

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

---

# ***Bioethanol und Schlempeverfütterung***

- Mehrländerprojekt -  
Schriftenreihe Heft 6 / 2007

Schriftenreihe  
**Landwirtschaft und Landschaftspflege  
in Thüringen**

---

Die vorliegende Broschüre ist Bestandteil des Mehrländerprojektes  
„Erzeugung von Ethanolgetreide und Schlempeverfütterung“.  
Das Mehrländerprojekt wird getragen von den Landesanstalten für Landwirtschaft  
der Bundesländer Brandenburg, Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen,  
Sachsen-Anhalt und Thüringen und den Ethanolherstellern  
Mitteldeutsche Bioethanol GmbH und der Südzucker-AG.



Besuchen Sie uns auch im Internet:  
**[www.tll.de/ainfo](http://www.tll.de/ainfo)**

Erschienen als Heft 6/2007 der Schriftenreihe  
„Landwirtschaft und Landschaftspflege in Thüringen.“

### **Impressum**

1. Auflage 2008

Herausgeber: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft  
Naumburger Str. 98, 07743 Jena  
Tel.: (03641) 683-0, Fax: (03641) 683 390  
e-Mail: [pressestelle@tll.thueringen.de](mailto:pressestelle@tll.thueringen.de)

Eigenverlag, Februar 2008

ISSN 0944 - 0348

Die Autoren sind für ihre Artikel eigenverantwortlich.  
- Nachdruck - auch auszugsweise - nur mit Quellenangabe gestattet. -

## Inhaltsverzeichnis

---

Fütterungsversuche zum Einsatz von Trockenschlempe aus der Bioethanolherstellung bei Geflügel <i>Dr. Gerhard Richter, Jürgen Bargholz, Dr. Horst Hartung, Dr. Christine Chudaske, Dr. Thomas Müller-Dittmann und Dr. Winfried Arnhold</i> .....	5
Versuche zum Einsatz von Roggenpress- und Weizentrockenschlempe aus der Bioethanolherstellung in der Milchviehfütterung <i>Silke Dunkel, Dr. Thomas Engelhard und Dr. Hans-Joachim Alert</i> .....	14
Einsatz von getrockneter Weizenschlempe in der Fresseraufzucht <i>Dr. Wolfgang Preißinger, Dr. Hubert Spiekers und Anton Obermaier</i> .....	21
Fütterung Getreideschlempe in der intensiven Lämmermast <i>Dr. Jörg Martin</i> .....	31
Getrocknete Weizenschlempe in der Schweinefütterung <i>Dr. Hans-Joachim Alert</i> .....	37
Untersuchungen zur Lagerung und Konservierung von Roggenpressschlempe aus der Bioethanolherstellung an Milchrinde <i>Dr. Olaf Steinhöfel</i> .....	43
Verhalten von Fusarientoxinen bei der Ethanolherzeugung aus belastetem Getreide <i>Gudrun Hanschmann und Doris Krieg</i> .....	47
Arten- und Sortenempfehlungen für die Erzeugung von Bioethanol für die Bundesländer Thüringen, Sachsen, Brandenburg und Sachsen-Anhalt <i>Dr. Martin Farack, Evelin Schreiber, Christian Guddat, Ines Schwabe, Dr. Gert Barthelmes, Martin Sacher, Marion Böhme und Dr. Gerhard Hartmann</i> .....	55
Düngung zu Ethanolgetreide - Ergebnisse aus Untersuchungen in Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen <i>Dr. Michael Grunert, Dr. Lothar Adam, Dr. Lothar Boese und Hubert Heß</i> .....	66
Substitutionswert und Preiswürdigkeit von Schlempefuttermitteln <i>Dr. Jürgen Müller</i> .....	80
Analytisch-methodische Untersuchungen zur Qualitätssicherung von Getreide und Schlempe in der Bioethanolherstellung (Laboranalytik) <i>Dr. Matthias Leiterer, Jürgen Bargholz, Dr. Dierk Martin und Doris Krieg</i> .....	90



# Fütterungsversuche zum Einsatz von Trockenschlempe aus der Bioethanolherstellung bei Geflügel

*Dr. Gerhard Richter, Jürgen Bargholz, Dr. Horst Hartung (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft), Dr. Christine Chudaske (Südzucker AG), Dr. Thomas Müller-Dittmann (KAWO-Mineralfutterwerk) und Dr. Winfried Arnhold (BASU-Mineralfutterwerk)*

---

## Einleitung

In modernen Anlagen zur Bioethanolherstellung aus Getreide oder anderen kohlenhydratreichen Pflanzen fällt als Nebenprodukt die Schlempe an. Über die Einsatzwürdigkeit der Trockenschlempe aus der Bioethanolherstellung mit dem Handelsnamen „ProtiGrain“ bei Ferkeln und Mastschweinen wurde bereits berichtet (RICHTER et al., 2007). Für Geflügel ist die Schlempe infolge des hohen Nicht-Stärke-Polysaccharid (NSP)-Anteiles und der relativ geringen Aminosäuren-Verdaulichkeit keine typische Futterkomponente (DONG et al., 1987; SPIEHS et al., 2002). Über Inhaltsstoffe der Schlempe und deren Variabilität berichten CROMWELL et al. (1993), BELYEA et al. (1998), BATAL und DALLE (2003) sowie ZIGGERS (2004). Die Eiweißqualität der Schlempe ist stark von dem Rohstoff sowie den Prozess- und Trocknungstemperaturen abhängig (DONG et al., 1987; CHUDASKE, 2005). ALENIER und COMBS (1981) sowie CANTOR und JOHNSON (1983) untersuchten die Präferenz von Trockenschlempe im Vergleich zu verschiedenen Futtermitteln.

Das Ziel der Fütterungsversuche bei Geflügel mit Trockenschlempen aus der Bioethanolherstellung verschiedener Herkunft war die Prüfung von Einsatzwürdigkeit und dem Einfluss auf die Leistungen, Eiqualität und die Gesundheit der Tiere.

## Material und Methode

In praxisrelevanten Rationen kam in den Versuchen 1, 3 und 5 die schwedische Trockenschlempe (DDGS - Distiller's dried grains with solubles) und in den Versuchen 2, 4, 6 und 7 die deutsche Trockenschlempe mit dem Handelsnamen „ProtiGrain“ zum Einsatz. Für beide war der Rohstoff Weizen. Die Darstellung der Nährstoffgehalte erfolgte von RICHTER et al. (2007). Die Rationen waren rechnerisch isokalorisch und isonitrogen zusammengesetzt. Alle Mischfutter wurden analysiert und es bestanden keine wesentlichen Unterschiede. Die Versuchsanordnung ist in Tabelle 1 dargelegt. Aufgrund des hohen Anteils von Nicht-Stärke-Kohlenhydraten in der Schlempe erhielten die Rationen mit 15 % Trockenschlempe in den Versuchen 1 bis 4 ein NSP-hydrolysierendes Enzym supplementiert. In den Versuchen 1 und 3 wurden 150 g ZY 68 (1000 FXU Endo-1,4  $\beta$ -Xylanase) sowie in den Versuchen 2 und 4 500 g Kemzyme W Dry ( $\alpha$ -Amylase,  $\beta$ -Glucanase, Cellulase, Protease, Xylanase) jeweils pro t Mischfutter zugesetzt.

Die Wägung der Küken erfolgte am 1. und 56. Lebenstag, die der Junghennen am 126. Tag, die der Legehennen am 140. und 448. Tag sowie die der Broiler am 1., 14. und 33. Lebenstag. Alle Tiere wurden ad libitum gefüttert und die Rückwaage der Futterreste

erfolgte an den Wägeterminen, bei den Legehennen vierwöchentlich. Gehalten wurden die Küken und Junghennen (710 cm<sup>2</sup>/Tier) sowie Legehennen (667 cm<sup>2</sup>/Henne) in Käfigen und die Broiler am Boden auf Hobelspäneestreu (695 cm<sup>2</sup>/Broiler). Bei den Legehennen sind an drei Tagen/Woche die Einzeleimasse und täglich die Eizahl erfasst worden. Für die kontinuierliche Bestimmung der äußeren und inneren Eiquantitätsmerkmale im Versuchsverlauf waren die Deformation, Bruchfestigkeit und Dichte der Eischale, die Eiklarhöhe, die Haugh-Einheiten, der Blutflecken-Anteil und bei braunen Hennen die Eischalenfarbe die erfassten Parameter. Des Weiteren degustierten ungeschulte Konsumenten Eier (n = 180; 1 = sehr guter Geschmack, 5 = untypischer, schlechter Geschmack). Bei den Legehennen erfolgte am Versuchsende eine Bonitierung des Federkleides mit den Noten von 1 (voll befiedert) bis 4 (nackte Stellen). Die Junghennen ohne und mit 15 % Trockenschlempe-Anteil der Gruppen 1 und 4 in den Versuchen 1 und 2 wurden bei gleicher Haltung und Fütterung in der Legeperiode in den Versuchen 3 und 4 weiter geprüft (18 Untergruppen á 3 Hennen).

Zur biostatistischen Auswertung der Ergebnisse kam die Varianzanalyse und zur Prüfung der Mittelwertdifferenzen der Tukey-Test zur Anwendung (WEBER, 1986). Da die Wiederholungsversuche in den jeweiligen Nutzungsrichtungen unter gleichen Bedingungen durchgeführt wurden, sind die Ergebnisse tabellarisch zusammengefasst.

**Tabelle 1:** Versuchsanordnung

Versuchs-Nr.	Nutzungs-richtung	Anzahl		Tiere/Wiederholung	Genotyp	Alter, Tage	Trockenschlempe Staffe- lung (%)
		Gruppen	Wiederholungen				
1	Küken	6	12	7	LSL	1 - 56	5, 10, 15 <sup>1)</sup> , 20
2	Küken	6	12	7	LB	1 - 56	5, 10, 15 <sup>1)</sup> , 20
1	Junghennen	6	12	7	LSL	57 - 126	5, 10, 15 <sup>1)</sup> , 20
2	Junghennen	6	12	7	LB	57 - 126	5, 10, 15 <sup>1)</sup> , 20
3	Legehennen	5	18	3	LSL	140 - 448	5, 10, 15 <sup>1)</sup>
4	Legehennen	7	18	3	LB	140 - 448	5, 10, 15 <sup>1)</sup> , 20, 25
5	Broiler	5	12	23	Cobb 500	1 - 33	5, 10, 15, 20
6	Broiler	5	12	23	Cobb 500	1 - 33	5, 10, 15, 20
7	Broiler	4	12	23	Cobb 500	1 - 33	5, 10, 15

<sup>1)</sup> plus NSP-hydrolysierendes Enzym

## Ergebnisse und Diskussion

### Küken und Junghennen

Die Verfütterung von Küken- und Junghennenfutter mit 0, 5, 10, 15 oder 20 % Trockenschlempe verschiedener Herkunft nahm im Mittel der beiden Versuche keinen Einfluss auf den Futterverzehr der Tiere. Analog dem Futterverzehr erreichten die Küken im Alter von acht Wochen in den Gruppen mit unterschiedlichem Trockenschlempe-Anteil gleiche Körpermassen, im Mittel 653 g/Tier. Auch bei CANTOR und JOHNSON (1983) nahmen 5 % Trockenschlempe-Anteil keinen negativen Einfluss auf die Körpermasse der Küken. Im Mittel der beiden Versuche bestanden keine nennenswerten Unterschiede in der durchschnittlichen Lebendmasse der Junghennen von 1 437 g,

wenn 5, 10, 15 oder 20 % Trockenschlempe im Mischfutter enthalten waren (Tab. 2). In der Futterverwertung der trockenschlempehaltigen Küken- und Junghennenrationen konnten keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden. Die Tierabgangsrate sowohl in der Küken- als auch Junghennenperiode war unabhängig von der Fütterung und im Mittel mit 0,6 % sehr niedrig. Es bestanden keine signifikanten Unterschiede im Trockensubstanzgehalt der Exkremente, obwohl tendenziell eine positive Beziehung besteht. Die Enzymergänzung der Rationen mit 15 % Trockenschlempe führte im Vergleich zur gleichen Ration ohne Enzymzusatz in der Aufzucht zu 2,5 % höherer Körpermasse ( $p < 0,05$ ) bei 1,8 % günstigerer Futterverwertung.

**Tabelle 2:** Leistungen von Küken und Junghennen in Abhängigkeit vom Anteil Trockenschlempe im Futter (Mittel der Versuche 1 und 2)

Parameter		Trockenschlempe-Anteil (%)					
		0	5	10	15	15 <sup>1)</sup>	20
Körpermasse (g/Tier)							
8 Wochen	$\bar{x}$	654	654	658	649*	662*	656
	s ±	54	59	58	54	60	56
18 Wochen	$\bar{x}$	1 432	1 439	1 448	1 429*	1 465*	1 435
	s ±	188	163	178	182	194	177
Futtermittelverbrauch (kg/kg Zunahme)							
0 - 8 Wochen	$\bar{x}$	3,16	3,18	3,17	3,17	3,12	3,16
	s ±	0,20	0,20	0,17	0,15	0,23	0,20
9 - 18 Wochen	$\bar{x}$	6,67	6,66	6,59	6,56	6,47	6,64
	s ±	0,90	0,98	0,80	0,93	0,91	0,88
0 - 18 Wochen	$\bar{x}$	5,12	5,13	5,08	5,09	5,00	5,10
	s ±	0,36	0,42	0,37	0,38	0,45	0,41
Tierabgänge (%)							
	$\bar{x}$	0,6	0,6	0,6	0	0,6	1,2
	s ±	2,9	2,9	2,9		2,9	5,8
Exkrement-TS (%)							
	$\bar{x}$	23,4	22,8	24,5	23,6	25,3	24,7
	s ±	2,7	3,5	2,6	2,7	2,5	1,5

\* signifikanter Unterschied  $p < 0,05$  zwischen den beiden Gruppen

<sup>1)</sup> Enzymsupplementation

Die Jungtiere ohne und mit 15 % Trockenschlempe im Aufzuchtfutter wurden bei gleicher Fütterung und Haltung in der Legeperiode weiterverfolgt. Es gab keine signifikanten Unterschiede in den zootecnischen Leistungen zwischen den unterschiedlich ernährten Jungtieren des Versuchs 1 in der Legeperiode. Im Versuch 2 lag die Einzeleimasse der Hennen mit ProtiGrain in der Aufzuchtperiode 1,9 g niedriger als in der Kontrollvariante ( $p < 0,05$ ). Das ist partiell auf die 60 g geringere Körpermasse der eingestellten Hennen zurückzuführen. Im Mittel der beiden Versuche erreichten die Hennen mit 15 % ProtiGrain im Aufzuchtfutter signifikant geringere Einzeleimasse (Tab. 3). Andererseits lag die Tierabgangsrate in den „Schlempe-Gruppen“ äußerst niedrig.

