unterschiede zwischen den TS-Gehalten. Der Anwelkgrad des Schnittgutes scheint im Entscheidungsprozess größeren Einfluss auf die Konservierungsfähigkeit zu haben als die Schnittlänge bzw. die Zerkleinerungstechnik. Ähnliche Ergebnisse wurden in einer Untersuchung mit Mais-Häckselgut mit 8,4 bzw. 22 mm Häcksellänge und einer Spannweite von jeweils 9%-Punkten im TS-Gehalt festgestellt (WAGNER, PRIES 2006). Nach diesen Ergebnissen ist der Einfluss des TS-Gehalts auf die Trockenmassedichte nach einminütiger Entlastung als gering zu bezeichnen. Bis etwa 39 % TM ist ein leichter Anstieg in der Dichte zu beobachten (Abb. 3). Oberhalb von 40 % TM zeigt die Häcksellänge größere Effekte.

Bei Betrachtung der Frischmassedichte (Originalsubstanz) hat der TM-Gehalt hingegen einen deutlich größeren Einfluss auf die erzielbare Dichte als die Häcksellänge (Abb. 2). Hier ist zu diskutieren, auf welche Kenngröße die Bewertung der Verdichtung Bezug nehmen sollte, auf die Frisch- oder die Trockenmassedichte. Empfehlungen zur Verdichtung von Maissilage geben daher an, dass bei TM-Gehalten > 33% je Prozentpunkt TM ausgehend von 270 kg TM/m<sup>3</sup> die Trockenmassedichte um 10 kg TM/m<sup>3</sup> ansteigen sollte, um den Lufteintrag zu minimieren.

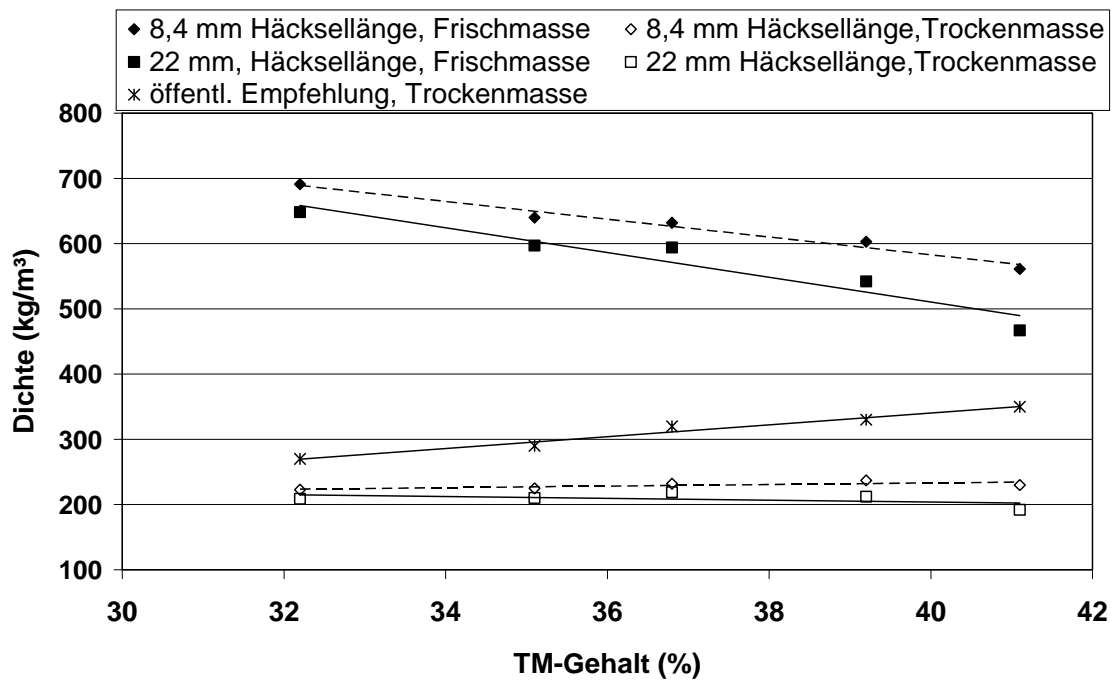


Abb. 3: Einfluss des TM-Gehaltes und der theoretischen Häcksellänge von Silomais-Häckselgut auf die Trocken- und Frischmassedichte nach dreifacher Verdichtung mit 0,2 MPa (n=4) (WAGNER, PRIES, 2006)

#### Anforderungen an Zahl und Volumen der Transporteinheiten (Einflussfaktoren)

In der Futterbergung, einem „transportverbundenen Fließarbeitsverfahren“, muss das Erntegut zum Standort der Lagerung transportiert werden. Standard beim Häckslereinsatz ist nach wie vor das Parallelverfahren, bei dem der Feldhäcksler während des Häckselvorgangs das Erntegut in eine Transporteinheit (meist 40 m<sup>3</sup>) lädt. Bei Planungen richtet sich die Anzahl der benötigten Transporteinheiten nach dem Verhältnis von der Befüllzeit zur Umlaufzeit (Summe aus Zeitbedarf für Befüllung, Transport und Entleerung). Die Schüttdichte von Gras-Anwelkgut ist mit ca. 250 kg OS/m<sup>3</sup> im Vergleich zu Silomais-Häckselgut geringer, daraus folgt ein größerer Bedarf an Transporteinheiten pro Tonne Erntegut. Insbesondere die steigenden Durchsatzleistungen der Erntemaschinen erfordern enorme Transportkapazitäten und stellen große logistische Anforderungen an die Organisation der Verfahrenskette. Die Nachfrage nach großvolumigen Aufbauten, möglichst hoher Nutzlast und vielseitigem Nutzen ist gestiegen (BRÜSER 2006). Insbesondere im Zusammenhang mit der energetischen Nutzung von Silomais haben die Transport-Entfernungen auf weit über 10 km zugenommen. Um den Transport rentabel zu gewährleisten, diskutieren Lohnunternehmer die Umstellung der Transportlogistik auf LKWs mit einem Ladevolumen von 50-70 m<sup>3</sup>. In diesem Fall wären allerdings mindestens zwei Überladewagen in der Logistik einzuplanen, da das Befahren der Flächen mit einem LKW nicht möglich ist (DÖRPMUND, EHNTS 2006). Zum Transport von Häckselgut kommen neben den traditionellen Kippnern zunehmend Abschiebewagen zum Einsatz. Diese bieten Vorteile hinsichtlich der Arbeitssicherheit sowie der Vorverdichtung auf der Transporteinheit. Insbesondere zum Transport von Gras-Anwelkgut, kann durch die Verdopplung der sehr geringen Schüttdichte auf dem Wagen, die Anzahl der erforderlichen Transporteinheiten reduziert werden.

