

Riswicker Ergebnisse 1/2015

Ganzpflanzensilagen aus Weizen, Roggen und Triticale

Untersuchungen

- **zum Einfluss der Schnitthöhe auf den Trockenmasseertrag**
- **zum Einsatz von Siliermitteln**
- **zum Futterwert in Abhängigkeit der Schnitthöhe**
- **zu den Methanerträgen**

Fachbereich Tierproduktion: Dr. Martin Pries, Annette Menke

VBZL Haus Riswick, Kleve: Ludger Steevens

www.riswick.de und www.landwirtschaftskammer.de

Impressum:

Herausgeber: Fachbereich 71 – Tierproduktion, Münster

Redaktion: Dr. Martin Pries, Tel.: 02 51 / 23 76 – 9 13
martin.pries@lwk.nrw.de

Annette Menke, Tel.: 02 51 / 23 76 – 6 13
annette.menke@lwk.nrw.de

in Zusammenarbeit mit:

Dr. Klaus Hünting, Ludger Steevens, Christa Wolzenburg
Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Riswick, Kleve

Dr. Martin Schmid, Fachbereich 61 - Landbau, Nachwachsende Rohstoffe,
Bonn

Druck:

Fachbereich 12, Digitaldruckcenter Bonn

| Inhalt | Seite |
|---|--------------|
| 1 Einleitung..... | 6 |
| 1.1 Einfluss der Schnitthöhe auf Trockenmassegehalt und Trockenmasseertrag | 6 |
| 1.2 Silierung von Getreideganzpflanzensilagen | 6 |
| 1.3 Futterwert von Ganzpflanzensilage unterschiedlicher Getreidearten | 7 |
| 2 Material und Methoden..... | 7 |
| 2.1 Silierversuche | 7 |
| 2.2 Verdaulichkeitsmessungen..... | 8 |
| 3 Ergebnisse | 10 |
| 3.1 Einfluss der Schnitthöhe auf Trockenmassegehalt und -ertrag | 10 |
| 3.2 Silierversuche | 11 |
| 3.3 Verdaulichkeitsmessungen..... | 16 |
| 3.3.1 GPS aus Weizen | 16 |
| 3.3.2 GPS aus Roggen..... | 19 |
| 3.3.3 GPS aus Triticale..... | 20 |
| 3.3.4 Einfluss der Schnitthöhe | 22 |
| 3.3.5 Vergleich mit der Energieschätzgleichung..... | 23 |
| 3.4 Methanerträge von Weizen-, Roggen- und Triticale-GPS Ernte 2013..... | 24 |
| 4 Diskussion und Schlussfolgerung..... | 25 |
| 4.1 Silierung | 25 |
| 4.2 Futterwert | 25 |
| 5 Literatur | 27 |

| <u>Tabellenverzeichnis</u> | Seite |
|--|--------------|
| Tab. 1: TM-Gehalte der Prüffutter und verabreichte Futtermengen | 10 |
| Tab. 2: Trockensubstanzgehalt und Trockenmasseertrag in Abhängigkeit der Stoppelhöhe von Weizen-, Roggen- und Triticale-GPS, Ernte 2014 | 11 |
| Tab. 3: Inhaltstoffe der Ausgangsmaterialien 2013 und 2014 | 11 |
| Tab. 4: Übersicht Gärparameter Versuch 2013, n = 3..... | 13 |
| Tab. 5: Übersicht Gärparameter Versuch 2014, n = 3..... | 15 |
| Tab. 6: Nährstoffgehalte der geprüften GPS aus Weizen | 17 |
| Tab. 7: Verdaulichkeit der Rohnährstoffe und Energiegehalt von Weizen-GPS..... | 18 |
| Tab. 8: Nährstoffgehalte der geprüften GPS aus Roggen, 2013-14, n = 4..... | 19 |
| Tab. 9: Verdaulichkeit der Rohnährstoffe und Energiegehalt von Roggen-GPS | 20 |
| Tab. 10: Nährstoffgehalte der geprüften GPS aus Triticale, 2013-14, n = 3..... | 21 |
| Tab. 11: Verdaulichkeit der Rohnährstoffe und Energiegehalt von Triticale-GPS.... | 21 |
| Tab. 12: Nährstoffgehalte, Verdaulichkeiten der organischen Masse und Energiegehalte bei unterschiedlicher Stoppellänge von Weizen-, Roggen- und Triticale-GPS, Ernte 2014..... | 22 |
| Tab. 13: Methanerträge von Weizen-, Roggen- und Triticale-GPS Ernte 2013 ermittelt mit dem Hohenheimer Biogastest (HBT) | 24 |

| <u>Abbildungsverzeichnis</u> | Seite |
|--|--------------|
| Abb. 1: Erntetechnik | 7 |
| Abb. 2: Gehäckseltes Erntegut | 7 |
| Abb. 3: Lagerstabilität im Versuchsjahr 2013 (n = 3) | 12 |
| Abb. 4: Lagerstabilität im Versuchsjahr 2014 (n = 3) | 14 |
| Abb. 5: Abweichung des geschätzten Energiegehaltes vom berechneten Energiewert auf Basis der Verdaulichkeitsmessung am Hammel bei Weizen-, Roggen- und Triticale-GPS | 23 |

Verzeichnis der Abkürzungen

| | |
|---------------|---|
| ADFom | Säure-Detergenzien-Faser, aschefrei (acid detergent fibre) |
| aNDFom | Neutral-Detergenzien-Faser, amylasebehandelt, aschefrei (neutral detergent fibre) |
| chem | chemisch |
| dOM | Verdauliche organische Masse |
| ELOS | Enzymlöslichkeit der organischen Substanz, Cellulase-Löslichkeit |
| Gb | Gasbildung |
| GfE | Gesellschaft für Ernährungsphysiologie |
| heMSB | Heterofermentative Milchsäurebakterien |
| hoMSB | Homofermentative Milchsäurebakterien |
| ME | Umsetzbare (metabolische) Energie |
| MJ | Mega-Joule |
| MLF | Milchleistungsfutter |
| n | Anzahl |
| NEL | Nettoenergie-Laktation |
| NFC | Nichtfaser-Kohlenhydrate (non-fibre carbohydrates) =TM-(XA+XL+XP+NDFom) |
| OR | organischer Rest (TM-XA-XL-XF) |
| oTS | organische Trockensubstanz |
| TM | Trockenmasse |
| XA | Rohasche |
| XF | Rohfaser |
| XL | Rohfett |
| XP | Rohprotein |

Ganzpflanzensilagen aus Weizen, Roggen und Triticale

1 Einleitung

Aus Fruchtfolge- und phytosanitären Gründen kann alternativ zum Silomais Getreideganzpflanzensilage (GPS) zukünftig eine größere Bedeutung für die Gewinnung von Wiederkäuerfutter und Substrat für Biogasanlagen erlangen. Vor diesem Hintergrund wurden in den Jahren 2013 und 2014 umfangreiche Untersuchungen zur Silierbarkeit, zum Ertrag und zum Biogaspotential sowie zum Futterwert von GPS aus verschiedenen Getreidearten durchgeführt.

1.1 Einfluss der Schnitthöhe auf Trockenmassegehalt und -ertrag

Der Einfluss der Schnitthöhe auf den Ertrag und Trockenmassegehalt von Getreide GPS für die verschiedenen Getreidearten wurde in 2014 im Rahmen der Landessortenversuche Getreide-GPS in Merfeld untersucht. Messungen zum Biogaspotential von GPS aus verschiedenen Getreidearten erfolgten mit Material aus der Ernte 2013.

1.2 Silierung von Getreideganzpflanzensilagen

Aufgrund des geringen Gehaltes an puffernden Substanzen sind Getreideganzpflanzensilagen auch bei nur moderaten Zuckergehalten als leicht silierbar einzustufen (Jänicke, 2011). Aufgrund dieser guten Silierbarkeit in Verbindung mit geringer Verdichtung können sie jedoch eine geringere aerobe Stabilität besitzen.