**Tabelle 3:** Leistungen von Hennen bei unterschiedlicher Aufzuchternährung  
(Mittel der Versuche 3 und 4)

Parameter	Kontrollgruppen ohne Schlempe		15 % Schlempe in der Aufzucht	
	$\bar{x}$	s ±	$\bar{x}$	s ±
Futtermverehr (g/Henne und Tag)	120,8	4,5	120,7	4,1
Alter bei 50 % Legeleistung (Tage)	142,1	6,6	139,9	5,9
Legeleistung (%)	91,7	2,5	91,8	3,2
Einzeleimasse (g)	64,2	2,1	62,9*	2,0
Futteraufwand (kg/kg Eimasse)	2,05	0,07	2,09	0,1
Körpermassezunahme (g)	300	93	310	149
Bonitierung Federkleid	2,1	0,9	2,2	1,2
Tierabgänge (%)	4,8	14,1	1,0	5,6

\* signifikanter Unterschied zu den Kontrollgruppen,  $p < 0,05$

### Legehennen

Ein Trockenschlempe-Anteil im Futter bis zu 25 % und die Enzym-Supplementation nahmen im Mittel der Versuche keinen signifikanten Einfluss auf den Futtermverehr, die Eiproduktion und den Futteraufwand (Tab. 4). In der Tendenz lag die Einzeleimasse und die Futtermverwertung in den Schlempe-Gruppen in Übereinstimmung mit DAMME und PEGANOVA (2006) niedriger als in den Kontrollgruppen. Auch JENSEN et al. (1974) sowie LILBURN und JENSEN (1984) bzw. ASKBRANT und THOMKE (1986) fütterten bis 10 bzw. 30 % Trockenschlempe ohne nachhaltige Folgen für die Eiproduktion. Die Körpermassezunahme war in den Versuchsgruppen höher als bei den Kontrolltieren, in den Gruppen mit 10, 20, 25 und 15 % Trockenschlempe plus Enzym signifikant. Auch DAMME und PEGANOVA (2006) ermittelten höhere Zunahmen bei Schlempeinsatz. Die Tierabgangsrate, die Bonitierung des Federkleides, die Degustation und der Blutflecken-Anteil der Eier blieben von der Fütterung unbeeinflusst. Die Bruchfestigkeit der Eier und die Haugh-Einheiten waren nicht gerichtet verändert. JENSEN et al. (1978) sowie LILBURN und JENSEN (1984) ermittelten eine Zunahme der Haugh-Einheiten bei Schlempeinsatz.

**Tabelle 4:** Leistungen von Legehennen in Abhängigkeit vom Anteil Trockenschlempe im Futter (Mittel der Versuche 3 und 4)

Parameter	Trockenschlempe-Anteil (%)													
	0		5		10		15		15 <sup>1)</sup>		20 <sup>2)</sup>		25 <sup>2)</sup>	
	$\bar{x}$	s ±	$\bar{x}$	s ±	$\bar{x}$	s ±	$\bar{x}$	s ±	$\bar{x}$	s ±	$\bar{x}$	s ±	$\bar{x}$	s ±
<b>Leistungen</b>														
Futterverzehr (g/Henne und Tag)	120,8	4,5	121,0	4,0	120,5	3,9	120,1	5,0	120,1	4,5	121,0	1,7	120,9	2,1
Legeleistung (%)	91,7	2,5	91,2	4,0	92,2	3,4	90,2	5,0	91,8	2,7	90,4	4,9	90,2	4,0
Einzeleimasse (g)	64,2	2,1	63,7	2,8	63,6	2,1	63,5	2,3	63,2	2,1	63,9	2,0	64,2	1,7
Futteraufwand (kg/kg Eimasse)	2,05	0,07	2,08	0,11	2,06	0,11	2,10	0,15	2,07	0,12	2,09	0,15	2,09	9,3
Körpermassezunahme (g)	300	93	346	118	396*	92	358	0,11	455*	131	459*	105	409*	118
Bonitierung Federkleid	2,1	0,9	2,2	1,0	2,0	0,8	2,1	0,7	2,2	0,7	2,1	0,8	1,7	0,7
Tierabgänge (%)	4,6	14,1	2,8	9,3	1,9	7,7	2,8	9,3	1,9	7,7	5,6	12,8	3,7	10,8
Exkrement-TS <sup>2)</sup> (%)	23,8	3,2	-	-	-	-	-	-	-	-	22,8	2,5	23,2	1,9
<b>Eiqualität</b>														
Deformation der Eischale (µm)	54,3	13,9	55,7	12,9	56,0	10,4	57,2*	10,6	56,3	11,4	53,7	10,0	56,5	10,6
Bruchfestigkeit (N)	46,2	9,1	47,4	8,4	45,9	7,9	46,4	8,4	47,5	9,9	50,4	8,5	47,8	9,5
Haugh-Einheiten	76,7	11,5	77,4	10,6	79,4	7,3	76,0	12,4	75,4	13,1	76,5	11,7	75,8	16,6
Degustation der Eier	2,0	0,6	1,8	0,7	1,9	0,8	1,8	1,1	-	-	-	-	2,2	0,8

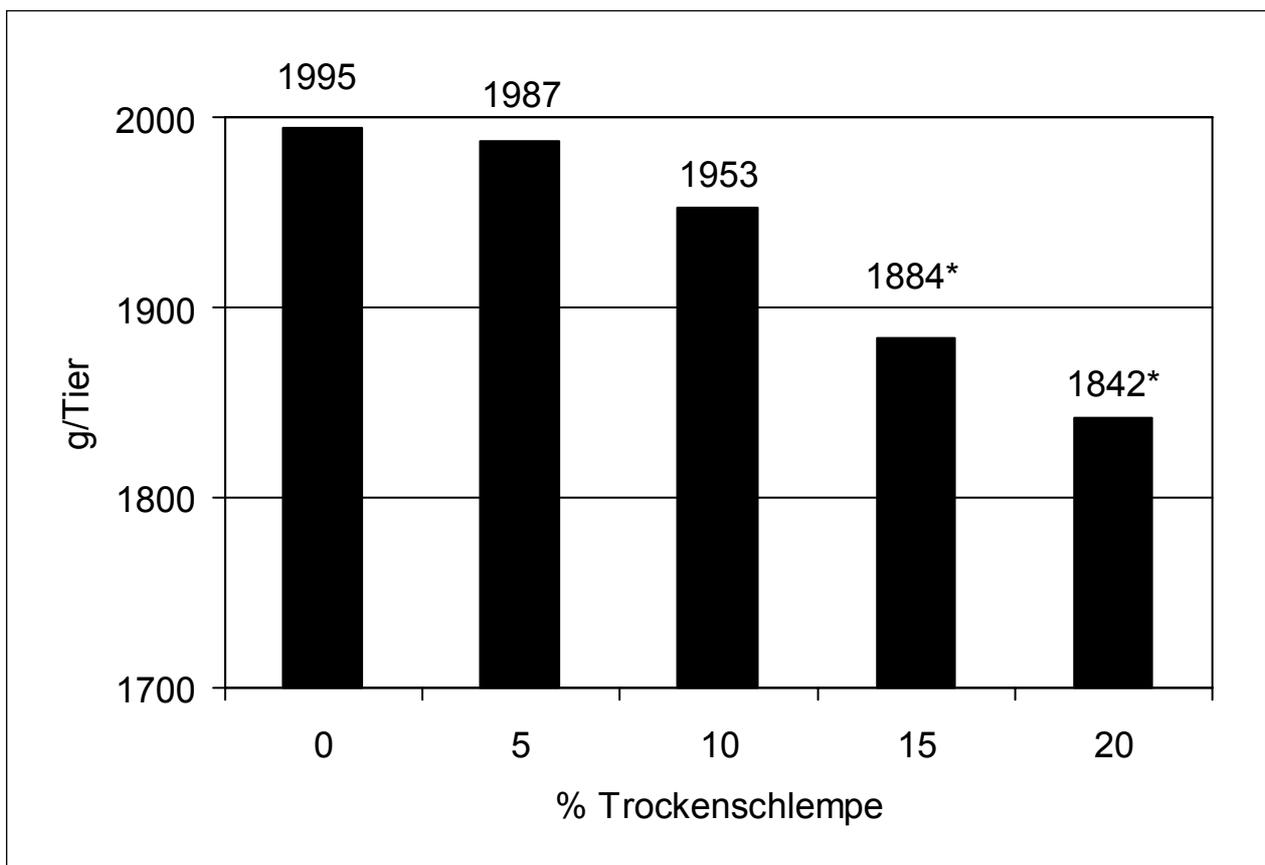
<sup>1)</sup> Enzym-Supplementation

<sup>2)</sup> nur Versuch 4

\* signifikant zu den = O-Gruppen

## Broilermast

Der Futterverzehr der Masthähnchen war im Mittel der Versuche bei 5 und 10 % Trockenschlempe im Futter mit den Kontrollgruppen vergleichbar und bei 15 und 20 % Schlempe-Anteil um 2,1 bzw. 4,4 % vermindert (Tab. 5). Die Körpermassezunahme verringerte sich in den drei Versuchen mit wenig Ausnahmen sowohl in den ersten zwei Wochen als auch in den folgenden drei Mastwochen mit zunehmendem Schlempe-Anteil (Abb. 1). Die Mastendmasse der Broiler lag im Versuch 5 bei 20 % Schlempe-Anteil, im Versuch 6 bei 15 und 20 % und im Versuch 7 bei 10 und 15 % Schlempe-Anteil im Mischfutter signifikant niedriger als in den Kontrollgruppen ohne Schlempe. Nur bei 5 % Schlempe im Futter erreichten die Broiler annähernd (99,6 %) die gleiche Lebendmasse, wie die Broiler mit Futter ohne Schlempe.



**Abbildung 1:** Körpermasse der Broiler am Versuchsende in Abhängigkeit vom Trockenschlempe-Anteil im Futter (Mittel der drei Versuche)

Im Mittel der drei Versuche benötigten die Broiler bei 5 oder 10 % Schlempe-Anteil 1,8 % und bei 15 oder 20 % Schlempe im Futter jeweils 3,8 % mehr Mischfutter zur Bildung von Körpermasse. Auf die Tierabgänge infolge Mortalität und Selektion hat die Schlempefütterung keinen klaren Einfluss. Tendenziell stiegen die Verluste bei höherem Schlempe-Anteil etwas an (Tab. 5).

**Tabelle 5:** Mastleistung von Broilern in Abhängigkeit vom Anteil Trockenschlempe im Mischfutter (Mittel der Versuche 5 bis 7)

Parameter	Schlempe-Anteil (%)					
	0	5	10	15	20 <sup>1)</sup>	
Futterverzehr (g/Tier und Periode)						
1. - 14. Tag	$\bar{x}$	586	592	600**	599**	586
	s ±	17	14	28	21	21
15. - 33. Tag	$\bar{x}$	2 533	2 566	2 513	2 456**	2 396**
	s ±	144	175	145	104	156
1. - 33. Tag	$\bar{x}$	3 119	3 158	3 113	3 055	2 982**
	s ±	144	178	148	110	166
Futtermittelverbrauch (kg/kg Zunahme)						
1. - 14. Tag	$\bar{x}$	1,28	1,32*	1,37*	1,35*	1,35*
	s ±	0,05	0,08	0,08	0,08	0,08
15. - 33. Tag	$\bar{x}$	1,70	1,72	1,71	1,75*	1,76*
	s ±	0,07	0,08	0,05	0,12	0,06
1. - 33. Tag	$\bar{x}$	1,60	1,63	1,63*	1,66*	1,66*
	s ±	0,05	0,06	0,05	0,04	0,05
Tierabgänge (%)		3,8	3,0	4,2	4,2	5,6
Kloakenverklebungen (%)		3,6	7,0	10,3	9,3	6,8
Einstreubewertung		2,5	2,6	3,1	3,4	3,2

\* signifikant zu den Kontrollgruppen, p < 0,05

\*\* p < 0,001

<sup>1)</sup> nur Versuch 5 und 6

CHIDOTHE et al. (2002 a, b) ermittelten bei 10 und 20 % Schlempeinsatz Leistungsminderungen in der Broilermast. Mit Enzymzusatz konnten die Leistungen in diesen Versuchen verbessert werden, erreichten aber nicht das Niveau der Kontrollgruppen. Auch COUCH und ABBOT (1974) ermittelten in der Broilerelterntieraufzucht geringere Körpermassezunahme mit Futter bis 20 % Schlempe-Anteil. Bei Puten konnten NOLL et al. (2004) mit einer nach verdaulichen Aminosäuren optimierten Ration die gleichen Mastleistungen wie in der Kontrollgruppe erzielen.