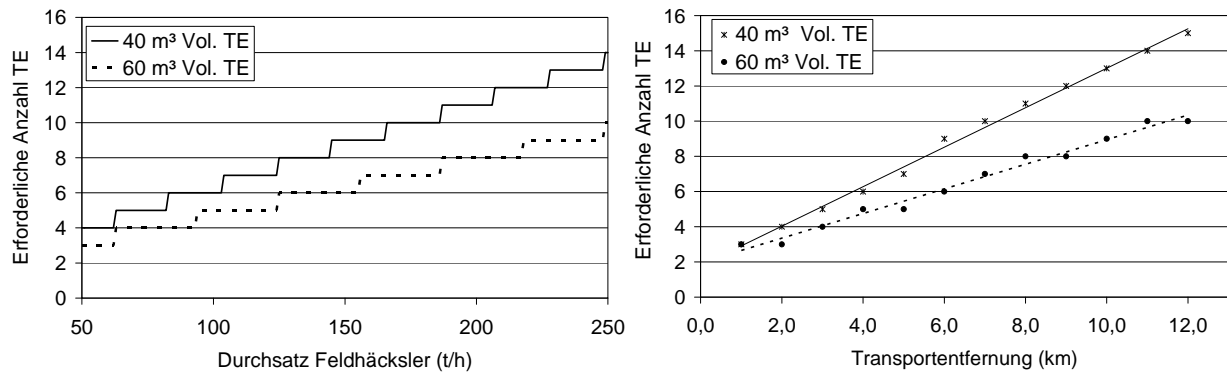


Abb. 3: Anzahl der erforderlichen Transporteinheiten zur Bergung von Gras-Anwelkgut in Abhängigkeit von Häckslerleistung und Transportentfernung (Schüttdichte: 250 kg OS/m<sup>3</sup>, Transportgeschwindigkeit 15 km/h)

Doppelzweckladewagen, sog. ‚Multi- oder Kombiladewagen‘ haben den Vorteil einer höheren Auslastung, da sie bei der Grünfütter- und Anwelksilagernte als Lade- und Dosierwagen, und bei der Maisern- te als Häckseltransportwagen zum Einsatz kommen.

Um Schwachstellen in der Verfahrensgestaltung aufzudecken, werden zudem Simulationssysteme zur Prozessoptimierung mit realitätsnaher Abbildung von Arbeitsprozessen und Stoffströmen erarbeitet (SONNEN et al.).

Die Einlagerungsleistung ist der Ernteleistung anzupassen, so dass neben der Zahl der Transporteinheiten auch Arbeitskräfte und Walzfahrzeuge für die Verdichtung einzuplanen sind. Die Verdichtungsarbeit stellt sich bei steigenden Erntemassen als die technische Haupteinflussgröße auf den Konservierungser- folg und die Langzeitstabilität dar. Durch ein größeres Volumen der Transporteinheiten wird der Verkehr am Silo reduziert, der Zeitaufwand zur Verdichtung pro Tonne Erntegut ist davon jedoch weitestgehend unabhängig.

## Literatur

- BRÜSER, C. (2006): Halmgutbergung. In: Jahrbuch Agrartechnik. Band 18. (H.-H. HARMS, F. MEIER Hrsg.), Kap. 9.1 Halmguterntetechnik. S. 134-141, Landwirtschaftsverlag Münster.
- BRUNE, M., DIEKHANS, N. (2001): Steindetektion am Feldhäcksler. In: Tagung LANDTECHNIK 2001, VDI-MEG- Düsseldorf, VDI-Berichte 1636, S. 307-313.
- Bernhard, G. J. Teichmann
- DÖRPMUND, H.-G., A. EHNTS (2006): Häckselketten für Biogas: Knackpunkt ist die Logistik. In: Lohn- unternehmen 5/2006, S. 10-18.
- EGBERS, M., C.-F. KRONSEIN, A. RUCKELSHAUSEN (2006): Der Reifegrad bestimmt die Häcksellänge. In: Landtechnik 3/2006, S. 136-137.
- SCHOLWIN, F., H. GATTERMANN (2003): Verfahrenstechnik zur Biogasbereitstellung. In: Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. S. 43-75.
- SONNEN, J., R. TÖLLE, J. HAHN (2005): Simulation von Ernteprozessen für Siliergüter. VDI-Berichte Nr. 1895, S. 359-365.
- THAYSEN, J. et al. (2002): Futterkonservierung. Hrsg. Nordwestdeutsche Landwirt- schaftskammern. 6. Ausgabe, Oldenburg.
- WAGNER, A., M. PRIES (2006): Silomais - Häcksellänge in Abhängigkeit vom Trockenmasse-Gehalt. Landtechnik 5 (2006), S. 260-261.
- WOLF-REGETT, K.-P. (1989): Verdichtung und Expansion von Halmgut in Normaldruck-Ballenpressen. Fortschr.-Ber. VDI-Reihe 14 Nr. 41, Düsseldorf. VDI-Verlag. ISBN 3-18-144114-7.
- WAGNER A. (2005): Qualitätsmanagement bei der Futterernte - Einflüsse der Erntetechnik auf den Quali- tätsparameter „Langzeitstabilität“ von Silagen. Habilitationsschrift, Universität Bonn, VDI-MEG-Schrift 432, Selbstverlag.

# Technische Verfahrenslösungen für die Futterernte

## Clever einsilieren ins Fahrsilo

Dr. Hansjörg Nussbaum, Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf

Die Konservierung von Futterpflanzen mittels Silagebereitung basiert auf den beiden Prinzipien „Luftabschluss“ und „Ansäuerung“ mittels Fermentation von Kohlenhydraten. Bei der Befüllung von Fahrsilos muss alles getan werden, um diese beiden Grundprinzipien optimal zu fördern. Rasche Verdichtung und dauerhafte Abdeckung tragen dazu bei, dass die anaeroben Milchsäurebakterien gedeihen und Gärschädlinge unterdrückt werden. Das beginnt bei der günstigen Gestaltung der Siloanlage und geht über das eigentliche Befüllen bis hin zur luftdichten Folienabdeckung.

### 1. Silobau und Silobefüllung

Die heutige Erntetechnik mit Bergeleistungen von bis über 50 Tonnen Trockenmasse je Stunde stellt die Verdichtungsarbeit im Silo vor große Herausforderungen. Deshalb muss ein Parallelbetrieb von Abladen und Festfahren über eine Mindestbreite des Silos von 6,5 bis 7,0 Meter gegeben sein. Weil sich dünne Schichten von etwa 30 cm Dicke (frisch eingebracht) besser verdichten lassen, sollte das Silo eine Länge von mindestens 35 bis 40 Metern aufweisen. Um dünne Schichten zu erhalten, fordert eine Faustzahl je Kubikmeter Ladevolumen eine Silolänge von einem Meter, was bei großen Kippern, Lade- oder Abschiebewegen mit über 50 m<sup>3</sup> noch längere Silos bedingt. Die Silohöhe beeinflusst den Entnahmevorschub, der im Winter mindestens 1,0 bis 1,5 m/Woche bzw. 2,0 bis 2,5 m/Woche im Sommer betragen sollte. Die Gesamtgröße des Silos sollte so dimensioniert sein, dass innerhalb von ein- bis maximal zwei Tagen komplett befüllt und luftdicht mit Folie abgedeckt werden kann. Eine befestigte und saubere Rampe auf der Zufahrtseite, die das Silo etwa zur Hälfte abschließt, trägt dazu bei, dass rasch ein verdichteter Futterkeil entsteht und durch das Silo hindurch gefahren werden kann. Bei sehr großen Siloanlagen und Verwendung von Kippern lässt sich das weniger gut realisieren. Deshalb sollte dann neben dem Walzein zweites Verteilfahrzeug im Silo sein. Schrägstehende Wände tragen dazu bei, dass bis zur Wand problemlos gefahren und verdichtet werden kann. Der Einsatz eines Siloverteilers ist dabei von Vorteil. Des Weiteren sollte darauf geachtet werden, dass die Zufahrtswege befestigt und sauber sein sollten, damit nicht über die Transportfahrzeuge unnötig Schmutz ins Silo gelangt.