Um Möglichkeiten aufzuzeigen, die Nacherwärmung zu verzögern, wurde ein Laborsilo-Versuch durchgeführt bei dem Produkte zur Reduktion der Nacherwärmung getestet wurden. Des Weiteren ist in der Literatur beschrieben, dass bei Getreideganzpflanzen-Silagen trotz ihrer guten Vergärbarkeit regelmäßig das Auftreten von Buttersäure als unerwünschtes Fermentationsprodukt festgestellt werden kann (Weißbach und Haaker; 1988). Um diese Buttersäuregärung zu unterdrücken wurden in ergänzenden Laborsiloversuchen ebenfalls Modellsilagen erstellt, bei denen gezielt Produkte zur Reduktion der Clostridienaktivität zum Einsatz kamen.

1.3 Futterwert von Ganzpflanzensilage unterschiedlicher Getreidearten

Die energetische Bewertung der GPS mit Hilfe von Schätzgleichungen ist derzeit noch mit gewisser Unsicherheit behaftet, da die Datenlage aus Verdaulichkeitsmessungen vom Umfang her nicht zufriedenstellend ist. Vor diesem Hintergrund wurden Verdaulichkeitsmessungen mit GPS von Weizen, Roggen und Triticale vorgenommen.

2 Material und Methoden

2.1 Silierversuche

Für die Laborsilo-Versuche wurden in den Jahren 2013 und 2014 jeweils Weizenpflanzen aus den Landessortenversuchen verwendet. Im Jahr 2013 erfolgte die Prüfung mit Sortenmischungen aus Randparzellen des Versuchsstandortes „Merfeld“ der Landwirtschaftskammer NRW. Im Jahr 2014 wurden die Versuche mit Ausgangsmaterial der Winterweizensorte „Boxer“ vom Versuchsstandort „Neenrathshof“ der Landwirtschaftskammer NRW durchgeführt. Geerntet wurde das Material jeweils im Stadium BBCH 83 – 85, frühe Teigreife, am 02.07.2013 bzw. am 23.06.2014 mit einem traktorbetriebenen Häcksler in Frontanbau.



Abb. 1: Erntetechnik



Abb. 2: Gehäckseltes Erntegut

Unmittelbar nach dem Häckseln erfolgte das Einsilieren in Laborsilos gemäß den DLG Richtlinien zum Testen von Silierzusatzstoffen (DLG 2013).

Im Versuch des Jahres 2013 lag der Prüfungsschwerpunkt bei der Verbesserung der aeroben Stabilität. Dementsprechend wurde neben der unbehandelten Kontrolle Material einsiliert, was mit einem biologischen Präparat (heMSB) zur Verbesserung der aeroben Stabilität (DLG Gütezeichen WRII) beimpft wurde. Des Weiteren erfolgte eine Behandlung mit einem chemischen Produkt (chem; ebenfalls DLG Gütezeichen WRII) mit den wirksamen Inhaltsstoffen Natriumbenzoat und Natriumpropionat.

Der erste Test auf aerobe Stabilität erfolgte nach 49 Tagen Lagerdauer, bei dem das Material nach 28 und 42 Tagen für jeweils 24 Stunden unter Sauerstoffstress gesetzt wurde. Der Test mit dem 90 Tage gelagerten Material erfolgte ohne vorherigen Luftstress.

2.2 Verdaulichkeitsmessungen

Im Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Riswick wurden Verdaulichkeitsmessungen mit GPS gemäß den Vorgaben der GfE (1991) durchgeführt. Geprüft wurden sechs GPS aus Weizen, vier GPS aus Roggen und vier GPS aus Triticale. Das Prüfmaterial entstammte überwiegend Anbau- und Sortenversuchen der Landwirtschaftskammer NRW am Standort Dülmen-Merfeld aus den Jahren 2013 und 2014. Über die pflanzenbaulichen Maßnahmen in den beiden Jahren informiert die Übersicht 1. Geerntet wurde das Material im Stadium BBCH 83 – 85, frühe Teigreife, am 02.07.2013 bzw. am 07.07.2014. Die Ernte 2014 wurde bei jeder Getreideart in 10 bzw. 30 cm Stoppelhöhe durchgeführt.

Bei der Weizen-GPS wurden drei Prüfungen aus dem Jahr 2005 berücksichtigt, in denen das Material bei Landwirten aus Praxissilomieten gewonnen wurde. Die Entnahme erfolgte an der neu abgeschnittenen Anschnittsfläche.

Übersicht 1: Anbautechnische Daten der GPS-Versuch in Dülmen-Merfeld

| Getreideart/ Maßnahmen | Winterweizen | Winterroggen | Wintertriticale |
|---------------------------|---|--|---|
| Anbaujahr 2013 | | | |
| Saatstärke | 340 K/m ² | 250 K/m ² | 310 K/m ² |
| Düngung | | | |
| EC 25 | 110-130 kg N + Piadin | 100-120 kg N + Piadin | 110-130 kg N + Piadin |
| EC 33/37 | 90-70 kg N | 80-60 kg N | 90-70 kg N |
| Pflanzenschutz | | | |
| EC 31/32 | 0,5 l CCC + 0,2 l Mod- dus + 1,0 l Input Xpro + 0,15 l Talius | 1,3 l CCC + 0,5 l Cam- posan + 1 l Capalo | 1,5 l CCC + 0,3 l Cam- posan + 1,25 l Capalo |
| EC 37 | | 1,0 l Pronto Plus +0,4 l Camposan | |
| EC 39-49 | | | 0,8 l Juwel Top +0,4 l Camposan |
| Anbaujahr 2014 | | | |
| Saatstärke | 340 K/m ² | 250 K/m ² | 310 K/m ² |
| Düngung | | | |
| EC 25 | 110-130 kg N+ Piadin | 100 kg N+ Piadin | 110-130 kg N+ Piadin |
| EC 29/30 | | | |
| EC 33-37 | 90-70 kg N | 80 kg N | 90-70 kg N |
| Pflanzenschutz | | | |
| EC31/32 | 0,7 l CCC + 0,2 l Mod- dus + 1,0 l Input Clas- sic + 0,2 l Talius | 1,2 l CCC + 0,3 l Mod- dus bzw. 0,3 l Campo- san extra /Cerone 660 + 0,75 l Pronto Plus | 1,0 l bis 1,5 l CCC + 0,3 l Camposan extra /Cerone 660 + 1,5 l Capalo |
| nach Befalls- lage | 1,0 l Aviator Xpro 2,5 l Osiris | 1,6 l Osiris + 0,8 Dia- mant, 1,25 l Skyway Xpro | 2,0 l Osiris + 0,4 l Cam- posan |

Besonderheit 2014: hoher Gelbrostbefall, deshalb zusätzliche Behandlung notwendig, letzte Behandlung am 02. Juni

Zu den Ernteterminen waren in beiden Jahren auf den Pflanzenbeständen keine Krankheitserscheinungen erkennbar. Das Erntegut wurde unmittelbar nach der Ernte in 200 l Fässern einsiliert, zum VBZL Haus Riswick transportiert und nach mehr als 90-tägiger Lagerdauer mit der Verdaulichkeitsmessung begonnen.

Jedes Futter wurde an vier Hammeln geprüft. Die täglich je Tier verabreichten Futtermengen sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Es wurde zwischen 853 und 1.023 g Trockenmasse je Tier und Tag verabreicht. Zur Stickstoffergänzung kamen jeweils 15 g Futterharnstoff zum Einsatz.