Im Versuch 5 mit DDGS bestanden keine Unterschiede sowohl im Parameter Kloakenverklebung als auch Einstreuqualität. Dagegen waren diese Parameter in den Versuchen 6 und 7 mit zunehmendem ProtiGrain-Anteil stark verschlechtert. Eine Signifikanz ergab sich aufgrund fehlender Normalverteilung beim Anteil der Tiere mit Kloakenverklebungen nicht. Die Einstreuqualität ist aber bei 10 % und mehr Schlempe im Futter signifikant schlechter geworden. Das Einstreu-Exkrement-Gemisch war schmieriger, klebriger und damit fester. Die Ursache hierfür lag mutmaßlich im zunehmenden Natrium- und teilweise Chlorgehalt im Futter, verursacht hauptsächlich durch den Schlempe-Anteil. Inwieweit die Schlempe infolge des NSP-Anteiles mit zur Veränderung der Exkrementkonsistenz beigetragen hat, ist nicht zu klären.

## Zusammenfassung

In zwei Versuchen mit LSL- bzw. LB-Küken und Junghennen wurden 5, 10, 15 und 20 % Trockenschlempe auf Weizenbasis im Mischfutter getestet. Bis 20 % Trockenschlempe veränderten die Aufzuchtleistungen und den Trockensubstanzgehalt der Exkremente nicht. Der Zusatz der Enzyme ZY 68 zur Ration mit 15 % Trockenschlempe verbesserte die zootecnischen Leistungen geringfügig und der von Kemzyme W die Körpermasse und Futtermittelverwertung signifikant. Die Leistungen der Hennen in der Legeperiode waren infolge der unterschiedlichen Aufzucht- und Masternährung ohne oder mit 15 % Trockenschlempe nicht beeinflusst, außer einer signifikant geringeren Einzeleimasse in den Schlempe-Gruppen. Bei den extensiv wachsenden Küken und Junghennen ist der Einsatz von 20 % Trockenschlempe auf Weizenbasis möglich.

In drei Versuchen mit Cobb-Broilern wurden zwei Trockenschlempen verschiedener Herkunft aus Weizen mit 0, 5, 10, 15 bzw. 20 % Anteil im Starter- und Mastfutter eingesetzt. Die Mastleistungen waren mit zunehmendem Schlempe-Anteil verringert. Aufgrund der Ergebnisse können gegenwärtig in der intensiven Broilermast maximal 5 % Trockenschlempe aus Weizen in der geprüften Qualität empfohlen werden.

In zwei Legehennenversuchen mit Schlempe-Anteilen bis 25 % waren die Futterökonomie, die Eiproduktion und Eiquantität nicht signifikant beeinflusst. Tendenziell nahm bei > 15 % Schlempe-Anteil die produzierte Eimasse und die Futterverwertung ab. Die Supplementierung der NSP-hydrolysierenden Enzyme zur Ration mit 15 % Schlempe verbesserte die Eiproduktion um 1,4 bei 1,2 % besserer Futterverwertung und 97 g höherer Körpermassezunahme. Im Legehennenfutter sind 15 % Trockenschlempe einsetzbar.

## Literatur

- ALENIER, J. C.; COMBS, Jr., G. F. (1981): Effects of feed palatability of ingredients believed to contain unidentified growth factors for poultry. *Poultry Sci.* 60, 215 - 224.
- ASKBRANT, S.; THOMKE, S. (1986): The nutritive value of distilled grains with solubles from barley and wheat determined with laying hens. *J. Anim. Physiol. A. Anim. Nutr.* 56, 185 - 191
- BATAL, A.; DALE, N. (2003): Mineral composition of distiller's dried grains with solubles. *J. Appl. Poult. Res.* 12, 400 - 403
- BELYEA, R.; ECKHOFF, S.; WALLIG, M.; TUMBLESON, M. (1998): Variability in the nutritional quality of distillers solubles. *Bioresource Techn.* 66, 207 - 212
- CANTOR, A. H.; JOHNSON, T. H. (1983): Effects of unidentified growth factor sources of feed preference of chicks. *Poultry Sci.* 62, 1281 - 1286
- CHIDOTHE, T.; ACAMOVIC, T.; MC DEVITT, R. M. (2002 a): The effects of dietary brewers and distillers grains, with and without xylanase supplementation, on broiler performance. *Brit. Poult. Sci.* 43, 28 - 29
- CHIDOTHE, T.; MC DEVITT, R. M.; ACAMOVIC, T. (2002 b): The effect of enzyme supplementation on the nutritional value of brewers and distillers grains for broiler chicks. *Br. Poult. Sci.* 43, 30 - 31
- CHUDASKE, Chr. (2005): Eine neue Generation von Eiweißfuttermitteln. *Kraftfutter* Nr. 6, S. 20 - 23
- COUCH, J. R.; ABBOTT, W. W. (1974): Arginine-Lysine interrelationships in the nutrition of broiler breeder pullets during the developmental period. *Brit. Poult. Sci.* 15, 467 - 479
- CROMWELL, G. L.; HERKELMAN, K. L.; STAHLY, T. S. (1993): Physical, chemical and nutritional characteristics of distiller's dried grains with solubles for chicks and pigs. *J. Anim. Sci.* 71, 679 - 686
- DAMME, K.; PEGANOVA, S. (2006): Legehennenfütterung. Einsatz von getrockneter Weizenschlempe. *DGS-Magazin* 58, Nr. 18, S. 23 - 30

- DONG, F. M.; RASCO, B. A.; GAZZAZ, S. S. (1987): A protein quality assessment of wheat and corn distiller's dried grains with solubles. *Cereal Chem.* 64 (4), 327 - 332
- JENSEN, L. S.; FALEN, L.; CHANG, C. H. (1974): Effect of distillers dried grain with solubles on reproduction and liver fat accumulation in laying hens. *Poultry Sci.* 53, 586 - 592
- JENSEN, L. S.; CHANG, C. H.; WILSON, S. P. (1978): Interior egg quality: Improvement by distillers feed and trace elements. *Poultry Sci.* 57, 648 - 654
- LILBURN, M. S.; JENSEN, L. S. (1984): Evaluation of corn fermentation solubles as a feed ingredient for laying hens. *Poultry Sci.* 63, 542 - 547
- NOLL, S. L.; BRANNON, J.; STANGELAND, V.; SPEERS, G.; PARSONS, C. M. (2004): Feeding DDGS to market turkeys. *Proc. Multi-State Poultry Feeding and Nutrition Conference, Indianapolis, Indiana, 1237/7*
- RICHTER, G.; ALERT, H.-J.; HACKL, W.; HAGEMANN, L.; WEBER, M.; CHUDASKE, Chr. (2007): Fütterungsversuche zum Einsatz von Trockenschlempe aus der Bioethanolherstellung bei Ferkeln und Mast Schweinen. *Tierärztl. Umschau* 62, im Druck
- SPIEHS, M. J.; WHITNEY, M. H.; SHURSON, G. C. (2002): Nutrient database for distiller's dried grains with solubles produced from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. *J. Anim. Sci.* 80, 2639 - 2645
- WEBER, E. (1986): *Grundriss der biologischen Statistik*. VEB Gustav-Fischer-Verlag Jena, 7. Auflage
- ZIGGERS, D. (2004): Pigs and poultry perform well on distiller's dried grains. *Feed Tech* 8.7., 12 - 15

*Mitautoren:* Dr. Christine Chudaske  
Südzucker AG Mannheim/Ochsenfurt  
Marktbreiter Straße 74  
97199 Ochsenfurt

Dr. Thomas Müller-Dittmann  
KAWO-Mineralfutterwerk  
Bavenstedter Straße 73  
31135 Hildesheim

Dr. Winfried Arnold  
BASU-Mineralfutterwerk  
Bergstraße 2  
99518 Bad Sulza

# Versuche zum Einsatz von Roggenpress- und Weizentrockenschlempe aus der Bioethanolherstellung in der Milchviehfütterung

*Silke Dunkel (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft), Dr. Thomas Engelhard (Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Iden) und Dr. Hans-Joachim Alert (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft)*

---

## Einführung

Die bei der Bioethanolherstellung anfallenden Schlempeprodukte aus Weizen, Weizen/Gerste oder Roggen bieten sich als heimisches Eiweißfuttermittel für die Fütterung von Rindern an. In den nachfolgend dargestellten Versuchen mit Milchkühen wurde Roggenpressschlempe und getrocknete Weizenschlempe geprüft. Die Versuche mit Roggenpressschlempe fanden in Sachsen-Anhalt (Iden) und Sachsen (Köllitsch) statt, in Thüringen wurde die getrocknete Weizenschlempe eingesetzt. In Iden war die wesentliche Fragestellung wie sich die Roggenpressschlempe im Vergleich zu anderen energiereichen Saftfuttermitteln (Biertreber, Pressschnitzel) auf die Futterraufnahme und Milchleistung auswirkt. In Köllitsch wurden in der Futterration Quetschgerste und Rapsextraktionsschrot vollständig durch Roggenpressschlempe ersetzt und Messungen zur Futterraufnahme, der Milchleistung, der Lebendmasseentwicklung sowie der Verdaulichkeit vorgenommen. In Thüringen erfolgte der Einsatz von Weizentrockenschlempe in einem Gruppenfütterungsversuch unter Praxisbedingungen. Die getrocknete Weizenschlempe wurde aus Schweden importiert. Das Ziel dieses Fütterungsversuches war die Untersuchung des Einflusses der Weizentrockenschlempe auf die Futterraufnahme und Milchleistung sowie die Sammlung erster Erfahrungen beim Einsatz von Weizentrockenschlempe in der Milchkuhfütterung.

## Einsatz von Roggenpressschlempe in Rationen für Milchkühe

### Material und Methode

In einem Einzelfütterungsversuch in Iden mit Hochleistungskühen wurden zwei unterschiedliche Mischrationen an jeweils 36 Tiere verabreicht. In der Versuchsration waren 16 % Roggenpressschlempe in der Trockenmasse enthalten. In der TMR der Kontrollgruppe waren dafür 8 % Biertreber- und 8 % Pressschnitzelsilage eingemischt. Darüber hinaus waren die Rationen identisch zusammengesetzt. Um die Fütterungseffekte unabhängig vom individuellen Tiereinfluss beurteilen zu können kam es im Versuchsablauf zu einem Variantentausch. Die Kühe, die zuerst Roggenpressschlempe bekamen, erhielten Biertrebersilage und umgekehrt (Tab. 1).

In Sachsen erfolgte der Einsatz von Roggenpressschlempe in zwei Gruppenfütterungsversuchen mit 22 bis 28 Milchkühen je Gruppe. In der ersten Versuchsration wurden 2,6 kg Gerste trockenmasseäquivalent durch Roggenpressschlempe (10 % in der TMR Trockenmasse) ersetzt. Im zweiten Köllitscher Versuch wurden neben Quetschgerste auch Rapsextraktionsschrot und Weizenkleie vollständig und Sojaextraktionsschrot zu 50 % ersetzt (Tab. 1).

**Tabelle 1:** Rationszusammensetzung in den Versuchen mit Roggenpressschlempe (Rationsanteile in % der Trockenmasse)

Fütterungsversuch Iden*	Kuhgruppe A Versuchsabschnitt I		Kuhgruppe B Versuchsabschnitt I	
	I (42 d)	II (28 d)	I (42 d)	II (28 d)
Roggenpressschlempe	16	-	-	16
Pressschnitzel	-	8	8	-
Biertreber	-	8	8	-
<b>Fütterungsversuch Köllitsch** (Vers. I, 120 d)</b>	<b>Ration „Schlempe“</b>		<b>Ration „Getreide“</b>	
Roggenpressschlempe	10		-	
Gerste	-		10	
<b>Fütterungsversuch Köllitsch** (Vers. II, 120 d)</b>				
Roggenpressschlempe	21		-	
Gerste + Weizenkleie	-		13 + 4	
Soja- + Rapsextraktionsschrot	2 + 0		4 + 2	

\* in beiden Rationen gleiche Anteile Maissilage, Grassilage, Stroh, Gerste, CCM und Extraktionsschrot

\*\* in beiden Rationen gleiche Anteile Maissilage, Grassilage, Heu, MLF 18/4, Melasse

Die Gehaltswerte der in den Versuchen in Iden und Köllitsch eingesetzten Roggenpressschlempe sind in Tabelle 2 enthalten.

**Tabelle 2:** Mittlere Gehaltswerte von Roggenpressschlempe

Analysewert	Roggenpressschlempe		
	Iden	Köllitsch	
		Vers. I	Vers. II
Trockenmasse (g/kg FM)	329	319	335
Rohprotein (g/ kg TM)	153	183	225
Rohfaser (g/kg TM)	136	154	150
Stärke (g/kg TM)	54		
Zucker (g/kg TM)	45		
MJ NEL/kg TM	(7,3*)	(6,4**)	(6,7**)
nXP (g/kg TM)	(182)		

\* MBE

\*\* Schätzgröße nach Futtermittelanalyseendaten

## Ergebnisse

Die Futteraufnahme und die Milchleistung in den Versuchen von Iden und Köllitsch sind in Tabelle 3 dargestellt.