### 2. Clever einsilieren

Bei Grassilage wird in Abhängigkeit des Trockenmassegehalts ein Raumgewicht von über 200 bis 220 kg TM/m<sup>3</sup> Siloraum, bei Maissilage von über 220 bis 250 kg TM/m<sup>3</sup> angestrebt. Dazu muss das Walzfahrzeug ein hohes Gewicht (Faustzahl: Bergeleistung in Tonnen Frischmasse geteilt durch den Faktor 3 bzw. 4), schmale Reifen und einen hohen Reifendruck aufweisen (Übersicht 2). Für die Verdichtung des Futters ist es besser, wenn das Walzgerät langsam (2,5 bis 3,0 km/h) fährt und jede Stelle zwei- bis dreimal verdichtet. Deshalb kann ein Fahrzeug etwa 15 bis 20 Tonnen Trockenmasse je Stunde bei Gras- und rund 20 bis 25 t TM bei Maissilage bewältigen. Bei den bereits erwähnten hohen Bergeleistungen von bis

## Übersicht 1: Anforderungen an den Bau von Fahrsilos aus Sicht der Gärprozesse

<b>Lage:</b>	Entnahmeseite nicht in Hauptwetter-/ -windrichtung an befestigtem Weg Rangierplatte 8 m breit
<b>Größe:</b>	Mindestbreite 6,50 m (Parallelbetrieb) Mindestlänge 35 – 40 m (Schichtdicke) Höhe abh. vom Mindestvorschub: Winter 1,0-1,5 m/Wo. Sommer 2,0-2,5 m/Wo. Kronen-Abstand zwischen den Silos ca. 1 m
<b>Geometrie:</b>	auslaufende Wandform zur Entnahmeseite (max. 20 °) hintere Rampe 45 °, zur Hälfte geschlossen schräg gestellte Wände (110°), frostsicher hinterfüllt
<b>Gärsaft:</b>	1-2 % Gefälle zur Entnahmeseite Gärsafttrinne außerhalb des Silos

über 50 t TM/h müssen deshalb zwei Walzfahrzeuge vorhanden und bei schmalen Silos zwei Kammern gleichzeitig befüllt werden, auch wenn dadurch die Zahl der Maschinen und Arbeitskräfte zunehmen. Die Verwendung eines Siloverteilers trägt dazu bei, dass das frisch eingebrachte Erntegut rasch und gleichmäßig verteilt wird und sich die Walzmaschinen auf das Verdichten konzentrieren können. Zudem wird das bereits verdichtete Futter nicht mehr aufgelockert, was beim (Hoch-) Schieben mittels Schaufel oder Schild leicht passieren kann.

Das Walzen beginnt ab der ersten eingebrachten Fuhre und sollte etwa eine Stunde länger dauern als die Befüllung. Zu viel oder zu lange kann nicht gewalzt werden, auch wenn unter Praktikern manchmal die Meinung kursiert, dass zu intensive Walzarbeit wieder Sauerstoff in das Futter bringen würde. Dazu liegen keinerlei logischen Erklärungen vor. Wenn sich das Futter bei physiologisch altem oder trockenem Erntegut nach dem Verdichten wieder ausdehnt (Matratzeneffekt), muss erst recht sorgfältig und lange gewalzt werden und die Ursachen für das unbefriedigende Futter (Spätschnitt, Anwelkdauer) abgestellt werden. Kurzes Häckseln (Gras 2,5 bis 5 cm, Mais unter 10 mm) erleichtert das Verdichten. Bei langem Gras oder bewusst länger gehäckseltem Mais darf der Trockenmassegehalt nicht zu hoch sein. Versuche haben gezeigt, dass das Walzgewicht bei längerem Häckseln in Mais für vergleichbare Verdichtung deutlich erhöht werden muss. Derzeit ist leider keine Messtechnik verfügbar, die dem Fahrer des Walzfahrzeugs signalisiert, wo im Silo die notwendige Verdichtung erreicht ist und wo nicht. Das wäre auch im Sinne der Qualitätssicherung wünschenswert und bei vertraglicher Festlegung von Standards (Mindestverdichtung) mit einem Partner (Lohnunternehmer, Maschinenring) notwendig. Diese Überprüfung ist mittels Blockschneider oder Probenbohrer leider erst bei der Entnahme möglich.

Praxisuntersuchungen haben gezeigt, dass die Verdichtung des Futters weniger von der Art des Walzfahrzeugs (Radlader oder Schlepper) abhängig ist, sondern von den anderen Faktoren wie Futtereigenschaften, Schichtdicke und vor allem die zur Verfügung stehende Walzzeit (Bergeleistung). Neuerdings

laufen wieder Versuche mit Rüttelwalzen oder anderen Maschinen aus dem Straßenbau, wobei teilweise Schwierigkeiten mit zu schwachem hydrostatischem Antrieb auftreten können.

## Übersicht 2: Richtwerte für eine gute Verdichtung im Fahrsilo

### Eine hohe Verdichtung wird erreicht durch:

- **hohen Reifendruck (2,0 bis 3,5 bar)**
- **keine Zwillingsbereifung (Druck = Gewicht/Aufstandsfläche)**
- **dünne Schichten (max. 30 cm frisch eingebracht)**
- **dreimalige Überfahrt je Schicht (an jeder Stelle)**
- **2 bis 3 Minuten Verdichtungsaufwand je Tonne Erntegut**
- **je Walzfahrzeug (bei ausreichendem Gewicht) nicht mehr als 15-20 t TM (Gras) bzw. 20-25 t TM (Silomais) je Stunde**
- **Walzbeginn ab dem ersten Erntefahrzeug**
- **1 Stunde Nachwalzen nach dem letzten Erntefahrzeug**

### 3. Folienabdeckung

Die rasche luftdichte Abdeckung mittels Silofolien schafft günstige Bedingungen für die erwünschte Milchsäuregärung. Beim Verzicht auf Folie, wie es beim Silieren von nachwachsenden Rohstoffen teilweise praktiziert wird, treten hohe Temperaturen (bis über 60 °C) und enorme Energieverluste auf. Die ökonomischen Verluste sind mit 100-150 €/ha deutlich höher als der Aufwand für Silofolie und Arbeit. Silage für die Fütterung im Stall wird heute überwiegend mit einer Unterziehfolie (40 µm) plus „normalen“ Silofolie (120 - 160 µm) abgedeckt. Häufig kommt als mechanischer Schutz ein zusätzliches Netz oder Schutzgewebe zum Einsatz. Deshalb setzen immer mehr Landwirte neben der Unterziehfolie eine dickere, mehrjährig verwendbare Multi- oder Gewebefolie mit hohem Flächengewicht (Übersicht 3) ein. Beste Abdeckung und geringere Folienabfälle werden so vereinigt.