Tab. 1: TM-Gehalte der Prüffutter und verabreichte Futtermengen

| Getreideart, Erntejahr, Sorte, Stoppelhöhe | TM-Gehalt, % | Futtermenge frisch, g/Tier/Tag | Futterharnstoff, g/Tier/Tag | TM-Aufnahme, g/Tier/Tag |
|---|---------------------|---------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Weizen 2005_01 | 47,4 | 1.800 | 15 | 853 |
| Weizen 2005_02 | 41,6 | 2.100 | 15 | 874 |
| Weizen 2005_03 | 34,4 | 2.700 | 15 | 929 |
| Weizen, 2013; Inspiration | 33,3 | 3.100 | 15 | 1.032 |
| Roggen, 2013_01, Magnifico | 32,3 | 3.100 | 15 | 1.001 |
| Roggen, 2013_02, Brasseco | 32,1 | 3.100 | 15 | 995 |
| Triticale, 2013_01, Cosinus | 32,5 | 3.100 | 15 | -* |
| Triticale, 2013_02, Dinaro | 28,8 | 3.320 | 15 | 956 |
| Weizen, 2014, Boxer 10 cm | 30,2 | 3.000 | 15 | 906 |
| Weizen, 2014, Boxer 30 cm | 31,3 | 2.900 | 15 | 908 |
| Roggen, 2014, Progas 10 cm | 35,1 | 2.600 | 15 | 913 |
| Roggen, 2014, Progas 30 cm | 37,1 | 2.400 | 15 | 905 |
| Triticale, 2014, Balu 10 cm | 32,6 | 2.800 | 15 | 913 |
| Triticale, 2014, Balu 30 cm | 34,1 | 2.600 | 15 | 887 |

*größere Futterreste bei allen Tieren, Versuchsabbruch

Nach einer 14-tägigen Anfütterungsdauer wurden über sieben Tage Futter und Kot quantitativ erfasst und anschließend repräsentative Proben für die chemischen Analysen nach den methodischen Vorgaben des VDLUFA an die LKS, Lichtenwalde bzw. LUFA NRW, Münster übersandt. Die Energieberechnungen für die umsetzbare (ME) und für die Nettoenergie Laktation (NEL) erfolgten gemäß den Vorgaben der GfE (2001).

3 Ergebnisse

3.1 Einfluss der Schnitthöhe auf Trockenmassegehalt und -ertrag

Die Erhöhung der Stoppellänge von 10 auf 30 cm bewirkte bei den Getreidearten Roggen und Triticale einen um 4 bis 6 %-Punkte höheren TM-Gehalt. Dagegen stieg der TM-Gehalt bei Weizen nur um rund 2 %-Punkte. Im Ertrag war der Einfluss der Schnitthöhenveränderung besonders bei Weizen und Roggen erkennbar. Diese beiden Getreidearten zeigten bei einer normalen Schnitthöhe von 10 cm einen Tro-

ckenmasseertrag um 160 dt TM/ha. Dieser fiel durch die Schnitthöhenveränderung auf 30 cm um 17-21 % auf rund 130 dt TM/ha. Dagegen wurde bei der Triticale durch den Hochschnitt lediglich ein Rückgang des Ertrags um 8,3 % festgestellt. Damit sind die Ertragseinbußen bei Triticale durch einen Hochschnitt auf 30 cm rund halb so hoch wie bei Weizen und Roggen. Die Ergebnisse können der Tabelle 2 entnommen werden.

Tab. 2: Trockensubstanzgehalt und Trockenmasseertrag in Abhängigkeit der Stoppelhöhe von Weizen-, Roggen- und Triticale-GPS, Ernte 2014

| Getreideart Stoppelhöhe | Weizen | | Roggen | | Triticale | |
|------------------------------|--------------|-------|--------------|-------|-------------|-------|
| | 10 cm | 30 cm | 10 cm | 30 cm | 10 cm | 30 cm |
| Trockenmassegehalt, % | 33,2 | 35,3 | 36,2 | 42,6 | 36,3 | 40,1 |
| Trockenmasseertrag, dt TM/ha | 163 | 129 | 158 | 130 | 183 | 168 |
| Veränderung, % | -20,8 | | -17,2 | | -8,3 | |

3.2 Silierversuche

Die Tabelle 3 informiert über die Analysenbefunde für die Ausgangsmaterialien in den Versuchsjahren 2013 und 2014.

Tab. 3: Inhaltstoffe der Ausgangsmaterialien 2013 und 2014

| | 2013 | 2014 |
|--|------|------|
| Trockenmasse, g/kg | 354 | 328 |
| Rohasche, g/kg TM | 44 | 75 |
| Rohprotein, g/kg TM | 82 | 72 |
| Rohfett, g/kg TM | 20 | 13 |
| Rohfaser, g/kg TM | 257 | 273 |
| nutzbares Rohprotein, g/kg | 135 | 109 |
| Ruminale N-Bilanz, g N/kg | -8,4 | -5,9 |
| ME, MJ/kg TM | 10,7 | 8,5 |
| NEL, MJ/kg TM | 6,47 | 4,95 |
| Nitrat, mg/kg TM | 232 | 265 |
| Pufferkapazität (als Milchsäure), g/100g | 1,8 | 2,4 |
| wasserlösliche Kohlenhydrate, g/kg TM | 193 | 44 |
| Vergärbarkeitskoeffizient (VK) | 121 | 47 |

Die Nährstoffgehalte sind im Vergleich zu den Angaben der DLG-Futtermitteltabelle (1997) als produkttypisch zu betrachten. GPS aus Getreide besitzt mit 1,8 bzw. 2,4 g

Milchsäure je 100 g FM eine sehr geringe Pufferkapazität. Die Nitratgehalte sind mit 232 bzw. 265 mg/kg TM ebenfalls als sehr gering einzustufen. Die Höhe der Vergärbarkeitskoeffizienten erlaubt, dass das Material als leicht vergärbar zu betrachten ist.

Bezüglich der Lagerstabilität bei dem 49 Tage gelagerten Material zeigt sich deutlich der positive Effekt der zugesetzten Mittel (s. Abbildung 3). Die Zeitspanne bis zum Erwärmen der Silagen konnte von 2 auf 6 bzw. 12 Tage gesteigert werden.

Die Ausdehnung der Lagerdauer in Kombination mit dem fehlenden Luftstress bewirkte selbst bei den nicht behandelten Silagen eine Verbesserung der Lagerstabilität auf mehr als 12 Tage. Durch die Behandlungen wurde bis zum Ende des Tests jegliche Nacherwärmung verhindert.

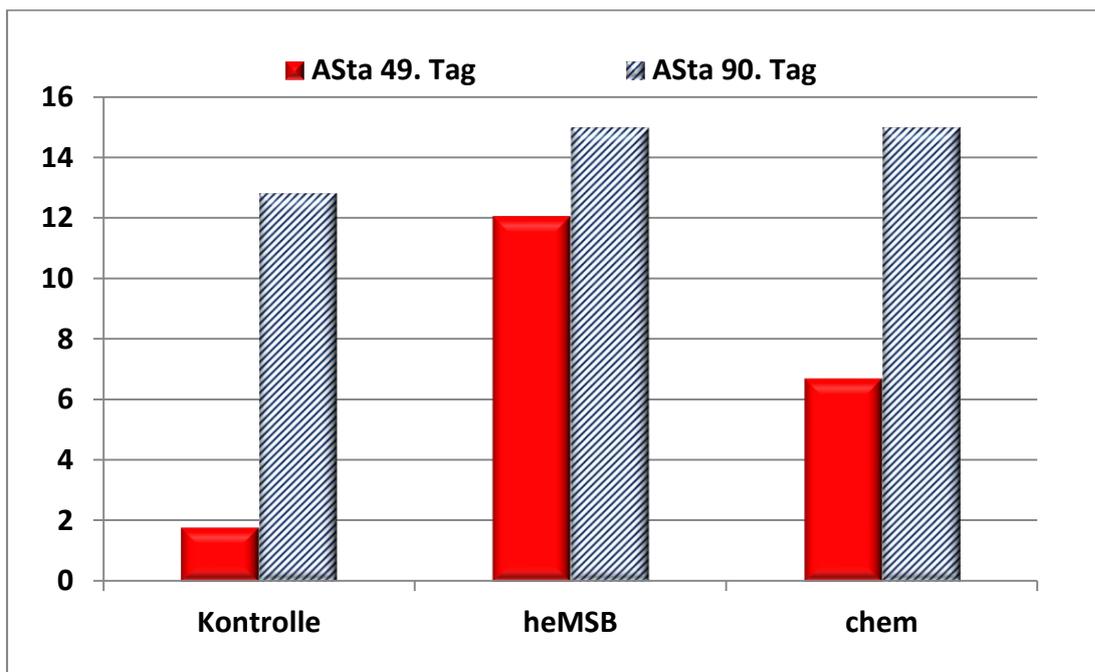


Abb. 3: Lagerstabilität im Versuchsjahr 2013 (n = 3)

Die nachfolgende Tabelle 4 gibt einen Überblick über die im Versuch ermittelten Gärparameter. Während die nach drei und nach 90 Tagen ermittelten pH-Werte nur in sehr geringem Maße zwischen den unterschiedlichen Varianten schwankten, zeigten sich bei den Gehalten an Milch- und Essigsäure deutliche Differenzen. Durch die Beimpfung mit den heterofermentativen Milchsäurebakterien wurde ein deutlicher Anstieg des Essigsäuregehaltes erreicht (50 gegenüber 25 g/kg TM bei den Kontroll-

silagen). Einhergehend mit dem höheren Essigsäuregehalt konnte ein reduzierter Gehalt an Milchsäure bestimmt werden. Die Behandlung mit dem chemischen Produkt zur Verbesserung der Lagerstabilität führte im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle zu vergleichbaren Gehalten an Essigsäure (27 zu 25 g/kg TM) und zu einem etwas höheren Gehalt an Milchsäure (50 zu 38 g/kg TM).