In den beiden Varianten des Fütterungsversuches in Iden (Tab. 1) realisierten die Kühe der Ration „Schlempe“ etwas höhere Werte in der Futteraufnahme und verwiesen damit auf eine gute Akzeptanz der frischen Roggenpressschlempe (Tab. 3). Die Leistungen der Kühe unterschieden sich ebenfalls nicht in einem statistisch abzusichernden Umfang (Tab. 3). Die durchschnittlichen Milchmengen und Milcheiweißgehalte lagen

nahe beieinander. Etwas deutlichere Differenzen im Milchfettgehalt können durch eine unterschiedliche genetische Veranlagung der Versuchskühe erklärt werden. Aber auch eine senkende Wirkung der Fütterung von Roggenpressschlempe auf den Fettgehalt ist nicht auszuschließen, wie es sich in den beiden Köllitscher Versuchen andeutet (Tab. 3) Aus den Wägungen der Versuchstiere in allen Versuchen ergaben sich im kontrollierten Zeitraum keine gerichteten Veränderungen.

Im ersten Köllitscher Fütterungsversuch wurde die Pressschlempe sechs Wochen vor Versuchsbeginn in einem Siloschlauch eingelagert. Bei der täglichen Entnahme der Pressschlempe aus dem Schlauch mussten in den Sommermonaten teilweise bis zu 20 % der entnommenen Frischmasse wegen augenscheinlichem Schimmelbefall verworfen werden.

In diesem Versuch zeigte sich in der Roggenpressschlempegruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe eine signifikant verringerte Futteraufnahme (Tab. 3).

Die durchschnittlich um 0,6 kg höhere Milchleistung je Kuh und Tag in der Ration „Getreide“ im Vergleich zur Roggenpressschlempe korrespondierte mit der um 1,3 kg höheren Futteraufnahme bei der quetschgerstehaltigen Futterration. Der höhere Rohproteingehalt der Roggenpressschlempe im Vergleich zur Gerste führte zu einem leichten Anstieg des Milchharnstoffgehaltes. Im zweiten Köllitscher Versuch wurde die Roggenpressschlempe unmittelbar vor Versuchsbeginn in einem Siloschlauch eingelagert und sofort mit der Verfütterung begonnen. Bei der täglichen Entnahme wurde die Anschnittsfläche mit Propionsäure benetzt, wodurch die Schimmelbildung verhindert und der Frischezustand der Pressschlempe erhalten werden konnte.

Obwohl der Versuch TMR (TM) zu 21 % aus dieser Roggenpressschlempe bestand, wurden von dieser im Vergleich zur Kontrollration 0,6 kg Trockenmasse je Kuh und Tag mehr aufgenommen.

**Tabelle 3:** Ergebnisse der Fütterungsversuche in Iden und Köllitsch

Fütterungsversuch Iden	Kuhgruppe A (n = 35) Versuchsabschnitt I		Kuhgruppe B (n = 35) Versuchsabschnitt II	
	I (42 d)	II (28 d)	I (42 d)	II (28 d)
TM-Aufnahme (kg/d)	23,9	23,1	23,5	23,7
Milchmenge (kg/d)	42,1	40,6	42,5	39,9
Milcheiweißgehalt (%)	3,23	3,37	3,24	3,36
Milchfettgehalt (%)	3,89	3,83	3,97	3,94
Fütterungsversuche Köllitsch	Ration „Schlempe“		Ration „Getreide“	
	Vers. I (120 d)	Vers. II (120 d)	Vers. I (120 d)	Vers. II (120 d)
TM-Aufnahme (kg/d)	20,4*	21,1	21,7	20,5
Milchmenge (kg/d)	31,0	30,1	31,6	29,8
Milchfettgehalt (%)	4,53	3,86	4,69	3,98
Milcheiweißgehalt (%)	3,69	3,50	3,68	3,57
Milchharnstoffgehalt (mg/l)	279	222	247	180

\* p < 0,05 signifikant verringert gegenüber der Kontrollgruppe

Zur Bestimmung des energetischen Futterwertes von Roggenpressschlempe wurden mehrere Verdaulichkeitsmessungen an Hammeln durchgeführt (Tab. 4, Differenzversuche mit unterschiedlichen Anteilen an Roggenpressschlempe).

**Tabelle 4:** Verdaulichkeiten und Energiegehalte der Roggenpressschlempe (Differenzversuche an Hammeln)

Einrichtung	n	Verdaulichkeiten (%)				MJ ME	MJ NEL
		OM	XL	XF	OR	je kg TM	je kg TM
Köllitsch (ALERT)							
Schlempe: Heu							
1. 50 % : 50 %	3	55,4	76	49	56	9,2	5,29
2. 50 % : 50 %	3	61,9	87	57	63	9,5	5,45
Paulinenaue (PRIEBE)							
Schlempe: Heu							
50 % : 50 %	4	56,1	29	39	45	8,9	5,06
Dummerstorf (LOSAND)							
Schlempe: Grassilage							
1. 45 % : 55 %	6	53,1	18	50	51	8,2	4,58
2. 30 % : 70 %	6	53,3	60	46	48	8,6	4,85
3. 15 % : 85 %	6	60,9	89	68	48	10,0	5,81

Tabelle 4 zeigt, dass für Roggenpressschlempe im Hammelversuch relativ geringe Energiegehalte ermittelt wurden (max. 5,8 MJ NEL/kg TM). Aus Energieschätzgleichungen unter Einbeziehung der Futtermittelanalysen wurden für die in Köllitsch geprüften Pressschlemphen höhere Werte abgeleitet (6,4 bis 6,7 MJ NEL/kg TM).

### Zusammenfassung zur Roggenpressschlempe

Die Fütterungsversuche unter den Prüfbedingungen in Iden und Köllitsch zeigten, dass der Einsatz von Roggenpressschlempe aus der Bioethanolherstellung in Rationen für Hochleistungskühe möglich ist, ohne dass Milchleistung und -inhaltsstoffe signifikant beeinflusst werden. In der TMR der hochleistenden Kühe können gleichzeitig 8 % Biertreber und 8 % Pressschnitzel trockenmasseäquivalent durch 16 % frische Roggenpressschlempe ersetzt werden. Gleiches gilt für den trockenmasseäquivalenten Austausch von 10 % Quetschgerste gegen 10 % Roggenpressschlempe.

Durch den Einsatz von 21 % Roggenpressschlempe (propionsäurekonserviert) in der TMR (TM) konnten folgende Komponenten ersetzt werden:

- Rapsextraktionsschrot zu 100 %
- Quetschgerste zu 100 %
- Weizenkleie zu 100 %
- Sojaextraktionsschrot zu 50 %

Die in Differenzversuchen mit Hammeln ermittelten niedrigen Verdaulichkeiten der Roggenpressschlempe stehen im Widerspruch zu den Ergebnissen der Fütterungsversuche mit Milchkühen.

Weitere Untersuchungen zur Klärung des Futterwertes von Pressschlempe sind deshalb erforderlich.

# Einsatz von Weizentrockenschlempe in Rationen für Milchkühe

## Material und Methode

In einem Gruppenfütterungsversuch unter Praxisbedingungen wurde in Thüringen Weizentrockenschlempe in einer Totalen Mischration (TMR) verabreicht. In der Versuchsgruppe wurden 2 kg Weizentrockenschlempe im Austausch gegen 1,7 kg Eiweiß- und 0,4 kg Energieträger eingemischt (Tab. 5). Der Anteil an Maissilage, Grassilage, Heu, geschütztem Fett und Mineralfutter waren in den Rationen gleich.

**Tabelle 5:** Austauschmenge der Protein- und Energieträger im Versuch mit Weizentrockenschlempe (kg/Kuh und Tag)

Fütterungsversuch Thüringen	Ration „Weizentrockenschlempe“	Kontrollgruppe Ration „betriebsübliche TMR“
Weizentrockenschlempe	2,0	-
Sojaextraktionsschrot Rapsextraktionsschrot, geschützt Rapskuchen	3,6	5,3
Getreide Maiskörnerschrot Melasse	6,9	7,3

Die im Versuch eingesetzte getrocknete Getreideschlempe wurde aus Schweden importiert. Die Herstellerfirma produziert dort Getreideschlempe auf der Basis von Weizen/Gerste/Triticale. Im Versuchszeitraum wurde nach Herstellerangaben nur Weizen als Rohstoff verarbeitet.

In Tabelle 6 sind die mittleren Roh Nährstoffgehalte der getrockneten Weizenschlempe dargestellt.

**Tabelle 6:** Mittlere Roh Nährstoffgehalte der getrockneten Weizenschlempe aus Schweden

Roh Nährstoff	Weizentrockenschlempe
Trockenmasse (g/kg FM)	909
Rohprotein (g/kg TM)	345
Rohfaser (g/kg TM)	72
Stärke (g/kg TM)	28
MJ NEL/kg TM	(7,7)*
nXP (g/kg TM)	(286)*

\* Schätzwert aus Herstellerangabe, Literatur als Grundlage für die Rationsberechnung

## Ergebnisse

Die Ergebnisse zur Futteraufnahme und Milchleistung sind vergleichend für die Kontroll- und Versuchsgruppe in Tabelle 7 dargestellt.

Die Milchmenge und die -zusammensetzung werden hauptsächlich durch die aufgenommene Nährstoffmenge der Milchkuh beeinflusst. Weitere wesentliche Einflussgrößen sind neben dem genetischen Leistungsvermögen der Kuh auch der Verlauf der Laktation. Beim Vergleich des Einsatzes von getrockneter Weizenschlempe zur Kontrol-

le ergab sich zwischen den beiden Gruppen eine statistisch gesicherte Differenz von 1,2 kg Milch/Kuh/Tag ( $p < 0,01$ ). Dieser Unterschied könnte sich unter anderem dadurch erklären, dass bei Versuchsbeginn zwischen den beiden Gruppen eine Differenz in der Milchmenge von 0,5 kg/Kuh/Tag vorhanden war. Andererseits könnte aber auch die höhere Energieaufnahme in der Kontrollgruppe (7,1 MJ NEL/kg T) im Vergleich zur Versuchsgruppe (7,0 MJ NEL/kg T) ein weiterer Effekt dafür sein, dass die Milchleistung in der Kontrollgruppe anstieg.

Bei den Milchinhaltsstoffen Eiweiß und Fett konnte durch den Einsatz von getrockneter Weizenschlempe kein Unterschied festgestellt werden (Tab. 7).

**Tabelle 7:** Ergebnis des Fütterungsversuches in Thüringen

	Versuchsgruppe n = 126	Kontrollgruppe n = 123
TM-Aufnahme (kg/d)	24,1	24,1
Milchmenge (kg/d)	35,8	37,0
energiekorrigiert	36,7	38,4
Milcheiweißgehalt (%)	3,51	3,53
Milchfettgehalt (%)	4,1	4,2

## Zusammenfassung zur Weizentrockenschlempe

Die Trockenmasseaufnahme wurde unter den geprüften Praxisbedingungen durch den Einsatz von getrockneter Weizenschlempe aus Schweden nicht beeinflusst und weist auf eine gute Akzeptanz des Prüffutters in der Totalen Mischration hin.

Durch den Einsatz der geprüften getrockneten Weizenschlempe konnten andere Eiweißfuttermittel in der Futterration für Milchkühe unter den Versuchsvoraussetzungen anteilmäßig ersetzt werden.

Unter den Bedingungen des Praxisexperimentes ergab sich zwar eine statistisch gesicherte höhere Milchleistung in der Kontrollgruppe, die allerdings aufgrund der Differenz in der Milchleistung zu Versuchsbeginn zwischen den Gruppen und der realisierten höheren Energieaufnahme der Kontrollgruppe im Vergleich zur Versuchsgruppe den Schluss zulässt, dass die getrocknete Weizenschlempe keinen Einfluss auf die Milchleistung ausübt.

Der Einsatz von getrockneter Weizenschlempe brachte unter den gewählten Bedingungen des Praxisexperimentes keinen signifikanten Einfluss auf den Milcheiweiß- und Milchfettgehalt.

Durch die Verfütterung der geprüften getrockneten Weizenschlempe bei nährstoffäquivalenter Berücksichtigung des Futterwertes der Gesamtration bleibt die Fruchtbarkeit und Gesundheit unverändert.

## **Literatur**

- CHUDASKE, Chr. (2005): Eine neue Generation von Eiweißfuttermitteln, Kraftfutter, H 6, S. 1 - 4
- ENGELHARD, Th. und STEINHÖFEL, O. (2006): Roggenpressschlempe: Neues Saftfuttermittel auf dem Fütterungsplan, dlz agrarmagazin, 2, S. 114 - 116
- GfE (1991): [Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie] Leitlinien zur Bestimmung der Verdaulichkeit von Roh Nährstoffen an Wiederkäuern, J. Anim. Physiol. A. Anim. Nutr. 65, S. 229 - 234
- STEINHÖFEL, O. und ENGELHARD, Th. (2006): Pressschlempe: Interessantes Futter und lagerfähig, Die landwirtschaftliche Zeitschrift agrarmagazin 1, S. 108 - 111
- SPIEKERS, H.; DUNKEL, S.; PREIßINGER, W. und ENGELHARD, Th. (2005): Eiweißquelle mit Zukunft, Neue Landwirtschaft, 11, S. 67 -70

*Mitautoren: Dr. Thomas Engelhard  
Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau  
Zentrum für Tierhaltung und Technik  
Lindenstraße 18  
39606 Iden*

*Dr. Hans-Joachim Alert  
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Fachbereich Tierische Erzeugung  
Am Park 3  
04886 Köllitsch*

# Einsatz von getrockneter Weizenschlempe in der Fresseraufzucht

*Dr. Wolfgang Preißinger, Dr. Hubert Spiekers, Anton Obermaier (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft)*

---

## Vorversuch

### Zur Akzeptanz getrockneter Weizenschlempe bei Kälbern

In einem 14-tägigen Vorversuch mit 15 weiblichen, frisch abgesetzten Kälbern (Alter > 12 Wochen) wurde die Akzeptanz von getrockneter Weizenschlempe durch junge Rinder geprüft. Der Versuch wurde auf der Versuchsstation Grub der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) im September 2004 durchgeführt. Pro Tier und Tag wurden 1 kg Kraftfutter, das jeweils zur Hälfte aus getrockneter Weizenschlempe (Herkunft Schweden) und Getreide bestand, eingesetzt. Die Weizenschlempe wurde pelletiert, das Getreide geschrotet vorgelegt. Im Getreideanteil war ein vitaminisiertes Mineralfutter enthalten. Die Kraftfuttermischung wurde gruppenweise zugeteilt. Alle Tiere hatten 24 Stunden Zugang zum Futter. Während des gesamten Versuchszeitraumes wurde das Kraftfutter vollständig verzehrt.