Die oberen Ecken im Fahrsilo stellen bei der Abdeckung kritische Zonen dar. Abhilfe kann mit einer Wandfolie sowie optimaler Gestaltung des Silos (Übersicht 5) erreicht werden. Bei günstiger, sprich auslaufender Wandgeometrie, können die Silofolien über den Rand hinaus gezogen und innen sowie außen mittels Säckchen beschwert werden. Damit kann kein Regenwasser eindringen. Das ist bei freistehenden, geraden Wänden (Übersicht 4) schwieriger.

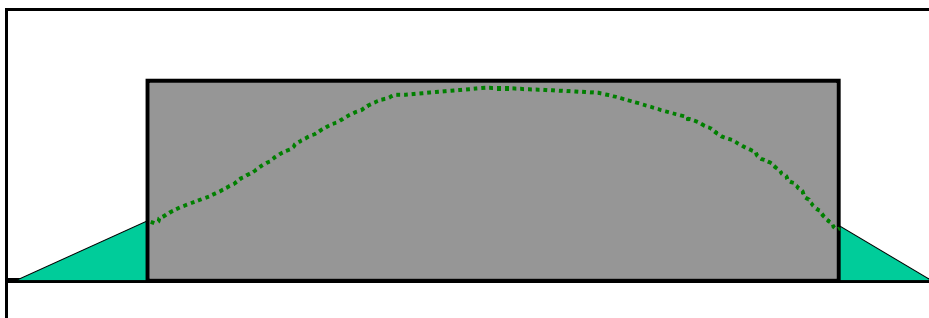
Die Beschwerung und Befestigung der Silofolie erfolgt mit Autoreifen (ungünstig), besser aber mit Silosäcken, die sich auch bei Frost gut bewegen lassen und sich dem Futterstock gut anpassen. Ausgediente Gummibänder sind als Flächenbeschwerung ebenfalls praktikabel. Hinsichtlich Folienfarbe haben verschiedene Versuche gezeigt, dass schwarze Folien trotz höheren Temperaturen direkt unter der Folie uneingeschränkt eingesetzt werden können, weil sie eine hohe UV-Stabilität aufweisen und sich die Erwärmung nur wenige Zentimeter in die Silage fortsetzt. Die Verwendung DLG-geprüfter Folien sollte

selbstverständlich sein, um das mit hohem Aufwand sorgfältig silierte Futter auch sicher zu lagern. Eine entsprechende Auflistung ist im Internet unter [www.guetezeichen.de](http://www.guetezeichen.de) bzw. im Praxishandbuch Futterkonservierung ([www.dlg-verlag.de](http://www.dlg-verlag.de)) zu finden.

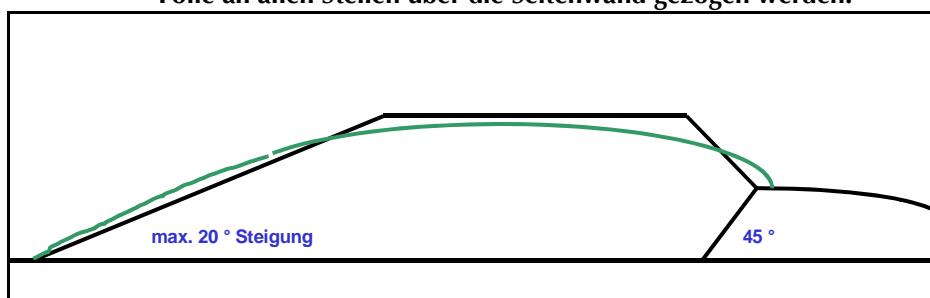
**Übersicht 3: Gängige Silofolien und Gewebe mit unterschiedlicher Dicke und Flächen gewicht. Die angegebenen Orientierungspreise enthalten MWST, sie können je nach Absatzweg und -menge schwanken.**

	Dicke	Gewicht	Kosten
Unterziehfolie	40 µm	35 g/m <sup>2</sup>	0,09 € /
m <sup>2</sup> Silofolie	160 µm	145 g/m <sup>2</sup>	0,28 € /
m <sup>2</sup> Schutzgewebe		370 g/m <sup>2</sup>	2,50
€ / m <sup>2</sup> Multifolie	500 µm	460 g/m <sup>2</sup>	1,85
€ / m <sup>2</sup> Gewebefolie		650 g/m <sup>2</sup>	5,50

**Übersicht 4: Für die Folienabdeckung ungünstig gestaltetes Fahrsilo**



**Übersicht 5: Optimale Wandform des Fahrsilos: Bei kompletter Befüllung kann die Folie an allen Stellen über die Seitenwand gezogen werden.**



#### 4. Zusammenfassung

Silagebereitung basiert auf Luftabschluss und Milchsäuregärung. Form und Gestaltung des Fahrsilos haben Einfluss auf den Ablauf der Befüllung, das Verdichten und die Folienabdeckung. Hohe Schlagkraft bei der Ernte führt häufig dazu, dass das Walzen im Silo zum Engpass der Erntekette wird. Deshalb muss das Geschehen im Silo optimiert werden. Als wichtige Stichworte sind Parallelbetrieb, dünne Futter-



schichten, hohes Walzgewicht und langsames Fahren zu nennen. Der Einsatz des Siloverteilers hat sich bewährt, damit sich das Walzfahrzeug auf die Verdichtung konzentrieren kann. Ein Fahrzeug kann zwischen 20 (Grassilage) und 25 (Maissilage) Tonnen Trockenmasse je Stunde gut verdichten. Doppelt so hohe Bergeleistungen in der Praxis erfordern deshalb ein zweites Walzfahrzeug und bei kleineren Fahrloanlagen das parallele Befüllen einer zweiten Kammer. Die Art des Fahrzeugs (Radlader oder Schlepper) hat weniger einen Einfluss auf das Endergebnis. Wichtiger sind hohe Gewichte, dünne Reifen mit hohem Druck und vor allem genügend Zeit für die Verdichtung. Das gut verdichtete Futter wird dann mit einem System aus Unterzieh- und Silofolie luftdicht abgedeckt. Dicke, mehrjährig verwendbare Folien kommen zunehmend zum Einsatz, weil sie weniger Abfall produzieren und aufgrund des Gewichts weniger Windanfällig sind. Alle Folien werden mit Silosäcken beschwert, die mit Kieselsteinen befüllt werden.