Tab. 4: Übersicht Gärparameter Versuch 2013, n = 3

| | Kontrolle | heMSB | chem |
|----------------------------------|------------------|--------------|-------------|
| pH-Wert 3.Tag | 4,3 | 4,2 | 4,4 |
| pH-Wert | 4,1 | 4,2 | 4,0 |
| Milchsäure, g/kg TM | 38 | 29 | 50 |
| Essigsäure, g/kg TM | 25 | 50 | 27 |
| Buttersäure, g/kg TM | 2 | 3 | 2 |
| NH ₃ -N des Ges.-N, % | 7,1 | 9,0 | 7,9 |
| Gärverluste in % | 5,3 | 7,0 | 4,9 |
| Ethanol, g/kg TM | 12 | 10 | 6 |

Die Variante, die mit heMSB behandelt wurde, zeigte die höchsten Gärverluste, was durch die Umwandlung von Kohlenhydraten zu CO₂ bei der Entstehung der Essigsäure erklärt werden kann. Vergleichbar zur Verbesserung der Lagerstabilität konnte durch die Behandlung sowohl mit heMSB als auch mit dem chemischen Produkt ein Effekt auf den Ethanolgehalt festgestellt werden. Beim biologischen Produkt entsteht die hemmende Wirkung auf die Hefen erst durch die im Laufe des Gärprozesses gebildete Essigsäure. Beim chemischen Produkt ist diese sofort gegeben, wodurch sich der geringste Gehalt an Ethanol in der chemisch behandelten Variante erklären lässt. Unabhängig von der Behandlung wurde trotz der guten Vergärbarkeit von GPS in allen Varianten in geringer Menge Buttersäure (2 - 3 g/kg TM) nachgewiesen. Das Auftreten der Buttersäure war der Auslöser, das Prüfschema für das Jahr 2014 dahingehend zu ändern, dass in dem Jahr Mittel geprüft wurden, die das Entstehen von Buttersäure verhindern sollten. Zum Einsatz kamen ein chemisches Produkt (chem) mit den Wirkstoffen Natriumnitrit und Hexamethylentetramin (DLG Gütezeichen WR 1A; Verbesserung der Gärqualität von schwer silierbarem Material) und zwei Bakterienimpfpräparate (hoMSB I; hoMSB II; beide DLG WR 1B; Verbesserung der Gärqualität von mittelschwer bis leicht vergärbarem Material <35 %TM), von denen das eine zusätzlich noch die reduzierende Wirkung auf Clostridien nachgewiesen hat (DLG Gütezeichen WR 5).

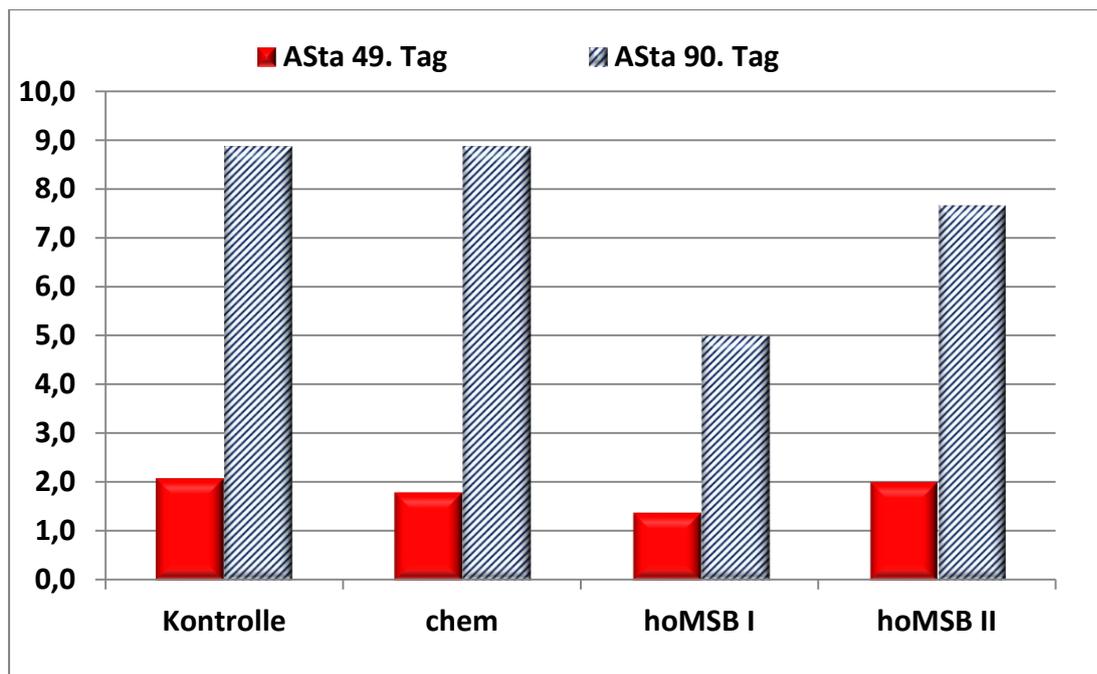


Abb. 4: Lagerstabilität im Versuchsjahr 2014 (n = 3)

Da im Versuchsjahr 2014 keine Produkte eingesetzt wurden, die die aerobe Stabilität verbessern, zeigte sich im Stabilitätstest nach 49 tägiger Lagerdauer mit wiederum zweimaligem Luftstress eine einheitlich geringe Lagerstabilität von etwa 2 Tagen (Abbildung 4), was vergleichbar ist mit dem Ergebnis der nicht behandelten Kontrollsilagen aus dem Vorjahr.

Das 90 Tage gelagerte Material zeigt eine deutlich bessere Lagerstabilität. Die ermittelten Differenzen zwischen den Behandlungen lassen sich aber gut mit den analysierten Gehalten an Essigsäure erklären (siehe Tabelle 5). Einhergehend mit Essigsäuregehalten von 28 bzw. 27 g/kg in der TM zeigten sowohl die Kontroll- als auch die chemisch behandelten Silagen eine sehr gute Lagerstabilität von 9 Tagen. Mit der Reduktion des Essigsäuregehaltes auf 12 bzw. 6 g/kg TM (hoMSB II; hoMSB I) reduzierte sich auch die Lagerstabilität auf 7,5 bzw. nur noch 5 Tage. Mit Ausnahme der Silagen, die mit dem ersten Bakterienpräparat (hoMSB I) geimpft wurden, konnten bei allen Varianten Lagerstabilitäten von etwa acht Tagen oder mehr festgestellt werden.

Nachfolgende Tabelle 5 zeigt die Gärparameter der Silagen aus dem Versuchsjahr 2014. Anders als im Vorjahr waren alle Silagen incl. der unbehandelten Kontrolle frei

von Buttersäure. Anhand der pH-Werte ist ersichtlich, dass die Zugabe des chemischen Mittels (chem) eine Verzögerung in der Ansäuerung bewirkt hat. Mit pH 5,1 war der ermittelte Wert mehr als eine halbe pH-Wertstufe höher als der von den Kontrollsilagen und der mit dem zweiten Bakterienpräparat (hoMSB II) behandelten Silagen. Die intensivste Ansäuerung wurde durch die Verwendung von „hoMSB I“ erreicht. Hier wurde nach drei Tagen Lagerdauer ein Wert von nur noch pH 3,8 ermittelt.