## Fütterungsversuche

### Folgende Versuchsfragen sollten beantwortet werden:

- Kann getrocknete Weizenschlempe als alleiniger Rohproteinträger in der Fresseraufzucht eingesetzt werden?
- Welche Leistungen lassen sich in der Fresseraufzucht bei Einsatz von getrockneter Weizenschlempe im Vergleich zu Raps- und/oder Sojaextraktionsschrot erzielen?

Zur Beantwortung der Fragen wurden in der Zeit von Oktober 2004 bis Januar 2006 drei Fütterungsversuche mit Fressern auf der Versuchsstation Karolinenfeld der Abteilung Versuchsbetriebe der LfL durchgeführt:

- Versuch 1 (V1): 21.10.2004 bis 05.01.2005
- Versuch 2 (V2): 30.09.2005 bis 11.01.2006
- Versuch 3 (V3): 25.02.2005 bis 01.06.2005

## Material und Methode

### Tiere

Pro Versuch wurden 42 männliche Fleckviehkälber über den Zuchtverband Miesbach zugekauft. Die Zuteilung der Tiere auf die Gruppen erfolgte nach Lebendmasse, Alter und Abstammung. Bei Versuchsbeginn waren die Kälber im Mittel 85 kg (V1, V3) bzw. 77 kg (V2) schwer und 31 (V1), 32 (V2) bzw. 36 (V3) Tage alt.

## Futtermittel

Versuchsfuttermittel waren jeweils zwei Kraftfutter, die sich in ihrem Rohproteinträger unterschieden (Tab. 1). Verglichen wurden Mischungen mit getrockneter Weizenschlempe und Rapsextraktionsschrot (V1, V2) bzw. Raps- und Sojaextraktionsschrot (V3).

Nachfolgend werden die Bezeichnungen „Schlempe“, „Raps“ und „Soja“ für die Futtermittelgruppen mit Kraftfutter auf Basis von getrockneter Weizenschlempe, Rapsextraktionsschrot und Sojaextraktionsschrot verwendet.

**Tabelle 1:** Zusammensetzung der Kraftfutter (Angaben in %)

Versuch: Komponente:	V1, V2		V3	
	„Schlempe“	„Raps“	„Soja“	„Raps“
Weizenschlempe, getrocknet	34	--	--	--
Rapsextraktionsschrot	--	34	--	34
Sojaextraktionsschrot	--	--	28	--
Gerste	26*		29	26
Weizen	25*		27	25
Trockenschnitzel*	10*		11	10
Mineralfutter	4		4	
Rapsöl	1		1	

\* Verzicht auf Trockenschnitzel in V2 während der Tränkeperiode, dafür Erhöhung des Weizen- und Gerstenanteils um je 5 %

Die Kraftfutter wurden mit Abrufautomaten der Fa. Förster (Volumendosierung) vorgelegt. In V1 und V2 wurden gleiche Soll-Abrufmengen für die beiden Mischungen eingestellt. Aufgrund des höheren Rohprotein Gehaltes war in V3 die Kraftfuttermenge in der Gruppe „Soja“ begrenzt. Es wurden 5 % weniger zugeteilt als in der Gruppe „Raps“. In den ersten acht (V1, V3) bzw. sechs (V2) Versuchswochen wurde ein praxisüblicher Milchaustauscher über Tränke-Automaten (Fa. Förster) tierindividuell zugeteilt. Maissilage, Heu und Tränkewasser wurden über den gesamten Versuchszeitraum zur freien Aufnahme angeboten.

## Futteruntersuchungen

Die Schätzung des Gehaltes an nXP sowie der Proteinabbaubarkeit in vitro wurde mit dem erweiterten Hohenheimer Futterwerttest (HFT) (STEINGAß et al., 2001) an der Universität Hohenheim sowie im Futtermittellabor der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen in Grub durchgeführt. Dort wurden auch die Futteranalysen (VDLUFA Methodenbuch) vorgenommen.

Zur Bestimmung des Energiegehaltes der Kraftfuttermittel wurden Verdaulichkeitsmessungen an je vier Hammeln nach den Vorgaben der GfE (1991) im Differenzversuch durchgeführt. Weitergehende Untersuchungen zur Ermittlung des Futterwertes, insbesondere zum Proteinwert sind im Tagungsband des 117. VDLUFA-Kongress in Bonn (SPIEKERS et al., 2005) dargestellt.

## Ermittlung der Messgrößen

Die Aufnahme an Heu und Maissilage wurde aus Ein- und Rückwaage multipliziert und mit den jeweiligen TM-Gehalten ermittelt. Die abgerufenen Mengen an Kraftfutter und Milchaustauschertränke wurden an den Abruf- bzw. Tränkeautomaten registriert.

In festgelegten Abständen wurde die Trockenmasse der Grob- und Kraftfuttermittel ermittelt und daraus Sammelproben für die Rohnährstoffanalyse erstellt.

Die Lebendmasse der Tiere wurde wöchentlich bestimmt und daraus die täglichen Zunahmen errechnet. V<sub>1</sub> dauerte aufgrund der nur begrenzt zur Verfügung stehenden Menge an getrockneter Weizenschlempe 76 Tage. V<sub>2</sub> bzw. V<sub>3</sub> wurden über 103 bzw. 96 Tage bis zum Erreichen von etwa 200 kg Lebendmasse durchgeführt.

## Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programmpaket SAS (Varianzanalyse, Mittelwertsvergleich).

## Ergebnisse und Diskussion

### Rohnährstoff- und Energiegehalte der Futtermittel

Die Ergebnisse der Futteruntersuchungen sind in den Tabellen 2 bis 4 zusammengestellt. In V<sub>1</sub> wiesen die Kraftfutter mit 209 bzw. 212 g/kg TM nahezu gleiche Rohprotein-gehalte auf. Für die Mischung mit Rapsextraktionsschrot wurden knapp 20 g/kg TM mehr an nutzbarem Rohprotein ermittelt. Mit 13,4 gegenüber 12,8 MJ/kg TM ergab sich im Verdauungsexperiment für das Kraftfutter mit Schlempe ein höherer Energiegehalt.

**Tabelle 2:** Rohnährstoff- und Energiegehalte der in V<sub>1</sub> eingesetzten Futtermittel

		MAT	Heu	Maissilage	Kraftfutter mit:	
					„Schlempe“	„Raps“
TM	(g/kg)	963	864	360	912 ± 5	908 ± 5
Rohasche	(g/kg TM)	92	43	29	72 ± 7	74 ± 2
Rohprotein	(g/kg TM)	211	132	83	209 ± 6	212 ± 6
Rohfett	(g/kg TM)	191	16	36	47 ± 4	50 ± 2
Rohfaser	(g/kg TM)	0	326	190	59 ± 2	76 ± 2
Energie*	(MJ ME/kg TM)	(16,4)#	9,4	11,1	13,4 ± 0,15	12,8 ± 0,05
nXP**	(g/kg TM)	-	127	135	182**	201**

\* ermittelt aus Verdauungsversuch mit Hammeln

\*\* ermittelt aus erweitertem HFT, Passagerate 6 %/h

# kalkulierter Wert im Milchaustauscher (MAT) für weitere Berechnungen

In V<sub>2</sub> wiesen die Kraftfutter mit 195 bzw. 193 g/kg TM nahezu identische Rohprotein-gehalte auf. Eine Bestimmung des nXP-Gehaltes mittels modifiziertem HFT wurde in V<sub>2</sub> nicht durchgeführt. Mit 12,5 und 12,6 MJ ME/kg TM ergaben sich im Verdauungs-experiment vergleichbare Energiegehalte für beide Kraftfutter.

**Tabelle 3:** Rohnährstoff- und Energiegehalte der in V2 eingesetzten Futtermittel

		MAT	Heu	Maissilage	Kraftfutter mit:	
					„Schlempe“	„Raps“
TM	(g/kg)	962	861	357	931 ± 7	923 ± 11
Rohasche	(g/kg TM)	88	50	31	67 ± 3	74 ± 6
Rohprotein	(g/kg TM)	215	125	82	195 ± 9	193 ± 14
Rohfett	(g/kg TM)	195	17	37	41 ± 2	33 ± 6
Rohfaser	(g/kg TM)	4	308	206	59 ± 2	84 ± 4
Energie*	(MJ ME/kg TM)	(16,5)#	5,7	10,9	12,6* ± 0,03	12,5* ± 0,10

\* ermittelt aus Verdauungsversuch mit Hammeln

# kalkulierter Wert im Milchaustauscher (MAT) für weitere Berechnungen

Die während der Tränkeperiode von V2 eingesetzten Kraftfutter ohne Zusatz von Trockenschnitzeln wiesen mit 901 für die Schlempermischung und 891 g/kg für die Rapsmischung etwas niedrigere TM-Gehalte auf als die Kraftfutter in Tabelle 3. Die Energiegehalte beider Kraftfutter waren exakt um 0,1 MJ ME/kg TM erhöht. Die Rohasche- und Rohfettgehalte wiesen mit 60 bzw. 77 und 44 bzw. 40 g/kg TM für die Schlempe- und Rapsmischung ähnliche hohe Gehalte auf als die später eingesetzten Kraftfutter (Tab. 3). Die Rohfasergehalte waren durch den Wegfall der Trockenschnitzel etwas vermindert (47 bzw. 74 g/kg TM für die Mischungen mit Rapsextraktionsschrot und Weizenschlempe). Mit 184 g (Schlempermischung) gegenüber 199 g (Rapsmischung) ergaben sich beim Rohproteingehalt etwas größere Unterschiede als in der darauffolgenden Versuchsperiode.

In V3 wiesen die Kraftfutter mit 206 g/kg TM (Rapsmischung) und 232 g/kg TM (Sojamischung) unterschiedliche Rohproteingehalte auf. Für die Mischung mit Rapsextraktionsschrot wurden 17 g/kg TM mehr an nutzbarem Rohprotein ermittelt. Mit 12,7 gegenüber 12,3 MJ/kg TM ergab sich im Verdauungsexperiment für das Kraftfutter mit Raps ein höherer Energiegehalt.

**Tabelle 4:** Rohnährstoff- und Energiegehalte der in V3 eingesetzten Futtermittel

		MAT	Heu	Maissilage	Kraftfutter mit:	
					„Raps“	„Soja“
TM	(g/kg)	964	860	361	918	908
Rohasche	(g/kg TM)	92	52	31	84	75
Rohprotein	(g/kg TM)	214	133	79	206	232
Rohfett	(g/kg TM)	191	18	38	47	35
Rohfaser	(g/kg TM)	0	322	158	81	61
Energie*	(MJ ME/kg TM)	(16,4)#	9,4	11,5	12,7	12,3
nXP**	(g/kg TM)	-	127	138	201**	184**

\* ermittelt aus Verdauungsversuch mit Hammeln

\*\* ermittelt aus erweitertem HFT, Passagerate 6 %/h

# kalkulierter Wert im Milchaustauscher (MAT) für weitere Berechnungen

In den Versuchen stimmten die Rohnährstoffgehalte der eingesetzten Kälberkraftfutter weitgehend überein. In V3 wurden in der Mischung mit Sojaextraktionsschrot etwas

höhere Gehalte an Rohprotein eingestellt, um die Relationen zwischen Energie und Rohprotein gleich zu halten.

Die Unterschiede im Energiegehalt der Futtermischungen waren aufgrund der Streuung der Hammel nicht signifikant.

In Tabelle 5 finden sich die Ergebnisse der parallel durchgeführten Verdauungsversuche mit den geprüften Kraftfuttermischungen. Das Kraftfutter mit getrockneter Schlempe von V1 wies bei allen überprüften Rohnährstoffen die höchsten Verdaulichkeitskoeffizienten auf. In V2 wurde nur bei der Rohfaser ein höherer Verdaulichkeitskoeffizient für das Futter mit getrockneter Schlempe gefunden.

Mit Ausnahme des Kraftfutters auf Basis von getrockneter Weizenschlempe in V2 ergaben sich mit 4 bzw. 5 % hohe Standardabweichungen bei der Verdaulichkeit der organischen Substanz.

**Tabelle 5:** An Hammeln ermittelte Verdaulichkeitskoeffizienten (%) der geprüften Kraftfutter

Versuch: Kraftfutter mit:	V1		V2		V3
	„Schlempe“	„Raps“	„Schlempe“	„Raps“	„Soja“
Organische Substanz	89 ± 5	85 ± 4	84 ± 3	85 ± 4	83 ± 4
Rohprotein	83 ± 2	79 ± 3	69 ± 6	76 ± 8	76 ± 6
Rohfett	98 ± 2	98 ± 1	97 ± 3	97 ± 3	93 ± 4
Rohfaser	75 ± 29	48 ± 23	65 ± 16	35 ± 21	34 ± 19
NfE	92 ± 4	91 ± 3	90 ± 2	92 ± 3	90 ± 3
Org. Rest	90 ± 3	88 ± 2	85 ± 2	88 ± 3	85 ± 3

Die Ergebnisse zeigen wiederum die Problematik in der Abschätzung der Rohfaserverdaulichkeit. Für die weiteren Berechnungen wurden die aufgeführten ME-Werte aus den Verdaulichkeiten der Tabelle 5 und den vorliegenden Rohnährstoffgehalten (Tab. 2 bis 4) in Ansatz gebracht.