# Technische Verfahrenslösungen für die Futterernte

## Futterernte mit der Ballenpresse- was sind die Erfolgsfaktoren ?

Dr. Johannes Thaysen Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Osterrönhof

Das Ziel der Ballensilagebereitung ist eine gute Silagequalität, die durch einen hohen Futterwert gemäß dem Ausgangsmaterial charakterisiert ist sowie keine unerwünschten Prozesse der Nacherwärmung und Schimmelbildung aufweist. Neben einem qualitativ silierfähigen Ausgangsmaterial mit geringen Verschmutzungsanteilen ist die Beachtung der Biologie der Silierung sowie eine optimale Ballensiliertechnik mit einer hochwertigen Stretchfolienqualität zur Gewährleistung der Luftabschlussgüte während des gesamten Lagerungsprozesses entscheidend. Ein Siliermitteleinsatz kann eine weitere qualitätssichernde Maßnahme sein. Ballensilage kann bei optimaler Qualität gegenüber Fahrtilosilage auch ökonomische Vorteile aufweisen.

### **Bedeutung des Ausgangsmaterials**

Das zu silierende Gras muss einen Vergärbarkeitskoeffizienten von 35 mit einem Mindestzuckergehalt von 3 % in der FM, einer Pufferkapazität von möglichst  $> 3$ , einen ausreichenden silierfähigen Milchsäurebesatz sowie einem TM-Gehalt von  $> 35$  % aufweisen. Stark verschmutztes Material mit einem höheren Krautbesatz führt zwangsläufig zu Fehlgärungen. Insbesondere bei der Silagebereitung für Pferde oder Extensivrinder wird rohfasereiches, strukturreiches Futter mit einem höheren TM-Gehalt angestrebt, das hohe Anforderungen an die optimale Siliertechnik der Ballensilagebereitung stellt.

### **Technik der Ballensilagebereitung**

Das Gras wird bei einer Schnitthöhe von ca. 5-10 cm gemäht und anschließend breit gezettet. Je nach den vorherrschenden Trocknungsbedingungen wird das Anwelkgut noch 1- bis 3-mal gewendet und bei einem Trockenmassegehalt von ca. 50 % geschwadet. Mit Hilfe der Mikrowellenmethode lässt sich innerhalb von einer 0,5 h der Trockenmassegehalt bestimmen. Die Bereitung von Heulage oder Gärheu mit Trockenmassegehalten von 60 – 80 % kann immer dann gelingen, wenn die Feldliegezeit unter 3 Tage beträgt und daher ein schnelles Anwelken gelingt. Diese Bedingungen sind eher in kontinental geprägten Gebieten mit hoher Temperatur- und Sonneneinstrahlung, die zu einem hohen Trocknungspotential der Luft führen, gegeben als in maritimen Klimazonen.

Vor dem Pressen bzw. Laden der Silage ist darauf zu achten, dass keine Kadaver erfasst werden, da diese die Entstehung von Botulismustoxinen verursachen können.

Als Zielwert bei 55 % TM sind 200 kg TM/m<sup>3</sup> Silage anzustreben. Schneidwerke an den Pressen erhöhen die Verdichtbarkeit des Siliergutes und sind daher zu empfehlen. Quaderballenpressen verdichten höher als Rundballenpressen und sind daher vorzuziehen.

### **Einlagerung, Verdichtung und Wickeln**

Ballen werden mit einer Stretchfolie mit 6-8 Lagen unmittelbar nach dem Pressen eingewickelt. Gewickelte Ballen sind entweder mit einer Spezialzange schonend zum Lagerplatz zu transportieren oder

direkt am Lagerplatz zu wickeln. Vorteilhaft sind auch Kombigeräte, die das Pressen und Wickeln in einem Arbeitsgang erledigen. Die Lagerung der Ballen wird grundsätzlich stirnseitig vorgenommen. Die Unterlage der Ballen sollte für Nagetiere möglichst unattraktiv sein. Die Ballen sollten bei Freilandlagerung mit einer Abdeckplane gegen Insekten/Vogelanflug und Wassereinfluss geschützt werden. Die laufende Ballenkontrolle auf Beschädigung ist erforderlich, da Löcher in der Folienhaut immer Schimmelbildung zur Folge haben. Folienlöcher sind mit Spezialklebeband zu verschließen. Nach 6-wöchiger Lagerphase ist die Silage verfütterbar.

### **Folienwahl**

Eine optimale Stretchfolie für die Ballensilierung zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

- **Geringste Gasdurchlässigkeit**
- **Hohe Stretcheigenschaft**
- **Hohe Klebkraft**
- **Keine Schlieren, Körner oder Regeneratanteile**
- **Gleichmäßige Einfärbung**
- **Keine Trennbarkeit der Schichten bei coextrudierten Folien**
- **Hohe UV-Stabilität**

Wichtig ist, dass die Ware DLG-geprüft oder alternativ qualitätsgeprüft ist. Solche qualitätsgeprüfte Ware ist zwar etwas teurer, aber gibt auch entsprechende Sicherheit.



**Bild 1:** Bei der Ballensilierung muss eine beste Folienqualität mit 6-8 Lagen eingesetzt werden, damit ein möglichst guter Luftabschluss gewährleistet ist.

### **Folieneinsatz**

Jede Folienrollenlieferung sollte vor deren Einsatz in Form von Probewicklungen an Ballen ausprobiert werden und auf ihre Eigenschaften (s. o.) überprüft werden. Denn es hat sich in der Praxis gezeigt, dass bei schadhafte Lieferungen ein aufwendiges Nachwickeln erforderlich sein kann.

Die Vorstreckung der Stretchfolie darf weder zu gering noch zu hoch sein. Als optimal hat sich ein Bereich zwischen 50 und 75 % erwiesen, um ein enges Anliegen der Folien an den Ballen zu ermöglichen. Wird die Vorstreckung übertrieben, kann der Stretcheffekt ausbleiben und ein Folienflattern am Ballen ist

die Folge. Für das Einhalten der Vorstreckungsspanne ist außerdem das Einhalten der wicklerspezifischen Umdrehungsgeschwindigkeit des Wickeltisches zu beachten.

Die Umdrehungen pro Ballen und damit die gewünschte Lagenzahl hat sich nach den Bedingungen des zu silierenden Materials und den Ansprüchen an die Lagerungsbedingungen zu richten. Je älter (rohfasereicher) und trockener das Ausgangsmaterial, um so mehr Lagen sind erforderlich. So hat es sich bei Grassilagen in der Rinderhaltung mit relativ jungen und eher feuchtem Material bewährt, mit Lagenzahlen von 4 bis 6 zu wickeln, während in der Pferde- und Extensivrinderhaltung Lagenzahlen von 6 bis 8 für rohfasereicherer und älteres Material zu empfehlen sind.

Beim Wickeln ist stets auf ein blasenfreies, gleichmäßiges Stretchen zu achten. Bei sehr hohen Außentemperaturen (über 25 ° Celsius) sollte das Wickeln möglichst unterlassen werden, da die Folieneigenschaften sich negativ verändern können.

Die Qualität des Wickelprozesses sowie die der eingesetzten Folie (s. o.) wirken sich in einer leicht gespannten Wölbung der Folienbahnen aus (Gärgasbildung). Diese Wölbung ist ein positives Anzeichen, da die Gärgasbildung eine mögliche Schimmelbildung unterbindet. Daher: Auf keinen Fall dürfen gespannte Folienhauben angestochen werden. In der Regel verschwindet die Gärgasbildung innerhalb von 1 bis 3 Tagen von selbst.