Tab. 5: Übersicht Gärparameter Versuch 2014, n = 3

| | Kontrolle | chem | hoMSB I | hoMSB II |
|----------------------------------|------------------|-------------|----------------|-----------------|
| pH-Wert 3.Tag | 4,4 | 5,1 | 3,8 | 4,4 |
| pH-Wert | 3,8 | 3,9 | 3,7 | 3,7 |
| Milchsäure, g/kg TM | 70 | 50 | 85 | 95 |
| Essigsäure, g/kg TM | 28 | 27 | 06 | 12 |
| NH ₃ -N des Ges.-N, % | 8,3 | 5,8 | 7,4 | 7,5 |
| Ethanol, g/kg TM | 25 | 7 | 56 | 58 |
| 1,2-Propandiol, g/kg TM | 6 | 8 | 0 | 1 |
| Buttersäure, g/kg TM | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gärverluste in % | 6,9 | 4,8 | 8,7 | 8,7 |

Nach 90 Tagen Lagerdauer wurde nur noch eine geringe Differenzierung der pH-Werte festgestellt. Alle pH-Werte schwankten zwischen pH 3,7 und pH 3,9. Die mit pH 3,7 niedrigsten Werte wurden durch die Behandlung mit den beiden hoMSB Produkten erreicht. Auch die weiteren Gärparameter belegen die homofermentative Wirkung der eingesetzten Produkte, wie: höchste Gehalte an Milchsäure (85 bzw. 95 g/kg TM) und die im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle deutlich reduzierten Gehalte an Essigsäure. Durch die fehlende Essigsäure konnten sich gerade in den beiden biologisch behandelten Varianten sehr hohe Ethanolgehalte von 56 bzw. 58 g/kg TM bilden. Diese hohen Alkoholgehalte sind demnach auch die Ursache für die in diesen Varianten festzustellenden höchsten Gärverluste (jeweils 8,7 gegenüber 6,9 % in der Kontrolle). Den Ergebnissen nach wurden durch die Verwendung des chemischen Mittels, das eigentlich zur Hemmung von Clostridien gedacht war, auch die in der frühen Phase der Silierung vorhandenen Hefen, die für die Entstehung des Alkohols verantwortlich sind, unterdrückt. Mit dem geringsten Ethanolgehalt von nur 7 g/kg TM lassen sich auch die geringsten Gärverluste von weniger als 5 % erklären.

3.3 Verdaulichkeitsmessungen

Von den 14 Futtern konnten 13 Futter ohne Auffälligkeiten in der Akzeptanz und der Kotkonsistenz geprüft werden. Die Triticale-GPS der Sorte Cosinus aus dem Jahr 2013 wurde bereits in der Vorbereitungsfütterung von allen vier Tieren so schlecht gefressen, dass die Prüfung abgebrochen werden musste und keine verwertbaren Nährstoffverdaulichkeiten ermittelt werden konnten. Die Silage roch deutlich nach Lösungsmittel.

3.3.1 GPS aus Weizen

Die Tabelle 6 zeigt die mittleren Nährstoffgehalte sowie deren Schwankungsbereiche der sechs geprüften Weizen GPS. Zur Einordnung der Befunde erfolgt ein Vergleich mit den Werten der DLG Futterwertabelle (1997). Die Weizen-GPS wurden bei einem mittleren TM-Gehalt von 36,4 % mit einer Spanne von 30,2 - 47,4 % geerntet, womit vergleichbare Größenordnungen zu den DLG-Angaben vorliegen. Mit im Mittel 54 g/kg TM Rohasche und 96 g/kg TM Rohprotein sind die Silagen als asche- bzw. rohproteinarm zu bezeichnen. Der Rohfasergehalt befindet sich mit 224 g/kg TM auf einem Niveau, das laut DLG-Tabelle für Weizen-GPS mit etwa 50 % Kornanteil Gültigkeit hat. Der Gehalt an Rohstärke beträgt 207 g/kg TM bei einem großen Schwankungsbereich von 108 bis 303 g/kg TM. Die Gasbildung liegt bei gut 49 ml/200 mg TM. Die Differenz zwischen Minimum und Maximum beträgt etwa 8 ml/200 mg TM, womit hier die relative Variabilität geringer ausfällt als bei den Rohnährstoffen. Gleiches gilt auch für die ELOS-Gehalte.

Die Gehalte an Mineralstoffen sind als niedrig zu betrachten. Bei den Gärsäuren überwiegt mit 57,3 g/kg TM der Gehalt an Milchsäure, gefolgt von der Essigsäure mit 22,3 g/kg TM. Die Säuremengen sind ausreichend, um einen niedrigen pH-Wert in Höhe von 3,8 Einheiten zu erreichen. Ethanol konnte in allen Proben in einer mittleren Höhe von 8,1 g/kg TM analysiert werden. Zwei Silagen sind Buttersäure frei, die dritte enthält 8,5 g/kg TM, womit der Orientierungswert in Höhe von 3 g/kg TM deutlich überschritten ist.

Tab. 6: Nährstoffgehalte der geprüften GPS aus Weizen
2005 bis 2014, n = 6

| | Mittelwert | min | max | Weizen, GPS Teigreife, Körneranteil ca. 33 %* | Weizen, GPS Teigreife, Körneranteil ca. 50 %* |
|-----------------------------------|-------------|------|------|--|--|
| Trockenmasse, g/kg | 364 | 302 | 474 | 300 | 450 |
| Rohasche, g/kg TM | 54 | 42 | 70 | 77 | 60 |
| Rohprotein, g/kg TM | 96 | 78 | 108 | 95 | 93 |
| Rohfett (HCl), g/kg TM | 19 | 14 | 30 | 20 | 19 |
| Rohfaser, g/kg TM | 224 | 204 | 249 | 291 | 227 |
| Organischer Rest, g/kg TM | 703 | 679 | 728 | | |
| Stärke, g/kg TM | 207 | 108 | 303 | 166 | 279 |
| Ges.Zucker (Saccharose), g/kg TM | 39 | 16 | 84 | 20 | 10 |
| aNDFom, g/kg TM | 411 | 383 | 499 | | |
| ADFom, g/kg TM | 235 | 216 | 258 | | |
| NFC, g/kg TM | 438 | 394 | 471 | | |
| Gasbildung (HFT), ml/200 mg TM | 49,1 | 45,8 | 53,3 | | |
| ELOS (Cellulasetest), g/kg TM | 656 | 628 | 679 | | |
| Calcium, g/kg TM | 2,1 | 1,8 | 2,5 | | |
| Phosphor, g/kg TM | 2,5 | 2,1 | 3,0 | | |
| Natrium, g/kg TM | 0,0 | 0,0 | 0,1 | | |
| Magnesium, g/kg TM | 1,1 | 0,9 | 1,4 | | |
| Kalium, g/kg TM | 12,0 | 9,7 | 14,5 | | |
| pH-Wert | 3,8 | 3,6 | 4,0 | | |
| NH ₃ -N am Gesamt N, % | 11 | 7 | 15 | | |
| Gärqualität, n = 3 | | | | | |
| Buttersäure, g/kg TM | 4,3 | 0,0 | 8,5 | | |
| Essigsäure, g/kg TM | 22,3 | 20,2 | 24,5 | | |
| Ethanol, g/kg TM | 8,1 | 7,6 | 9,2 | | |
| Milchsäure, g/kg TM | 57,3 | 45,8 | 69,6 | | |

*DLG-Futterwerttabelle Wiederkäuer '97

In der Tabelle 7 sind die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe sowie der daraus berechnete Energiegehalt im Vergleich zu den DLG-Daten dargestellt. Die organische Masse wird zu knapp 72 % verdaut, womit die DLG-Werte deutlich übertroffen werden. Dies resultiert in erster Linie aus einer besseren Verdaulichkeit des organischen Rests.

Der berechnete Energiegehalt beträgt 10,3 MJ ME bzw. 6,15 MJ NEL/kg TM. Die Werte sind wiederum deutlich höher als in der DLG-Futterwerttabelle angegeben.