## Mineralstoffe und Aminosäuren

Aus Tabelle 6 gehen die Mineralstoff- und Aminosäuregehalte der untersuchten Weizenschlempe hervor. Die Daten zeigen, dass die Weizenschlempe reich an Phosphor und Kalium ist. Niedrig sind die Gehalte an Kalzium und Natrium. Bei den Aminosäuren ist der geringe Gehalt an Lysin zu beachten.

**Tabelle 6:** Mineralstoff- und Aminosäuregehalte der getesteten Schlempe (V1)

Inhaltsstoff	g/kg TM	Inhaltsstoff	g/kg TM
Kalzium	1,4	Lysin	6,8
Phosphor	10,8	Methionin	6,1
Kalium	13,4	Cystin	6,9
Natrium	1,3	Threonin	11,7
Magnesium	3,6	Tryptophan	3,7
Kupfer	14,5*		
Zink	74,6*		

\* mg/kg TM

In Tabelle 7 sind die kalkulierten Aminosäuregehalte der Testfutter angegeben. Mit Ausnahme der Schlempe, für die in V1 eine Analyse vorlag (Tab. 6), wurden für die Futtermittelkomponenten Tabellenwerte herangezogen.

**Tabelle 7:** Kalkulierte Aminosäuregehalte (g/kg TM) der getesteten Kraftfuttermittel

Aminosäure		Mischung mit		
		„Schlempe“*	„Raps“	„Soja“
Lysin	(g/kg TM)	4,0	8,7	9,9
Methionin	(g/kg TM)	3,0	3,6	3,0
Cystin	(g/kg TM)	3,6	4,5	3,4
Threonin	(g/kg TM)	5,9	7,6	7,5
Tryptophan	(g/kg TM)	1,9	2,4	2,5

\* Getrocknete Weizenschlempe, Herkunft Schweden (V1)

### Futtermittelaufnahme und Leistung

Tabelle 8 zeigt die Ergebnisse der Versuche im Überblick. Getrocknete Weizenschlempe, Rapsextraktions- oder Sojaextraktionsschrot als Eiweißträger im Kälberkraftfutter beeinflussten die Futtermittelaufnahme nur wenig. In den Gruppen wurden mit jeweils 2,4 kg (V1), 2,9 und 3,0 (V2) sowie jeweils 2,8 kg (V3) nahezu identische TM-Aufnahmen ermittelt.

In V1 lagen die Tageszunahmen beim Einsatz der „Schlempe“ um etwa 30 g niedriger als in der „Raps“-Gruppe. Wurde V2 nach einer Laufzeit von 76 Tagen, was der Versuchsdauer von V1 entspricht, ausgewertet, so waren die Tageszunahmen in der „Schlempe“-Gruppe um 50 g gegenüber der „Raps“-Gruppe vermindert. Nach der Versuchsdauer von 103 Tagen lag die Differenz bei 70 g. In beiden Versuchen ließen sich die Unterschiede statistisch nicht absichern.

In V3 mit Raps- und Sojaextraktionsschrot als Eiweißlieferant lagen die täglichen Zunahmen mit 1 044 und 1 054 g (nach 76 Tagen) bzw. 1 181 und 1 168 g (nach 96 Tagen) eng beieinander und unterschieden sich nicht signifikant.

**Tabelle 8:** Ergebnisse der Versuche (21 Tiere je Gruppe) im Überblick

Versuch:	V1		V2		V3	
Versuchsdauer (Tage):	76		103		96	
Dauer Tränkeperiode (Wochen):	8		6		8	
Mischung mit:	„Schlempe“	„Raps“	„Schlempe“	„Raps“	„Raps“	„Soja“
Alter Versuchsbeginn (Tage)	31 ± 5	31 ± 4	32 ± 5	32 ± 6	36 ± 7	36 ± 5
LM Einstallung (kg)	85 ± 5	85 ± 5	77 ± 4	77 ± 4	85 ± 4	85 ± 4
LM nach 76 Versuchstagen (kg)	162 ± 12	164 ± 12	153 ± 11	157 ± 12	163 ± 9	164 ± 12
Tageszunahmen bis Tag 76 (g)	1 008 ± 137	1 039 ± 129	1 003 ± 139	1 053 ± 143	1 044 ± 96	1 054 ± 133
LM Versuchsende (kg)	s. o.	s. o.	191 ± 11	198 ± 13	198 ± 10	197 ± 15
Tageszunahmen (g)	s. o.	s. o.	1 108 ± 125	1 179 ± 116	1 181 ± 87	1 168 ± 133
Aufnahme MAT (g TM/Tag)*	617 ± 17	618 ± 20	615 ± 40	637 ± 9	636 ± 15	591 ± 140
Kraftfutteraufnahme (kg TM/Tag)	1,24 ± 0,08	1,28 ± 0,09	1,73 ± 0,08	1,71 ± 0,08	1,36 ± 0,04	1,27 ± 0,11
TM-Aufnahme (kg/Tag)	2,4	2,4	2,9	3,0	2,8	2,8
ME-Aufnahme (MJ/Tag)	31,0	30,3	35,5	36,2	34,6	34,2
XP-Aufnahme (g/Tag)	412	423	469	476	451	473
ME-Aufnahme/kg Zuwachs (MJ)	29,8	28,4	30,8	29,5	28,9	28,6
XP-Aufnahme/kg Zuwachs (g)	399	397	407	389	380	397

\* je Tränketag

bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $p = 0,05$  zeigten sich keine signifikanten Unterschiede

Bei der TM-Aufnahme und dem Aufwand an ME und nXP sind keine Streuungen angegeben, da der Verzehr an Grobfutter nur für die Gruppe erfasst wurde. Innerhalb der Versuche zeigen sich gleiche Aufnahmen und Verbräuche an ME und Rohprotein. Im Weiteren erfolgt eine weitere Differenzierung zwischen der Tränkeperiode und den Perioden nach dem Absetzen der Tränke.

## Tränkephase

Die Tränke wurde bei etwa 134 kg (V1), 110 kg (V2) und 129 kg (V3) Lebendmasse abgesetzt. In V2 wurde die Tränkeperiode auf max. sechs Wochen begrenzt, in den beiden anderen Versuchen wurde über acht Wochen MAT verabreicht. Die Futteraufnahme während der Tränkeperiode unterschied sich in den Versuchen nur geringfügig (siehe Tab. 9). Mit jeweils 1,7 (V1), 1,4 (V2) und 1,6 kg (V3) ergaben sich keine Unterschiede in der TM-Aufnahme zwischen den Gruppen. Die täglichen Zunahmen beliefen sich auf 872 und 906 g (V1), 790 und 818 g (V2) sowie 817 und 824 g (V3). Die Energie- und Rohproteinaufnahmen je kg Zuwachs waren während dieser Periode mit Werten zwi-

schen 26 und 27 MJ ME bzw. 366 und 371 g Rohprotein in den Versuchsgruppen von V<sub>1</sub> und V<sub>3</sub> nahezu identisch. In V<sub>2</sub> wurden mit 23 bis 24 MJ ME bzw. 320 bis 322 g Rohprotein bedingt durch die verkürzte Tränkeperiode niedrigere Werte ermittelt.

**Tabelle 9:** Gemessene Parameter während der Tränkeperiode

Versuch: Mischung mit: Dauer (Wochen):	V <sub>1</sub>		V <sub>2</sub>		V <sub>3</sub>	
	„Schlempe“ 8	„Raps“ 8	„Schlempe“ 6	„Raps“ 6	„Raps“ 8	„Soja“ 8
LM Einstellung (kg)	85 ± 5	85 ± 5	77 ± 4	77 ± 4	85 ± 4	85 ± 4
LM Abschnittsende (kg)	133 ± 9	135 ± 11	109 ± 9	110 ± 9	129 ± 7	129 ± 9
Zunahmen (g)	872 ± 131	906 ± 149	790 ± 205	818 ± 171	817 ± 99	824 ± 132
Aufnahme MAT (g TM/Tag)	617 ± 17	618 ± 20	615 ± 40	637 ± 9	636 ± 15	591 ± 140
Kraftfutteraufnahme (g TM/Tag)	773 ± 105	819 ± 121	602 ± 205	531 ± 204	658 ± 58	590 ± 149
TM-Aufnahme (kg/Tag)	1,71	1,71	1,38	1,36	1,64	1,62
ME-Aufnahme (MJ/Tag)	23,6	23,4	19,3	19,1	22,4	21,6
XP-Aufnahme (g/Tag)	321	331	254	262	303	305
ME-Aufnahme/kg Zuwachs (MJ)	27,1	25,8	24,4	23,4	27,4	26,3
XP-Aufnahme/kg Zuwachs (g)	368	366	322	320	371	370

keine statistischen Differenzen, p = 0,05

### Nach Absetzen des MAT

Aus Tabelle 10 sind die gemessenen Daten für die erste Phase nach dem Absetzen der Tränke ersichtlich. Innerhalb der Versuche zeigten sich auch für diesen Abschnitt gleiche Futteraufnahmen. In V<sub>1</sub> bei nur 3-wöchiger Abschnittsdauer und in V<sub>3</sub> mit Raps- und Sojaextraktionsschrot bei 6-wöchiger Abschnittsdauer wurden Differenzen zwischen den Versuchsgruppen von 25 (V<sub>1</sub>) bzw. 39 g (V<sub>3</sub>) bei den Tageszunahmen festgestellt. Bei einer Abschnittsdauer von neun Wochen lagen in V<sub>2</sub> in der Gruppe mit „Schlempe“ die Tageszunahmen um exakt 100 g niedriger als in der Gruppe mit „Raps“. Dieser Unterschied ließ sich statistisch absichern.

**Tabelle 10:** Gemessene Parameter nach Absetzen der Tränke bis Versuchsende

Versuch: Mischung mit: Dauer (Wochen):	V1		V2		V3	
	„Schlempe“	„Raps“	„Schlempe“	„Raps“	„Raps“	„Soja“
	3		9		6	
LM Abschnittsbeginn (kg)	133 ± 9	135 ± 11	109 ± 9	110 ± 9	129 ± 7	129 ± 9
LM Abschnittsende (kg)	162 ± 12	164 ± 12	191 ± 13	198 ± 12	198 ± 10	197 ± 15
Zunahmen (g)	1 365 ± 285	1 390 ± 172	1 319 <sup>b</sup> ± 112	1 419 <sup>a</sup> ± 121	1 650 ± 122	1 611 ± 189
Kraftfutteraufnahme (kg TM/Tag)	2,46 ± 0,05	2,46 ± 0,04	2,51 ± 0,02	2,49 ± 0,01	2,27 ± 0,07	2,15 ± 0,08
TM-Aufnahme (kg/Tag)	4,11	4,07	3,88	4,03	4,26	4,36
ME-Aufnahme (MJ/Tag)	50,6	49,0	46,3	47,6	50,8	51,0
XP-Aufnahme (g/Tag)	655	669	612	618	647	697
ME-Aufnahme/kg Zuwachs (MJ)	37,0	35,2	35,1	33,6	30,8	31,6
XP-Aufnahme/kg Zuwachs (g)	480	482	464	436	392	432

Zahlen mit unterschiedlichen Hochbuchstaben unterscheiden sich signifikant, p = 0,05

Zur bessern Vergleichbarkeit wurden auch für V2 und V3 die Daten bis ca. 160 kg Lebendmasse ausgewertet. Diese sind in Tabelle 11 zusammengefasst.

**Tabelle 11:** Gemessene Parameter nach Absetzen der Tränke bis ca. 160 kg Lebendmasse

Versuch: Mischung mit:	V1		V2		V3	
	„Schlempe“	„Raps“	„Schlempe“	„Raps“	„Raps“	„Soja“
LM Abschnittsbeginn (kg)	133 ± 9	135 ± 11	109 ± 9	110 ± 9	129 ± 7	129 ± 9
LM Abschnittsende (kg)	162 ± 12	164 ± 12	153 ± 11	157 ± 12	163 ± 9	164 ± 12
Zunahmen (g)	1 365 ± 285	1 390 ± 172	1 253 ± 113	1 328 ± 151	1 630 ± 156	1 646 ± 198
Kraftfutteraufnahme (kg TM/Tag)	2,46 ± 0,05	2,46 ± 0,04	2,36 ± 0,19	2,34 ± 0,17	1,89 ± 0,08	1,86 ± 0,11
TM-Aufnahme (kg/Tag)	4,11	4,07	3,41	3,46	3,61	3,74
ME-Aufnahme (MJ/Tag)	50,6	49,0	40,8	41,2	43,0	43,7
XP-Aufnahme (g/Tag)	655	669	557	554	544	600
ME-Aufnahme/kg Zuwachs (MJ)	37,0	35,2	32,6	31,0	26,4	26,4
XP-Aufnahme/kg Zuwachs (g)	480	482	444	417	334	364

## Diskussion/Ausblick

Die in den dargestellten Versuchen geprüften Chargen Weizenschlempe schwedischer und deutscher Herkunft ließen sich mit Erfolg in der Kälber- und Fresseraufzucht bis zu 160 kg Lebendmasse einsetzen. Bei vergleichsweise hohen Anteilen in den Kraftfuttermischungen bestanden keine Probleme in der Akzeptanz und die Aufwendungen an Energie und Rohprotein entsprachen in etwa der Kontrollgruppe mit Rapsextraktionsschrot. Für diese konnte wiederum eine Vergleichbarkeit mit Sojaextraktionsschrot in V<sub>3</sub> festgestellt werden. Im Lebendmassebereich bis 160 kg wurden vergleichbare Leistungen zu Raps- und Sojaextraktionsschrot festgestellt. Der Energiegehalt der getrockneten Weizenschlempe entsprach dem von Rapsextraktionsschrot. Der Anteil des UDP lag nicht niedriger als bei Rapsextraktionsschrot (SPIEKERS et al., 2006).