### **Auswirkungen der Hitze und UV-Strahlung auf die Stretchfolien**

Hohe Temperaturen verbunden mit höherer UV-Strahlung belastet die Stretchfolien in außerordentlichem Maße. Das führt in einzelnen Fällen dazu, dass bereits bei relativ kurzer Lagerdauer der Ballen Löcher, Risse oder andere Schäden an den Ballen festgestellt werden. Um eine weitere Silagequalitätsbeeinträchtigung zu vermeiden, sind daher die Ballen laufend zu kontrollieren und ggf. nachzuwickeln.

Bei Öffnung von Silagen aus der Hitzeperiode werden zum Teil hohe Silagetemperaturen von über 30 Grad und mehr gemessen. Hierbei handelt es sich meistens nicht um die unerwünschte Nacherwärmung, sondern um die „einsilierte Umgebungstemperatur“. Durch differenzierte Temperaturmessungen kann diese Wärmequelle ermittelt werden. Praktische Abhilfe: Auskühlen der Ballen vor der Verfütterung.

### **Ballensilierung bei niedrigen Trockenmassegehalten (unter 35 % TM)**

Sowohl im ersten als auch im dritten Aufwuchs kann nicht immer der gewünschte Anwelkgrad erreicht werden. Das führt zu Ballen mit einem höheren Wassergehalt, die sich selbst bei hohen Pressdrücken und ausreichender Lagenzahl verformen können. In Einzelfällen wird daher ein sehr starker Druck auf die Stretchfolie in horizontaler Richtung ausgeübt, mit der Folge, dass einzelne Fabrikate der Folie Rissbildungen aufzeigen. Da eine Ballensilierung auch bei niedrigen Trockenmassegehalten unumgänglich ist, sollte auf eine qualitätsgeprüfte Markenfolie zurückgegriffen werden, um solche Probleme im Vorwege zu vermeiden.

Ein weiteres in der Praxis zu beobachtendes Schadbild ist das Aufblähen von Ballen, die mit Gras von niedrigen Anwelkgraden gefertigt worden sind. Hierbei handelt es sich um die Bildung von nitrosen Gasen, die bei einem entsprechenden Stickstoffangebot im Pflanzenmaterial entstehen können. Das gelblich-bräunliche Gas ist hochgiftig und darf auf keinem Fall eingeatmet werden. Weiterhin dürfen die Ballen nicht angestochen werden, um das Gas entweichen zu lassen, sondern es ist zu empfehlen, dass

die Ballen so belassen werden, wie sie sind, da die Gase von selbst entweichen. Gegebenfalls müssen die Ballen nachgewickelt werden.

### **Siliermittel zur Ballensilierung**

Beim Pressen können der Silage Siliermittel zur Sicherung der Futterqualität der Wirkungsrichtung 2 als Flüssigapplikation zugegeben werden. Es kommen sowohl biologische auf Milchsäurebakterienbasis als auch chemische Produkte oder deren Kombination mit Milchsäurebakterien in Frage. Grundsätzlich sollte jedoch bei Milchsäurebakterienimpfprodukten die Wassermenge auf 2 Liter bemessen sein, um eine gleichmäßige Beimischung des Siliergutes zu gewährleisten. Die Verwendung von geeigneten Silierzusätzen zur Ballensilagebereitung ist noch nicht weit verbreitet, obwohl das zu silierende Ausgangsmaterial einerseits und das Nacherwärmungs- und Schimmelbildungsrisiko andererseits einen vermehrten Einsatz erfordern. Viele Exaktversuchsergebnisse und Praxiseinsätze zeigen, dass mit Siliermitteln die Silagequalität deutlich gesichert und verbessert werden kann.

### **Ökonomische Überlegungen**

Oft wird behauptet, dass Ballensilage teurer sei als Fahrsilosilage und daher unter dem Gebot der Kostenminimierung z. B. für Milchviehbetriebe nicht in Frage kommen könne. Vergleicht man die speziellen verfahrensbedingten Kosten pro dt produzierter Silagemenge ohne Berücksichtigung der Kosten für die Silagelagerung (Siloplatte oder Fahrsilo), so trifft diese Aussage auch in vielen Fällen zu. Grund dafür sind die erforderlichen Arbeitsgänge und der relativ höhere Folienkostenanteil bei der Ballensilage. Aber bereits wenn alle Kosten der Silagelagerung miteinbezogen werden, so existiert vielfach Kostengleichheit zwischen den Verfahren. Wird der Kostenvergleich auf die tatsächlich verfütterbare Silagemenge auf Basis Trockenmasse bezogen (also unter Berücksichtigung der abgeräumten, nicht verfütterbaren Silagemenge aus Fahrsilosilage), so ergibt sich in vielen einzelbetrieblichen Situationen ein Kostenvorteil für Ballensilage.

# Betriebswirtschaftliche Bewertung der Futterproduktion vom Grünland

Heinz-Günter Gerighausen, LWZ Haus Riswick

Eine optimale Grünlandnutzung orientiert sich in erster Linie an der Verwertung der Aufwüchse. Daraus leitet sich das mögliche Investitionspotential ab. Denn ohne die Produktion durch Mähen usw. gestartet zu haben, bilden sich Produktionskosten, die es gilt möglichst günstig zu gestalten. Neben der Pacht oder Pachtansprüche sind das Nebenkosten wie Berufsgenossenschaft und Verbandsumlagen. Weiterhin summieren sich die Kosten für die notwendige und empfohlene Pflege des Grünlandes mit einer Nachsaat und der angepassten Düngung zu einem Gesamtkostenpaket von 400 – 500 €/ha. In Abhängigkeit von den Ertragsverhältnissen lassen sich daraus schon Grundkosten von ca. 15 €/t Futter ableiten. Mähen, Zetten, Schwaden in Eigenleistung oder Überbetrieblich erhöhen die Produktionskosten ebenfalls und sind mit 5 – 6€/t Futter zu veranschlagen. Ernte und Transport sind abhängig von den Bergeverfahren und den Transportentfernungen.

Die Silierung von Gras mit dem Ladewagen hat sich bisher als einzelbetriebliche Mechanisierung bei kleineren Flächenumfängen behauptet. Doch die bescheidene Schlagkraft und der Investitionsaufwand für die eigene Bergekette kann nicht mehr mit den ernährungsphysiologischen Ansprüchen einer Hochleistungskuh einerseits und den ökonomischen Rahmenbedingungen andererseits mithalten. Die Ein-Tages-Silage ist „in“. Dafür bieten sich hochleistende Rotationsförderer in Großraumladewagen mit Nutzinhalt von 25 bis 40 m<sup>3</sup> und einem Preisniveau ab 40.000 € an. Mit Schleppern ab 150 PS ist eine technische Auslastung mit einem hohen Durchsatz erst gegeben. Ein optimales Preis-Leistungsverhältnis ist dann aber einzelbetrieblich oder sogar in Gemeinschaft nicht mehr sicherzustellen. Daher schreien diese modernen Leistungsgeräte nach Auslastung. Das ist für den Lohnunternehmer und den Maschinenring nicht das Problem. Hier besteht vielmehr die Frage, Ladewagen oder Häcksler? Denn der Häcksler ist für die Maisernte ein Muss. Warum dann die gute bewährte Technik nicht auch in der Grasernte zusätzlich auslasten? In vielen Regionen bestimmt daher schon der Häcksler das Bild in der Grassilierung.