Tab. 7: Verdaulichkeit der Rohnährstoffe und Energiegehalt von Weizen-GPS
n = 6

| | Mittelwert | min | max | Weizen, GPS Teigreife, Körneranteil ca. 33 %* | Weizen, GPS Teigreife Körneranteil ca. 50 %* |
|---------------|-------------------|------|-------|--|---|
| OM, % | 71,9 | 68,8 | 74,0 | 62 | 65 |
| XP, % | 63,9 | 52,6 | 69,8 | 65 | 63 |
| XL, % | 58,0 | 49,7 | 65,6 | 52 | 68 |
| XF, % | 56,9 | 49,2 | 62,1 | 52 | 47 |
| aNDFom, % | 51,9 | 46,3 | 55,5 | | |
| ADFom, % | 52,6 | 49,2 | 54,7 | | |
| OR, % | 77,0 | 75,3 | 79,2 | dNfE, 67 % | dNfE, 72 % |
| ME, MJ/kg TM | 10,26 | 9,84 | 10,67 | 8,59 | 9,29 |
| NEL, MJ/kg TM | 6,15 | 5,84 | 6,43 | 4,97 | 5,45 |

*DLG-Futterwerttabelle Wiederkäuer '97

3.3.2 GPS aus Roggen

Die vier geprüften Roggen-GPS haben einen TM-Gehalt von 34,3 %, siehe Tabelle 8. Mit 256 g/kg TM liegt der Gehalt an Rohfaser oberhalb der Befunde für Weizen-GPS und innerhalb der Angaben der DLG-Tabelle. Der mittlere Stärkegehalt beträgt 200 g/kg TM. Mit 424 g/kg TM liegt der aNDFom-Gehalt leicht oberhalb des Wertes für Weizen-GPS. Die Gasbildungswerte und ELOS-Gehalte sind beim Roggen etwas niedriger als beim Weizen, die Spannen sind hingegen vergleichbar. Auch die Roggen-GPS sind arm an Mineralien. Die Gehalte an Gärsäuren und der pH-Wert deuten auf eine gute Fermentation der Silagen hin.

Tab. 8: Nährstoffgehalte der geprüften GPS aus Roggen, 2013-14, n = 4

| | Mittelwert | min | max | Roggen in der Teig-reife Grünfütter - nicht siliert | |
|----------------------------------|-------------|------|------|---|------------------------|
| | | | | Körneranteil, ca. 33% * | Körneranteil ca. 50 %* |
| Trockenmasse, g/kg | 343 | 321 | 377 | 300 | 450 |
| Rohasche, g/kg TM | 42 | 37 | 47 | 75 | 98 |
| Rohprotein, g/kg TM | 74 | 69 | 77 | 109 | 134 |
| Rohfett (HCl), g/kg TM | 20 | 16 | 28 | 29 | 21 |
| Rohfaser, g/kg TM | 256 | 223 | 276 | 328 | 229 |
| Organischer Rest, g/kg TM | 682 | 654 | 724 | | |
| Stärke, g/kg TM | 200 | 181 | 228 | 246 | |
| Ges.Zucker (Saccharose), g/kg TM | 36 | 20 | 59 | 73 | |
| aNDFom, g/kg TM | 424 | 401 | 436 | | |
| ADFom, g/kg TM | 261 | 244 | 279 | | |
| NFC, g/kg TM | 440 | 413 | 469 | | |
| Gasbildung (HFT), ml/200 mg TM | 47,5 | 44,1 | 51,1 | | |
| ELOS (Cellulasetest), g/kg TM | 623 | 593 | 642 | | |
| Calcium, g/kg TM | 2,1 | 2,0 | 2,2 | | |
| Phosphor, g/kg TM | 2,2 | 1,9 | 2,4 | | |
| Natrium, g/kg TM | 0,0 | 0,0 | 0,1 | | |
| Magnesium, g/kg TM | 0,7 | 0,6 | 0,8 | | |
| Kalium, g/kg TM | 11,5 | 9,8 | 12,8 | | |
| pH-Wert | 4,0 | 3,9 | 4,0 | | |
| NH3-N am Gesamt N, % | 10,2 | 7,2 | 13,0 | | |
| Gärqualität | | | | | |
| Buttersäure, g/kg TM | 3,7 | 0,0 | 7,6 | | |
| Essigsäure, g/kg TM | 18,4 | 15,4 | 20,5 | | |
| Ethanol, g/kg TM | 5,7 | 4,2 | 7,5 | | |
| Milchsäure, g/kg TM | 41,8 | 31,6 | 53,9 | | |

*DLG-Futterwerttabelle Wiederkäuer '97

Aus Tabelle 9 kann entnommen werden, dass die Verdaulichkeit der organischen Masse bei Roggen-GPS im Mittel der vier Prüfungen 66,5 % beträgt. Die DLG-Tabelle weist nur für unsilierten Roggen Verdaulichkeitswerte aus, die höher sind als die hier ermittelten Größen. Im Vergleich zum Weizen fällt die reduzierte Verdaulichkeit auf. Dieser Rückgang der Verdaulichkeit kann nicht in Gänze durch die Unterschiede bei den Roh Nährstoffgehalten erklärt werden. Insbesondere die Verdaulichkeit der Strukturkohlenhydrate, dargestellt in den Größen Rohfaser, aNDFom und ADFom, ist gegenüber Weizen deutlich verringert.

Die aus den Verdaulichkeiten berechneten Energiewerte betragen 9,6 MJ ME bzw. 5,6 MJ NEL/kg TM, womit die Silagen energieärmer sind als nach DLG-Angaben.

Tab. 9: Verdaulichkeit der Roh Nährstoffe und Energiegehalt von Roggen-GPS
n = 4

| | Mittelwert | min | max | Roggen in der Teigreife Grünfütter - nicht siliert | |
|---------------|-------------|------|------|---|---------------------------|
| | | | | Körneranteil ca. 33 %* | Körneranteil ca. 50 %* |
| OM, % | 66,5 | 66,0 | 66,9 | 72 | 70 |
| XP, % | 50,8 | 47,5 | 56,4 | 68 | 65 |
| XL, % | 48,7 | 38,9 | 59,4 | 67 | 63 |
| XF, % | 48,0 | 41,3 | 51,7 | 75 | 64 |
| aNDFom, % | 42,0 | 38,5 | 43,2 | | |
| ADFom, % | 42,5 | 40,3 | 46,1 | | |
| OR, % | 73,8 | 72,8 | 74,4 | dNfE = 71 % | dNfE = 73 % |
| ME, MJ/kg TM | 9,57 | 9,49 | 9,68 | 10,07 | (9,53) |
| NEL, MJ/kg TM | 5,63 | 5,58 | 5,70 | 5,99 | (5,65) |

*DLG-Fütterwerttabelle Wiederkäuer '97

3.3.3 GPS aus Triticale

Die Roh Nährstoffgehalte der Triticale-GPS sind ähnlich denen der Roggen-GPS, siehe Tabelle 10. Auch die in vitro-Größen Gasbildung und ELOS sind vergleichbar. Bezüglich der Verdaulichkeit der organischen Masse befindet sich Triticale-GPS mit 68,9 % genau zwischen den Werten von Weizen- und Roggen-GPS, siehe Tabelle 11. Auch bei den Verdaulichkeiten des organischen Rests und den Strukturkohlenhydraten nimmt die Triticale eine Zwischenstellung ein. Der niedrige pH-Wert in Höhe von 3,9 und die Gär säuregehalte zeigen eine erfolgreich verlaufene Silierung.

Tab. 10: Nährstoffgehalte der geprüften GPS aus Triticale, 2013-14, n = 3

| | Mittelwert | min | max |
|----------------------------------|-------------------|------------|------------|
| Trockenmasse, g/kg | 318 | 288 | 341 |
| Rohasche, g/kg TM | 47 | 41 | 56 |
| Rohprotein, g/kg TM | 75 | 70 | 78 |
| Rohfett (HCl), g/kg TM | 20 | 18 | 21 |
| Rohfaser, g/kg TM | 256 | 243 | 264 |
| Organischer Rest, g/kg TM | 678 | 660 | 695 |
| Stärke, g/kg TM | 162 | 80 | 226 |
| Ges.Zucker (Saccharose), g/kg TM | 28 | 18 | 49 |
| aNDFom, g/kg TM | 435 | 405 | 479 |
| ADFom, g/kg TM | 271 | 246 | 306 |
| NFC, g/kg TM | 424 | 366 | 456 |
| Gasbildung (HFT), ml/200 mg TM | 45,6 | 44,5 | 46,4 |
| ELOS (Cellulasetest), g/kg TM | 629 | 616 | 641 |
| Calcium, g/kg TM | 2,1 | 2,1 | 2,1 |
| Phosphor, g/kg TM | 2,1 | 1,8 | 2,4 |
| Natrium, g/kg TM | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Magnesium, g/kg TM | 0,6 | 0,6 | 0,7 |
| Kalium, g/kg TM | 12,9 | 11,1 | 16,0 |
| pH-Wert | 3,9 | 3,8 | 4,0 |
| NH3-N am Gesamt N, % | 10,1 | 7,5 | 11,7 |
| Gärqualität | | | |
| Buttersäure, g/kg TM | 4,0 | 0,0 | 6,4 |
| Essigsäure, g/kg TM | 25,8 | 23,2 | 29,0 |
| Ethanol, g/kg TM | 7,1 | 2,9 | 13,1 |
| Milchsäure, g/kg TM | 50,3 | 35,9 | 63,0 |