Bei einer längeren Versuchsdauer bis zum Erreichen einer für die Fresservermarktung gewünschten Lebendmasse von etwa 200 kg Lebendmasse wurden in der Gruppe mit Weizenschlempe aus deutscher Produktion Leistungseinbußen von ca. 70 g bei den Tageszunahmen verzeichnet.

Diese Ergebnisse sind vor dem Hintergrund der stark unterschiedlichen Gehalte an Aminosäuren, insbesondere an Lysin, bei hohen Einsatzmengen zu diskutieren. Offensichtlich war der vergleichsweise niedrige Gehalt an Lysin in der Getreideschlempe während der Tränkeperiode weniger limitierend als in der darauffolgenden Versuchsphase.

Der Einsatz von getrockneter Weizenschlempe bei Mastrindern bietet sich an, wegen der beobachteten Minderleistungen bei Fressern empfehlen sich Versuche zur Ableitung der maximal möglichen Einsatzmengen.

## Literatur

GfE (Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie; 1991): Leitlinien zur Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 65, S. 229 - 234

SPIEKERS, H.; SÜDEKUM, K.-H.; PREIßINGER, W. und CHUDASKE, Chr. (2005): Futterwert und Einsatz von Getreideschlempe bei Wiederkäuern. VDLUFA-Schriftenreihe Bd. 61/2006, S. 143 - 151

SPIEKERS, H.; GRUBER, L.; PREIßINGER, W.; URDL, M. (2006): Bewertung und Einsatz von Getreideschlempen beim Wiederkäuer. In: 5. Boku-Symposium Tierernährung, S. 25 - 34

STEINGAß, H.; NIBBE, D.; SÜDEKUM, K.-H.; LEBZIEN, P. und SPIEKERS, H. (2001): Schätzung des nXP-Gehaltes mit Hilfe des modifizierten Hohenheimer Futterwerttests und dessen Anwendung von Raps- und Sojaextraktionsschroten. 113. VDLUFA-Kongress, Berlin, Kurzfassungen der Vorträge, 114

*Autoren: Dr. Wolfgang Preißinger, Dr. Hubert Spiekers und Anton Obermaier  
Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft  
Prof.-Dürrwaechter-Platz 3  
85586 Poing-Grub*

# Fütterung Getreideschlempe in der intensiven Lämmermast

Dr. Jörg Martin (Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern)

Bei der Bioethanolherstellung fällt zunehmend Getreideschlempe als „Koppelprodukt“ in großen Mengen an, die sowohl als Pressschlempe als auch in getrockneter Form (*lose bzw. pelletiert*) gehandelt wird.

Um Landwirten Empfehlungen für eine möglichst wirtschaftliche Verwertung der anfallenden und angebotenen Getreideschlempe geben zu können, wurden im Rahmen der länderübergreifenden Zusammenarbeit „Erzeugung von Ethanolgetreide und Schlempeverfütterung“ vielfältige, projektbezogene Untersuchungen zum Schlempeeinsatz in der Tierernährung durchgeführt.

## Getreideschlempe - eine Alternative als Proteinträger in der Fütterung?

Aus der Sicht der Tierernährung ist Getreideschlempe (insbesondere Trockenschlempe) infolge ihres Rohproteingehaltes von hohem Interesse (Tab. 1).

**Tabelle 1:** Vergleich des Futterwertes von Getreideschlempe mit pflanzlichen Eiweißträgern<sup>1)</sup>

Futtermittel	Gehalt je kg Trockenmasse					umsetzb. Energie MJ ME
	Rohprotein	RNB <sup>2)</sup>	nXP <sup>3)</sup>	Rohfett	Rohfaser	
	g					
Sojaextraktionsschrot	507	34,6	291	21	36	13,6
Rapsextraktionsschrot	396	24,6	242	27	134	11,9
Rapskuchen	368	23,3	222	112	130	13,6
Trockenschlempe → DDGS <sup>4)</sup>	361	18,6	245	59	87	12,0
Pressschlempe → Roggen <sup>5)</sup>	207	-	-	68	145	9,1
Blaue Lupinen	344	19,8	220	108	165	14,2
Erbsen	256	11,2	186	18	70	13,4

<sup>1)</sup> Analysenergebnisse der LFA MV

kalkulatorische Parameter <sup>2)</sup> ruminale N-Bilanz → kennzeichnet N-Versorgungsgrad im Pansen

<sup>3)</sup> am Dünndarm nutzbares Rohprotein

<sup>4)</sup> DRIED DISTILLERS GRAIN WITH SOLUBLES → getrocknete Getreideschlempe mit löslichen Bestandteilen

<sup>5)</sup> Analysendaten aus Köllitsch, Paulinenaue und Dummerstorf (nach ALERT, LOSAND und PRIEBE, 2007)

Dabei liegt der Rohproteingehalt der Trockenschlempe (DDGS) etwa im Bereich der Produkte aus der Rapsverarbeitung (Rapsextraktionsschrot bzw. -kuchen) und damit über dem von Körnerleguminosen (Erbsen bzw. Lupinen). Dagegen weist Pressschlempe (Roggen) deutlich geringere Rohproteingehalte als die Körnerleguminosen auf. Allerdings kann der Rohproteingehalt der Getreideschlempen in Abhängigkeit von der Getreideart und -sorte (Weizen, Triticale, Gerste, Roggen, Mais), den Bodenverhältnissen, der Düngung, den klimatischen Einflüssen während des Wachstums und der Reifung

deutlich schwanken. Deshalb ist eine Futtermittelanalyse vor dem Einsatz zu empfehlen, um eine ausgewogene Nährstoffzusammensetzung der Ration bzw. des Mischfutters zu sichern.

Diese Empfehlung wird durch die hohe Variationsbreite der Ergebnisse der Rohnährstoffanalysen und der Verdaulichkeitskoeffizienten der Rohnährstoffe gestützt, die in den am Mehrländerprojekt beteiligten Einrichtungen ermittelt wurden (Tab. 2).

**Tabelle 2:** Ermittelte Variationsbreite der Rohnährstoffgehalte und der Verdaulichkeiten der Rohnährstoffe von Getreideschlempen

Parameter		Trockenschlempe <sup>1)</sup>	Pressschlempe <sup>2)</sup>
<b>Rohnährstoffgehalt</b>			
Rohprotein	g/kg T	361 ... 390	183 ... 230
Rohfett	g/kg T	51 ... 62	59 ... 78
Rohfaser	g/kg T	64 ... 86	132 ... 154
Rohasche	g/kg T	43 ... 61	22 ... 30
Energie	MJ ME/kg T	12,2	8,2 ... 10,0
	MJ NEL/kg T	7,4	4,6 ... 5,8
<b>Verdaulichkeit</b>			
Anzahl Untersuchungen	n	8	6
Organische Masse	%	72,2 ... 82,4	53,1 ... 61,9
Rohprotein	%	70,2 ... 75,4	-
Rohfett	%	80,5 ... 94,7	18,0 ... 89,0
Rohfaser	%	30,8 ... 87,7	39,0 ... 68,0
NfE	%	75,0 ... 91,2	-
Organischer Rest	%	74,5 ... 82,0	45,0 ... 63,0

<sup>1)</sup> Weizen und Weizen/Gerste (nach LOSAND, SPIEKERS und URDL, 2007)

<sup>2)</sup> Roggen (nach ALERT, LOSAND und PRIEBE, 2007)

Zu achten ist außerdem auf die Mineralstoffversorgung (insbesondere bei höheren Schlempe-Anteilen im Mischfutter), da Getreideschlempe ein extrem ungünstiges Calcium-Phosphor-Verhältnis (etwa 1:7!) aufweist.

## Was bringt der Schlempeinsatz in der intensiven Lämmermast?

Um das vom Markt geforderte fettarme Lamm mit gut entwickelter Bemuskulung der wertvollen Teilstücke (*Kotelett, Lende, Keule*) zu erzeugen, muss die hohe Wachstumsintensität bei günstiger Futtermittelverwertung junger Masttiere optimal genutzt werden. Entscheidende Voraussetzung dafür ist eine leistungsgerechte Ernährung über energie- und proteinreiche Futterrationen, da wachsende Tiere höhere Ansprüche an die Futterqualität als Alttiere stellen. Deshalb ist den Problemen der Fütterung, d. h. der Versorgung der Tiere mit Energie, Nähr-, Mineral- und Wirkstoffen, der Futterstruktur und möglichen Schadstoffen im Futter (Toxine, Antinutritiva) sowie den Futterkosten, eine hohe Aufmerksamkeit zu widmen.

Da zunehmend Getreideschlempe sowohl als Pressschlempe als auch in getrockneter Form (*lose bzw. pelletiert*) gehandelt wird und damit als Proteinquelle auch für die Lämmermast zur Verfügung steht, erfolgten unter den standardisierten Bedingungen der Mastprüfanstalt Laage (*männliche Lämmer der Rasse Schwarzköpfiges Fleischschaf; Gruppenhaltung auf Tiefstreu → Misch- und Grobfutter zur freien Aufnahme*) Untersuchungen zur Nutzung von Getreideschlempe im („hofeigenen“) Lämmermischfutter. Tabelle 3 enthält einen Überblick über die Zusammensetzung der eingesetzten Futtermischungen, die so aufeinander abgestimmt wurden, dass nahezu gleiche Energie- und Rohproteingehalte gesichert werden konnten.

**Tabelle 3:** Zusammensetzung und Futterwert der eingesetzten Futtermischungen (Angaben je kg Originalsubstanz)

Eiweißträger im Mischfutter			SES	DDGS SES	DDGS
Sojaextraktionsschrot	... SES	%	20	12	•
Getreideschlempe	... DDGS <sup>1)</sup>	%	•	13	29
Gerste		%	25	25	25
Hafer		%	18	18	13
Triticale		%	30	25	26
Mineralstoffe (Ca-reich)		%	3	3	2
Futterkalk		%	2	2	3
Öl (zur „Staubbindung“)		%	2	2	2
<b>Futterwert</b>					
Energiekonzentration	MJ ME		11,1	11,0	11,0
Rohprotein	g		160	161	162
Ruminale N-Bilanz	g		1,6	1,7	1,7
am Dünndarm nutzbares Rohprotein	g		150	151	151

<sup>1)</sup> DRIED DISTILLERS GRAIN WITH SOLUBLES → getrocknete Getreideschlempe mit löslichen Bestandteilen

## Fleischleistung von Lämmern bei Schlempeinsatz im Mischfutter

In Tabelle 4 wurden die Untersuchungsergebnisse zum Schlempeinsatz im Lämmermischfutter zusammengefasst. Die Ergebnisse demonstrieren das erreichte Niveau der Mast, das die Ausschöpfung des individuellen Wachstumsvermögens der Tiere weitgehend gewährleistete.

Dabei wiesen die Tiere aller Gruppen, als Voraussetzung für eine hohe tägliche Zunahme, einen hohen Futterverzehr und damit eine hohe Energie- und Nährstoffaufnahme auf. Tendenziell war jedoch eine leichte Verringerung der Futterraufnahme mit steigendem Schlempe-Anteil im Mischfutter zu beobachten.

In der Wachstumsintensität und der Futterverwertung zeigte sich dagegen die differenzierte Wirkung des angebotenen Mischfutters. Das höchste Leistungsniveau in der Mast (Zunahme, Futterverwertung) wurde für die Tiere der SES-Gruppe ermittelt. Dagegen führte die Nutzung von Getreideschlempe im Mischfutter zu einer verminderten Wachstumsintensität und Futterverwertung.

Die Schlachtkörper wiesen unabhängig von der verabreichten Ration die für junge Lämmer bekannte gute Qualität auf. Bei der Wertung der Ergebnisse ist allerdings zu

berücksichtigen, dass eine gewichtsabhängige Schlachtung (*bei ca. 43 kg*) mit Korrektur auf ein einheitliches Mastendgewicht erfolgte.

Auf folgende Faktoren muss dabei besonders hingewiesen werden:

- bei relativ ausgeglichenen Schlachtgewichten spiegeln sich in den Nettozunahmen das Schlachtalter und damit der erreichte Reifegrad sowie die differenzierten Schlachtausbeuten zwischen den Gruppen wider;
- im Nierentalg-Anteil zeigt sich die bei Lämmern sehr deutlich ausgeprägte Altersabhängigkeit dieses Merkmals, die durch die differenzierte Energie- und Nährstoffverwertung verstärkt wird;
- die Nutzung von Schlempe als Mischfutterkomponente führt tendenziell infolge ungünstigerer Konformation (*Bemuskelung* → *Fleischigkeitsklasse*, *Muskeldicke*) und Verfettung (*Nierentalg*, *Fettdicke* → *Auflagefett*) zu einer verringerten Schlachtkörperqualität.