Die Vorzüge sprechen für sich:

- hohe Schlagkraft
- gleichmäßig kurze Schnittlänge
- gute Verdichtungseigenschaften
- relativ niedriger Siloraumbedarf
- hohe Gärstabilität
- einfache Entnahme- und Fütterungstechnik
- bestmögliche Dosierung von Silierhilfsstoffen
- Fremdkörpersicherheit bei fast allen Metallen

Für den Landwirt als Auftraggeber bekannte Kriterien und Argumente. Doch welche Kriterien sind für den Einzelbetrieb entscheidend? Die Schlagkraft oder die Kosten? Denn selten sind höchste Schlagkraft und

niedrigste Kosten in Einklang zu bringen. Immerhin sprechen noch für den Ladewagen einige wichtige Argumente:

- hohe Schlagkraft
- gute Schnittqualität
- günstiger Leistungsbedarf und damit Energieverbrauch
- einfache Logistik
- geringes Ausfallrisiko
- hohe Nutzlasten
- Fremdkörpersicherheit bei Steinbesatz
- gute Ergänzung zur bestehenden Erntemechanisierung beim Kunden

Von daher sind in Abhängigkeit der Betriebs- und Flächenstrukturen die Verfahrenskosten je t Silage die mitentscheidenden Kriterien. Und diese sind maßgeblich von der Schlagform, -größe und Hof-Feld-Entfernung geprägt. Die Form, Größe und Lage des Schlages entscheidet über einen hohen Wirkungsgrad – sprich Anteil Arbeit von der gesamten Feldzeit. Die Form des Schlages bei gleicher Größe kann bis zu 20 % Unterschied in der praktischen Hektar-Leistung ergeben. Bei Arbeitsbreiten bzw. Schwaden von 7 m Arbeitsbreite sind bei 9 km/h Arbeitsgeschwindigkeit bei ungünstiger Flächenform nur 4 ha/h, bei günstiger Form immerhin 4,8 ha praktische Stundenleistung möglich. Diese Differenzierung setzt sich bis zu Arbeitsbreiten von 15 m fort. Wenn also heute leistungsfähige Großhäcksler mit einer Durchsatzleistung bis über 100 t/h zum Einsatz kommen, bedeutet Schlagkraft günstige Schlaggrößen und -formen, Häckseltransportwagen mit großem Volumen, hohe Häckselgeschwindigkeiten und besonders hohe Schwadgewichte.

### **Schwadgewicht ist entscheidend**

Da es beim Häcksler immer um die Kombination Häcksler plus Transporteinheit geht und die beiden Fahrer möglichst synchron ihre Arbeiten verrichten, sind die möglichen Arbeitsgeschwindigkeiten beschränkt. Zwischen 8 und 12 km/h dürfte die idealste Geschwindigkeit liegen, ohne zusätzlichen Stress zu erzeugen und die Feldverluste ansteigen zu lassen. Die Bergeleistung wird dann entscheidend von der Schwadstärke beeinflusst. Werden Erträge von 35 dt Trockenmasse je ha (entsprechend 2 – 2,4 kg Frischgras je m<sup>2</sup>) und ein Anwelkgrad von 35 % unterstellt, ist eine Anwelkmasse von 10 t/ha, bzw. 1 kg je m<sup>2</sup> gegeben. Bei Schwaden von 7 m Arbeitsbreite sind dann Schwadgewichte von 7 kg je lfdm gegeben. Mit 8 km/h sind dann theoretische Durchsatzleistungen von 56 t/h möglich, abzüglich der Wende-, Rangier- und Leerlaufzeiten bleiben 34 t/h an Bergeleistung übrig. Eine Erhöhung auf 10 km/h ergibt theoretische Leistungen von 70 t/h, wovon effektiv 42 t/h übrig bleiben. Die Erhöhung der Schwadstärke auf 10 kg/lfdm erhöht nicht nur die Schwadstärke um über 40 %, sondern auch die Bergeleistung. Von 56 t auf 80 t/h, bzw. effektiv von 34 t auf 48 t. Sind höhere Ladegeschwindigkeiten möglich, erhöhen sich analog die Bergeleistungen. Nicht umsonst erleben die neuen 4-fach Mittelschwader zur Zeit einen Boom. Mit 12 bis 15 m Arbeitsbreite sind Schwadstärken von 12 bis 15 kg/lfdm möglich. Die Erfahrung der Lohnunternehmer und Maschinenringe zeigt, dass die Bergeleistungen sich rasant verbessern. Bei 8 km/h Ladegeschwindigkeit und gleichmäßiger Schwadform und -stärke sind bei 12 kg/lfdm immerhin 58 t/h bzw.



72 t/h bei 15 kg möglich. Immerhin bis zu 7,2 ha/h. Diese Schlagkraft ist natürlich auch abhängig von einer optimalen Transportlogistik. Und diese ist abhängig von der Feld-Hof-Entfernung. Bei 2 km Entfernung und 10,5 t Nutzlast sind immerhin 3 Transporteinheiten notwendig, um diese hohe Schlagkraft zu erzielen. Eigentlich Spitzenwerte, wenn man dabei berücksichtigt, dass der Häcksler durch Wendemanöver, Einheiten- und Standortwechsel nur max. 70 % seiner theoretischen Durchsatzleistung erzielt hat. Und das ist schon sehr günstig. Eigene Messungen haben Werte zwischen 45 und 75 % ergeben.

Für eine günstige Auslastung bei akzeptablen Kosten sind daher gute Schwadstärken, große Schläge und keine zersplitterte Flurlage notwendig. Werden Kostenansätze von 180 €/h für den Häcksler und 65 €/h für eine Transporteinheit unterstellt, betragen die Bergekosten über 50 €/ha bzw. über 5 €/t ohne Walzen und Kosten für Silageraum im günstigsten Fall.