Tab. 11: Verdaulichkeit der Rohnährstoffe und Energiegehalt von Triticale-GPS
n = 3

| | Mittelwert | min | max |
|---------------|-------------------|------------|------------|
| OM, % | 68,9 | 65,2 | 71,1 |
| XP, % | 53,3 | 47,7 | 58,8 |
| XL, % | 52,8 | 42,9 | 59,3 |
| XF, % | 53,5 | 47,7 | 58,0 |
| aNDFom, % | 48,1 | 39,3 | 56,8 |
| ADFom, % | 49,4 | 40,5 | 58,6 |
| OR, % | 75,2 | 72,3 | 77,2 |
| ME, MJ/kg TM | 9,86 | 9,38 | 10,17 |
| NEL, MJ/kg TM | 5,85 | 5,50 | 6,07 |

3.3.4 Einfluss der Schnitthöhe

In der Tabelle 12 sind einige zentrale Rohnährstoffgehalte, Verdaulichkeiten und Energiegehalte für die verschiedenen Getreidearten in Abhängigkeit der Stoppelhöhe dargestellt. Die Erhöhung der Stoppellänge von 10 cm auf 30 cm führt erwartungsgemäß zu einem Abfall der Gehalte an Strukturkohlenhydraten und einem Anstieg der Stärkegehalte. Dies führt bei Weizen- und Triticale-GPS zu einer um gut 5 %-Punkte verbesserten Verdaulichkeit der organischen Masse. Die Energiegehalte erhöhen sich dementsprechend in einer Größenordnung von 0,5 bis 0,6 MJ NEL/kg TM. Beim Roggen führt der höhere Schnitt im vorliegenden Fall zu keiner Veränderung der Verdaulichkeiten sowie der Energiewerte, was nicht zu den Erwartungswerten und den Befunden bei Weizen und Triticale passt.

Tab. 12: Nährstoffgehalte, Verdaulichkeiten der organischen Masse und Energiegehalte bei unterschiedlicher Stoppellänge von Weizen-, Roggen- und Triticale-GPS, Ernte 2014

| Getreideart Stoppelhöhe | Weizen | | Roggen | | Triticale | |
|----------------------------|--------|-------|--------|-------|-----------|-------|
| | 10 cm | 30 cm | 10 cm | 30 cm | 10 cm | 30 cm |
| Rohasche, g/kg TM | 46 | 42 | 37 | 37 | 43 | 41 |
| Rohfaser, g/kg TM | 232 | 211 | 276 | 223 | 261 | 243 |
| Stärke, g/kg TM | 149 | 195 | 194 | 228 | 181 | 226 |
| aNDFom, g/kg TM | 411 | 383 | 430 | 401 | 420 | 405 |
| dOM, % | 68,8 | 74,0 | 66,4 | 66,0 | 65,2 | 70,5 |
| ME, MJ/kg TM | 9,85 | 10,65 | 9,55 | 9,55 | 9,40 | 10,20 |
| NEL, MJ/kg TM | 5,85 | 6,45 | 5,60 | 5,60 | 5,50 | 6,05 |

3.3.5 Vergleich mit der Energieschätzgleichung

Maßgeblich für den Futterwert von GPS ist der energetische Wert der Produkte. Südekum und Arndt (1998) leiten eine Energieschätzgleichung für GPS auf Basis der Größen Rohfaser, Rohasche und Rohprotein ab, die derzeit in den Untersuchungseinrichtungen in Gebrauch ist. Die Anwendung dieser Gleichung führt zu den in der Abbildung 5 dargestellten Unterschieden im Vergleich zur Energieberechnung mittels der Verdaulichkeiten.

Bei allen Getreidearten wird der Energiegehalt durch die Schätzgleichung unterschätzt. Beim Weizen ist die Differenz mit durchschnittlich $-0,7$ MJ ME/kg TM am größten. Die Unterschiede reichen von knapp $-0,4$ bis etwa $-1,1$ MJ ME/kg TM.

Beim Roggen liegt in einem Fall eine Über- und in drei Fällen eine Unterschätzung vor. Im Vergleich zu den anderen Getreidearten fällt die systematische Unterschätzung hier am geringsten aus. Bei der Triticale-GPS beträgt die mittlere Unterschätzung $0,65$ MJ ME/kg TM.

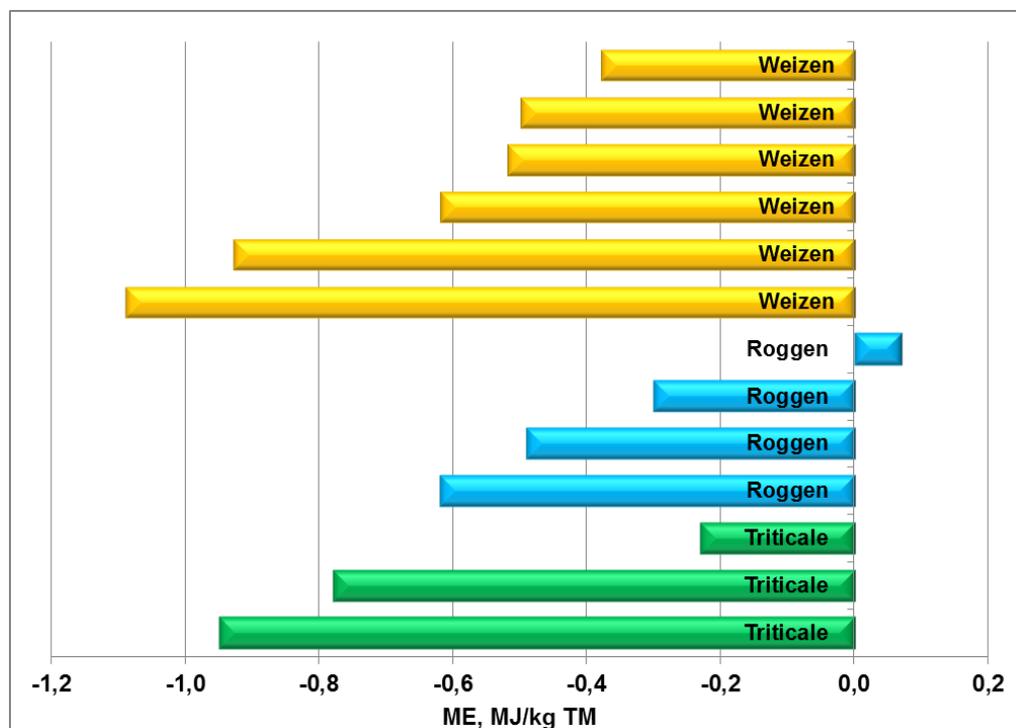


Abb. 5: Abweichung des geschätzten Energiegehaltes vom berechneten Energiewert auf Basis der Verdaulichkeitsmessung am Hammel bei Weizen-, Roggen- und Triticale-GPS

3.4 Methanerträge von Weizen-, Roggen- und Triticale-GPS Ernte 2013

Ausgewählte Sorten der Getreideganzpflanzen wurden nach der Ernte der Landessortenversuche 2013 erntefrisch in ein standardisiertes Laborvergärungsverfahren (Hohenheimer Biogastest HBT) gegeben. Die Methanerträge der drei Wintergetreidearten Weizen, Roggen und Triticale liegen auf einem identischen Ertragsniveau von gut 320 Nm³ CH₄ pro Tonne organischer Trockensubstanz (siehe Tabelle 13). Statistisch unterscheiden sich die drei Arten im Methanertrag nicht signifikant, Sortenunterschiede sind ebenfalls nicht ausgeprägt. Ähnlich wie es auch für die Maissorten gilt, ist für die Biogasproduktion aus GPS der Trockenmasseertrag pro Hektar ausschlaggebend für den Methanhektarertrag. Weiterhin sind die spezifischen Methanerträge pro Masseneinheit in Abhängigkeit der Verweilzeit vergleichbar mit Methanentstehungskurven von Mais, sodass daraus geschlossen werden kann, dass Wintergetreide-GPS ein gutes Kombisubstrat in Biogasanlage ist.