### **Ladewagen kann Paroli bieten**

Die neue Ladewagengeneration mit Rotationsfördertrommel, bis über 40 Messer und theoretische Schnittlängen bis zu 35 mm erzielen eine hohe Verdichtung, die bei Nutzinhalten von 30 bis 40 m<sup>3</sup> Nutzlasten von 10 bis 14 t notwendig machen. Diese von 40.000 bis 75.000 € teuren Ernteboliden sind sowohl für die Grassilagebergung nutzbar als auch für Häckseltransporte bei der Maisernte einsetzbar. Die für eine Auslastung notwendigen Antriebskräfte bewegen sich ab 150 PS bis weit über 200 PS. Die bisher ermittelten Schnittlängen sehen sehr gut aus. In den entscheidenden Schnittlängenanteilen von 0 bis 80 mm sind immerhin rund 75 % der Gesamtmasse zu finden. Zum Vergleich: Ein 5-Schwingen-Ladewagen kommt in diesem Segment auf bestenfalls 50 % Schnittlängenanteil. Der Häcksler hat 100 % seiner Schnittlänge im Bereich von 0 – 80 mm. Somit liegen die neuen Förder- und Schneidsysteme genau dazwischen. Hohe Ladeleistungen und gute Verdichtung bei ausgereizter Schnittqualität braucht Kraft. Um Ladeleistungen von 160 t/h zu erreichen, sind alleine 80 bis 100 kW an der Zapfwelle gefragt. Plus die Kraft, um das Gespann über die Fläche zu bewegen. Somit sind Schlepper ab 120 kW Voraussetzung, um die technisch mögliche Auslastung nur annähernd ausschöpfen zu können.

### **Kurzer Schnitt braucht Kraft**

Um die Schnittqualität noch weiter zu verbessern und in Richtung Häckselniveau zu bekommen, sind beim 35 mm-Schnitt mindestens 200 bis 250 PS Antriebsleistung notwendig. Gleichmäßig geformte Schwaden mit hoher Schwadstärke von mindestens 10 kg ermöglichen auch hier erst hohe Durchsatzleistungen. Gegenüber dem Häcksler hat der Ladewagen den Vorteil, dass der Standort- bzw. Schlagwechsel nicht so sehr die Bergeleistung reduziert. Dennoch hat der Ladewagen seine Grenzen. Und die liegen in der Feld-Hof-Entfernung. Denn mit zunehmendem Transportanteil konkurriert der teure Ladewagen mit dem preiswerteren Häcksel-Transportwagen. Das macht sich in den Verfahrenskosten klar bemerkbar. Bei Hof-Feld-Entfernungen von 2 km, Schwadstärken von 10 kg und 10 km Ladegeschwindigkeit liegen die Kostenvorteile mit knapp 5 €/t gegenüber knapp 6 €/t beim Ladewagen. Diese Verhältnisse kippen zu Gunsten des Häckslers um, wenn hierfür die besten Schwadstärken erzielt und größere Hof-Feld-Entfernungen zu überbrücken sind. Ab 4 bis 5 km Hof-Feld-Entfernung bewegen sich die Erntekosten zu Gunsten des Häckslers. Und das unter Beibehalt der hohen stündlichen Flächenleistungen. Eine Grenze kann einerseits die Ladeleistung und die Transportentfernung sein. Andererseits die Silier-

kosten. Denn gegenüber der Häckselsilage kann die mögliche Verdichtung geringer und damit mehr Siloraumbedarf und Folie notwendig sein. Und je nach Kostenansätzen, ob 50 €/m<sup>2</sup> oder 100 €/m<sup>2</sup> Silolagerfläche, liegen die reinen Silierkosten für Walzen, Silo, Folie, Schutznetz, Sandsäcke und Abdecken noch einmal bei 9 bis 13 €/t. Bei einer höheren möglichen Dichte von bis zu 10 % mehr bei Häckselsilage, sind die Kosten entsprechend geringer.

### **Rundballen eine Alternative?**

Die Grassilierung in Rundballen hat immer noch seine Befürworter. In gewissen Einsatzsituationen nachvollziehbar. Aber nicht für die gesamte Grassilagemenge. Denn ein Ballen von 1,20 m Breite und 1,25 m Durchmesser hat ein Volumen von knapp 1,5 m<sup>3</sup>. Bei Pressdichten von 180 - 200 kg Trockenmasse und 35 % Anwelkgrad, ein Gewicht von etwa 800 kg. Werden für Pressen, Wickeln, Transport und Stapeln 15 € inkl. MwSt. angerechnet, kostet die Tonne Silage frei Lagerplatz fast 19 €. Diese hohen Kosten werden beim Häcksler bzw. Ladewagen bei Hof-Feld-Entfernungen von über 10 km erst erreicht. Kurz umschrieben, lohnt sich die Rundballensilage nur bei

- sehr weiten Hof-Feld-Entfernungen
- unterschiedlichen Schnittreifen der Aufwüchse
- geringen Futtermengen je Flächeneinheit
- Erntemengen unter 150 m<sup>3</sup> bzw. 100 t
- geringen Kostenansätzen für den Transport
- zu geringem Futtervorschub am Fahrsilo
- knapper Beifütterung zur Weide

Daher ist für den Lohnunternehmer eine Rundballenpresse nur als Ergänzungstechnik für die o.a. Einsatzverhältnisse von Bedeutung und Interesse. Das gilt im übrigen auch für den Einsatz einer Quaderballenpresse. Hier zeichnet sich jedoch bei der Silierung im Doppelpacken eine interessante Alternative ab. Mit der Doppelpackensilierung, wo zwei Packen gestapelt und anschließend gewickelt werden, können größere Ballenabmessungen gewählt werden. Zwei Packen von 1,6 bis 1,8 m Länge gestapelt ergeben ein Paket mit den Abmessungen von 1,20 m Breite, 1,40 m Höhe und 1,6 bis 1,8 m Länge. Dieser Stapel beinhaltet ein Volumen von ca. 2,9 m<sup>3</sup> und eine Masse von 1,3 bis 1,6 t. Werden 25 € incl. MwSt. je Stapel für Pressen, Wickeln und Stapeln mit dem Teleskoplader angesetzt, betragen die Kosten pro t etwa 18 €, ohne Laden auf dem Feld und Transport. Ein System für Betriebe mit großen Flächenanteilen bei weiten Hof- Feldentfernungen. Die Schnittqualitäten kommen, wie bei den Rundballen, nicht an die des Ladewagen heran. Hubstarke Entnahmetechnik ist dann ebenfalls notwendig.

**Wir halten fest:**

Der Ladewagen ist bei zersplitterter Flurlage und kleiner Schlaggröße eine Alternative zum Häcksler. Hier ist er in der Lage, unter Ausnutzung der vorhandenen Schwadtechnik, hohe Bergeleistungen bei günstigen Verfahrenskosten umzusetzen. Gute Schnittqualität und hohe Verdichtung bei hohen Nutzlasten machen aber leistungsstarke Schlepper ab 150 PS notwendig. Die Grenze der Verfahrenskosten wird durch die Stundenkosten bestimmt. Bei 100 €/h liegt der Schwellenwert bei einer Hof-Feld-Entfernung von 7 bis 8 km. Sind 130 €/h zu zahlen, sinkt der Wert auf 4 bis 5 km. Denn der Transportanteil wird über den Ladewagen sonst zu teuer erkaufte. Für den Häcksler spricht die hohe stündliche Bergeleistung, die entsprechende Schwadstärken, Schlagstrukturen und Logistik erforderlich macht. Die Rundballen- bzw. Packensilage ist eine Alternative bei sehr weiten Entfernungen und geringen Bergemassen. Ein Verfahren, das der Lohnunternehmer und Maschinenring zur Auslastung neben Heu und Strohbergung nutzen sollte.