Tab. 13: Methanerträge von Weizen-, Roggen- und Triticale-GPS Ernte 2013 ermittelt mit dem Hohenheimer Biogastest (HBT)

| Getreideart | Methanertrag [Nm³ CH₄ / t oTS] | Spanne [Nm³ CH₄ / t oTS] |
|--------------------|---|---|
| Winterweizen | 323 | 315-329 |
| Winterroggen | 322 | 314-333 |
| Wintertriticale | 320 | 311-325 |

4 Diskussion und Schlussfolgerung

4.1 Silierung

Weizen-GPS ist ein gut zu silierendes Material, bei dem eine ausreichend lange verschlossene Lagerung (mindestens 7 Wochen) die Lagerstabilität deutlich verbessern kann. Der Einsatz von Siliermitteln zur Verbesserung der Lagerstabilität zeigt im Test deutlich positive Effekte.

Trotz der guten Vergärbarkeit von Weizen-GPS ist das Auftreten von Fehlgärungen nicht auszuschließen. Zum einen ist es die Entstehung von Buttersäure in moderaten Mengen, zum anderen die Entstehung von Ethanol. Die für die Bildung von Ethanol verantwortlichen Hefen zeigen hierbei nach den Versuchsergebnissen des Versuchsjahres 2014 eine gewisse Sensitivität gegenüber der chemischen Wirkstoffkombination, die nachgewiesenen Buttersäure bildende Clostridien hemmt.

4.2 Futterwert

Der Futterwert von Getreideganzpflanzensilagen unterliegt sehr großen Schwankungen. Einfluss nehmen vor allem die Getreideart, der Erntezeitpunkt und das Korn-Stroh-Verhältnis. Bezüglich des energetischen Wertes von GPS gibt Steinhöfel (2014) in Anhängigkeit der Halmlänge und des Kornertrages 4,7 bis 6,7 MJ NEL/kg TM an. Die hier geprüften Silagen können alle in diese Spanne eingeordnet werden, so dass sie als produkttypisch anzusehen sind.

Die geprüften Weizen-GPS haben mit durchschnittlich 6,15 MJ NEL/kg TM den höchsten Energiegehalt. Der energetische Wert von Roggen-GPS ist um etwa 0,6 MJ NEL/kg TM und der von Triticale-GPS um 0,3 MJ NEL/kg TM geringer, womit sich eine klare Rangierung darstellen lässt. Ursächlich hierfür sind vor allem Unterschiede in der Verdaulichkeit der organischen Masse, die zum Beispiel zwischen Weizen und Roggen um mehr als 5 %-Punkte differiert. Auch Südekum und Arndt (1998) berichten von einer besseren Verdaulichkeit von Weizen GPS im Vergleich zu GPS aus Gerste. Insbesondere bestehen zwischen den hier geprüften Getreidearten Unterschiede in der Verdaulichkeit der Strukturkohlenhydrate (XF, aNDFom), der beispielsweise beim Vergleich Weizen- zu Roggen-GPS bezüglich der Verdaulichkeit der aNDFom etwa 10 %-Punkte beträgt. Die Differenz in der Verdaulichkeit des or-

ganischen Rests beträgt dagegen nur etwa 4 %-Punkte. Roggen-GPS besitzt damit nicht nur einen höheren Anteil an Strukturkohlenhydraten sondern auch noch eine verringerte Verdaulichkeit dieser Kohlenhydratfraktion.

Durch die Variation der Stoppelhöhe kann bei der Ernte das Korn-Stroh-Verhältnis beeinflusst werden. Mit zunehmender Stoppelhöhe wird der Strohanteil verringert und der Kornanteil erhöht. Dies führt analytisch zu höheren Stärkegehalten und niedrigeren Gehalten an Strukturkohlenhydrate, gemessen über XF, aNDFom oder ADFom. Im vorliegenden Versuch bewirkt der Wechsel der Stoppelhöhe von 10 nach 30 cm eine Verringerung der Rohfasergehalte um 31 g/kg TM oder 12 % relativ. Der mittlere aNDFom-Gehalt sinkt durch den Hochschnitt um 24 g/kg TM, was eine relative Verringerung von 5,7 % bedeutet. Bezüglich des Stärkegehaltes bewirkt der Hochschnitt im Mittel eine Erhöhung um 42 g/kg TM oder 24 % relativ zum Ausgangsgehalt. Die Hochschnitt bedingten Veränderungen sind bei Weizen- und Triticale-GPS nicht so stark ausgeprägt wie bei der GPS aus Roggen.

Beim Roggen ergibt sich trotz der Hochschnitt bedingten Veränderung der Stärke- und Strukturkohlenhydratgehalte keine Veränderung der Verdaulichkeit der organischen Masse und damit einhergehend keine Veränderung im Energiegehalt. Hieraus folgt, dass die unteren Stängelabschnitte bei Roggen eine gleich hohe Verdaulichkeit besitzen wie die oberen Abschnitte, zumindest für das hier untersuchte Reifestadium des Roggens.

Folgende Schlussfolgerungen ergeben sich: Getreideganzpflanzensilagen besitzen eine hohe Variabilität bezüglich ihres energetischen Futterwertes, woraus sich unterschiedliche Einsatzzwecke ergeben können. Partien mit mittlerem Energiegehalt in der Größe von 5,5 MJ NEL/kg TM eignen sich wegen des sehr geringen Mineralgehaltes, insbesondere des Kaliumwertes, sehr gut zur Versorgung der trockenstehenden Kühe und der trächtigen Aufzuchtrinder. Die fehlende Rohproteinmenge könnte gut durch etwa 1 kg Rapsextraktionsschrot je Tier und Tag zugeführt werden. Soll GPS an laktierende Milchkühe oder intensiv wachsende Mastrinder verfüttert werden, sind Maßnahmen zur Erzielung einer erhöhten Energiedichte unbedingt durchzuführen. Hierzu zählen die Wahl der Getreideart und die Festlegung einer geeigneten Stoppelhöhe.

Es sind weitere Verdaulichkeitsmessungen vorzunehmen, um die Ableitung einer genaueren Energieschätzgleichung auf Basis einer größeren Anzahl an Versuchen vornehmen zu können. Die bisherige Schätzgleichung dürfte in vielen Fällen zu keiner realistischen Energiebewertung führen.

5 Literatur

- DLG 1997: DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer, 7. Auflage 1997, DLG-Verlag, Frankfurt.
- DLG 2013: DLG Richtlinien für die Prüfung von Siliermitteln auf DLG-Gütezeichen-Fähigkeit.
- GfE 1991: (Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) Leitlinien zur Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern, J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 65, 229 – 234.
- GfE 2001: (Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder 2001, DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- Jänicke, H.; 2011, Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung; DLG Verlag; S. 27.
- Pries, M.; Menke, A.; Steevens, L.: Verdaulichkeitsmessung an Weizen-GPS, Riswicker Ergebnisse 1/2007, LWK NRW.
- Pries, M.; Menke, A.; Steevens, L.: Bestimmung der Verdaulichkeit und des Energiegehaltes von Weizen-, Roggen- und Triticale-Ganzpflanzensilagen, VDLUFA Schriftenreihe 69, Kongressband 2013 Berlin, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- Südekum, K.-H.; Arndt, E.: Getreide-Ganzpflanzensilagen: Inhaltsstoffe und Futterwert für Wiederkäuer, Übersichten Tierernährung 26 (1998) 87-122.
- Steinhöfel, O.: Hinweise zur Erzeugung von Getreideganzpflanzensilagen, Rekasen-Journal 2014, 21, Heft 41-42, S. 22-23.
- Weißbach, F. und Haacker; 1988; Das wirtschaftseigene Futter; 34; 2/88; S. 88-99.