**Tabelle 4:** Ergebnisse zur Gewichtsentwicklung und Futtermittelverwertung sowie zu Schlachtertrag und -körperqualität der Mastlämmer

Eiweißträger im Mischfutter			SES	DDGS	DDGS
Anzahl			10	10	10
Alter Mastende	Tage		103,8	108,8	111,4
Masttage	Tage		48,2	53,0	56,0
<b>Gewichtsentwicklung und Futtermittelverwertung</b>					
Futtermittelaufnahme je Masttag	Kraftfutter	kg	1,27	1,26	1,26
	Heu	kg	0,16	0,16	0,15
	Energie	MJ ME	15,5	15,3	15,2
	Rohprotein	g	224	224	223
	Rohfaser	g	113	118	115
Lebendgewicht	Mastbeginn	kg	22,2	22,1	21,8
	28. Masttag	kg	34,3	33,5	32,7
	Mastende	kg	43,0	43,0	43,0
tägliche Zunahme	Einstellung - Mastbeginn	g	233	207	198
	Mastbeginn - 28. Masttag	g	435	406	389
	29. Masttag - Mastende	g	442	389	382
	Mastbeginn - Mastende	g	439	398	383
Futtermittelaufwand je kg Zuwachs	Mischfutter	kg	2,91	3,17	3,28
	Energie	MJ ME	35,4	38,4	39,7
	Rohprotein	g	511	561	583
<b>Schlachtertrag und -körperqualität</b>					
Schlachtausbeute	%		49,33	48,59	48,16
Schlachtgewicht (warm)	kg		20,5	20,1	19,9
Nettozunahme	g		198	185	180
Nierenfett	g		195	242	264
	%		0,95	1,20	1,32
Bemuskelung	Note		7,1	6,8	6,6
Muskeldicke (Ultraschall)	mm		28,5	27,7	27,3
Fleischigkeitsklasse → E = 1 ... P = 5	Note		2,7	2,9	3,0
Fettdicke (Ultraschall)	mm		6,3	7,1	7,9

## Ökonomische Bewertung des Einsatzes von Getreideschlempe

Die Kalkulation zu wirtschaftlichen Aspekten der Lämmermast bei Einsatz von Getreideschlempe als Mischfutterkomponente weist selbst unter der Voraussetzung eines ähnlichen Energie- und Nährstoffgehaltes auf wirtschaftliche Nachteile gegenüber der Nutzung von Sojaextraktionsschrot als alleinige Eiweißquelle im Mischfutter hin (Tab. 5). Verursacht wird dies durch eine verringerte Wachstumsintensität bei ungünstigerer Futtermittelverwertung und damit durch eine verlängerte Mastdauer zum Erreichen marktüblicher Endgewichte.

**Tabelle 5:** Wirtschaftliche Aspekte des Schlempe-Einsatzes in der Lämmermast (Angaben in €)

Eiweißträger im Mischfutter		SES	DDGS SES	DDGS
Mastdauer	Tage	48,2	53,0	56,0
Mischfutterverbrauch	kg	61,4	66,9	70,3
Mischfutterpreis	€ je kg	0,14	0,14	0,14
Marktleistung <sup>1)</sup>		77,78	76,38	75,73
Kosten (ohne Tiereinsatz)		34,43	37,54	39,11
dav.	Mischfutter	8,59	9,44	9,59
	Heu	0,84	0,92	0,96
	Lohn	9,57	10,36	10,55
	sonstige <sup>2)</sup>	15,43	16,95	17,91
Marge <sup>3)</sup>		43,35	38,84	36,62

<sup>1)</sup> 3,80 € je kg Schlachtgewicht

<sup>2)</sup> u. a. Einstreu, Tierarzt, Wasser und Energie, Gebühren, Abschreibungen

<sup>3)</sup> Erlösbeitrag zur Kostendeckung Mutterschafhaltung, entspricht Marktleistung abzüglich Kosten

## Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Aus den vorliegenden Untersuchungsergebnissen zur Nutzung von Getreideschlempe (DDGS) in der Mastlammerzeugung können folgende Schlussfolgerungen und Empfehlungen abgeleitet werden:

- Die Nutzung von Getreideschlempe aus der Bioethanolherstellung (DDGS) als Proteinquelle kommt unter der Voraussetzung der Nutzung von Getreide aus inländischer Erzeugung der Erfüllung der Forderung nach *enger Flächenbindung der Produktion und Ablösung von Futterimporten* entgegen. Zu beachten ist dabei:
  - relativ günstigerer Preis als Sojaextraktionsschrot, *aber*
  - deutlich erhöhter Rohfett- und Rohfasergehalt sowie
  - extrem ungünstiges Calcium-Phosphor-Verhältnis (*etwa 1:7!*).
Der Futterwert ist *vergleichbar* mit Produkten aus der Rapsverarbeitung (*Konkurrenz?, zumal Getreideschlempen in größeren Mengen anfallen*).

2. Der Energie- und Nährstoffgehalt von Getreideschlempe kann in Abhängigkeit von der Getreideart und -sorte (*Weizen, Triticale, Gerste, Roggen, Mais*), den Bodenverhältnissen, der Düngung, den klimatischen Einflüssen während des Wachstums und der Reifung deutlich schwanken. Deshalb ist vor dem Einsatz eine Futtermittelanalyse zu empfehlen, um eine ausgewogene Nährstoffzusammensetzung der Ration bzw. des Mischfutters zu sichern.
3. Folgende Empfehlungen sollten insbesondere beim Einsatz in „hofeigenen Futtermischungen“ für Mastlämmer bei der Rationsplanung und -bilanzierung beachtet werden:
  - Getreideschlempe (*DDGS*) möglichst mit anderen Eiweißträgern kombinieren
    - ausgewogenere Nährstoffzusammensetzung des Mischfutters,
    - Sicherung einer hohen Verwertbarkeit der Energie und Nährstoffe,
    - mögliche Wirkung verzehrs-mindernder Futterbestandteile minimieren,
    - Getreideschlempe dabei gut mit Sojaextraktionsschrot kombinierbar  
→ *bei hohem Sojaextraktionsschrotpreis relativ preisgünstige Alternative;*
  - Mineralstoffversorgung bei Einsatz in „hofeigenen“ Futtermischungen beachten!
    - durch Beimischen von calciumreichen, phosphorarmen Mineralfutter und Futtermilch „weites“ Calcium-Phosphor-Verhältnis (etwa 3:1) sichern.
4. Durch den Einsatz von Getreideschlempe aus der Bioethanolherstellung ist infolge
  - ungünstigerer Futterverwertung bei verringerter Wachstumsintensität und
  - damit verlängerter Mastdauer zum Erreichen marktüblicher Endgewichte keine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Lammfleischerzeugung zu erwarten. Dies ist nur möglich, wenn höhere Erlöse je kg Gewicht (*lebend oder geschlachtet*) z. B. über Teilnahme an Vermarktungsprogrammen erzielt werden können.

Autor: Dr. Jörg Martin  
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern  
Institut für Tierproduktion  
Wilhelm-Stahl-Allee 2  
18196 Dummerstorf

# Getrocknete Weizenschlempe in der Schweinefütterung

*Dr. Hans-Joachim Alert (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft)*

---

Getreideschlempe ist von altersher ein Futtermittel das in der Rinder- und Schweinefütterung, zumeist flüssig und in unmittelbarer Umgebung der produzierenden Brenneien, eingesetzt wurde. Durch die neuesten Entwicklungen im Bereich der Biokraftstoffe und den damit verbundenen Förderungen ist die Erzeugung von Bioethanol in stetigem Wachstum begriffen. Es entstehen deutschlandweit große Ethanolfabriken die zurzeit einen Gesamtoutput von ca. 500 000 t Getreideschlempe aufweisen. Weitere Anlagen sind geplant und werden zum Teil schon realisiert. Längerfristige Prognosen besagen, dass bis zum Jahr 2020 in der EU über 20 Mio. t Bioethanol benötigt werden, um das rückläufige Angebot der fossilen Energieträger auszugleichen. Die dabei anfallende Schlempe wird zum Teil als getrocknetes Produkt angeboten und eignet sich zur Einmischung in das Schweinefutter. Gegenüber den früher angebotenen Schlempen hat sich die Produktionstechnik heute deutlich verändert, so dass bzgl. der Inhaltsstoffe andere Produkte zu erwarten sind. Um der Landwirtschaft Empfehlungen zum Einsatz geben zu können ist es notwendig, Untersuchungen mit diesen neuen Produkten durchzuführen.

Die Zusammensetzung der Schlempe ist immer vom Ausgangsmaterial abhängig, im vorliegenden Fall vom Getreide (Weizen bzw. Gemisch aus 85 % Weizen und 15 % Gerste). Getrocknete Weizenschlempe enthält nur noch geringe Stärke- und Zuckerteile, aber die übrigen Bestandteile des Getreides sind in der Schlempe konzentrierter als im Ausgangsprodukt. Für die Rationsberechnung können die in Tabelle 1 aufgezeigten Mittelwerte verwendet werden. Diese ergaben sich aus den vorliegenden Untersuchungen im Rahmen des Mehrländerprojektes. Die Weizentrockenschlempe wird in der Regel mit einem Trockenmassegehalt (TM) zwischen 94 und 96 % ausgeliefert. Das Rohprotein ist der wertgebende Bestandteil der Getreideschlempe. Ihr mittlerer Gehalt von 37 % Rohprotein in der TM gestattet eine Einordnung als Eiweißfuttermittel. Allerdings ist insbesondere der geringe Lysingehalt der Trockenschlempe in der Rationsberechnung zu berücksichtigen. Auffällig ist auch der produktionsbedingt hohe Natriumgehalt in der Trockenschlempe.

Im Rahmen des Mehrländerprojektes wurden Untersuchungen zur Verdaulichkeit und zur Bestimmung optimaler Einsatzmengen in der Ferkel- und Mastschweinefütterung durchgeführt.

Im Folgenden werden die wesentlichsten Ergebnisse vorgestellt.

**Tabelle 1:** Mittlere Inhaltsstoffe der getrockneten Weizenschlempe

Trockenmasse	%	DLG (1991) 94,4	Vorschlag Mehrländerprojekt 94
Inhaltsstoffe je kg Trockenmasse			
Rohasche	g	49	58
Rohprotein	g	380	370
Rohfaser	g	83	75
Rohfett	g	56	67
Stärke	g	18	27
Zucker	g	24	35
Ca	g	2,1	1,3
P	g	4,2	8,9
Na	g	-	8,8
K	g	-	11,2
Lysin	g	8,6	7,7 (5,5)
Met+Cys	g	8,3	12,6 (8,8)
Thr	g	10,9	11,1 (9,1)
Trp	g	-	3,5
ME	MJ	11,3	12,1

( ) = praecaecal verdaulich

## Verdaulichkeiten der getrockneten Weizenschlempe

Die Nährstoffverdaulichkeiten der Weizenschlempe wurden in der bayrischen Landesanstalt für Landwirtschaft und der Universität Rostock ermittelt. Die Werte sind in Tabelle 2 enthalten. Mit einer Gesamtverdaulichkeit der organischen Substanz von 68 % liegt die Weizentrockenschlempe deutlich unter der des Weizens mit 90 %. Hierbei spiegelt sich der Entzug der Stärke im Laufe des Produktionsprozesses wieder. Gegenüber älteren Angaben zur Verdaulichkeit konnte aber eine deutlich höhere Verdaulichkeit des Rohproteins (72 %) ermittelt werden. Aus diesen Werten errechnet sich ein Energiegehalt von 12,1 MJ umsetzbare Energie. Auch hier zeigt sich ein höherer Wert im Vergleich zu den Angaben in der DLG-Tabelle von 1991. Für das Schwein sind besonders die Verdaulichkeiten der essenziellen Aminosäuren bedeutungsvoll. Hohe Rohproteingehalte bringen keinen Nutzen, wenn die essenziellen Aminosäuren nur in kleinen Mengen vorliegen und eine geringe praecaecale Verdaulichkeit aufweisen. Deshalb beziehen sich die neuen Bedarfsempfehlungen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie auf die praecaecal verdaulichen Aminosäuren. Die in ersten Untersuchungen gefundenen sehr geringen Lysinverdaulichkeiten zeigten sich bei der Bestimmung der praecaecalen Verdaulichkeit weniger stark. Die Lysinverdaulichkeit von 69 % (Weizen ca. 89 %) lässt gegenüber dem Ausgangsprodukt Weizen einen Behandlungseffekt erkennen (Hitze bei Trocknung und Pelletierung). In Tabelle 2 sind die praecaecalen Verdaulichkeiten der für das Schwein wichtigsten essenziellen Aminosäuren dargestellt.

**Tabelle 2:** Nährstoffverdaulichkeiten der Weizenschlempe (%)

Rohnährstoffe	DLG (1991)	Mehrländerprojekt
Trockenmasse	-	67
Org. Substanz	68,3	68
Rohprotein	66	72
Rohfett	84	85
Rohfaser	41	30
NfE	66	71
Praecaecale Verdaulichkeiten:		
Rohprotein		72
Lysin		69
Methionin		67
Cystin		70
Threonin		82

Quelle: LINDERMAYER, HACKL, PRIEPKE

### Ergebnisse von Fütterungsversuchen in der Ferkelaufzucht

In der Ferkelaufzucht werden besonders hohe Ansprüche an die eingesetzten Futtermittel gestellt. Hier gilt es einen hohen Energiegehalt und optimale Verdaulichkeiten zu gewährleisten. Dies kann mit hohen Einsatzmengen von getrockneter Getreideschlempe bei angestrebtem hohem Leistungsniveau nicht gewährleistet werden. Wie Tabelle 3, in der Versuche aus Iden, Köllitsch und Jena zusammengefasst sind, zeigt, führten schon Trockenschlempemengen von 3 bis 5 % zu deutlich verringerten Lebendmassenzunahmen, vor allem in den ersten drei Wochen der Aufzucht. Bei geringerem Leistungsniveau ist das Nährstoffangebot auch für kleinere Ferkel ausreichend. 10 % Trockenschlempe in den letzten drei Aufzuchtwochen scheinen bei mittlerem Leistungsniveau keine Leistungsdepressionen zu verursachen.

Insgesamt gesehen ist die getrocknete Getreideschlempe in der Ferkelaufzucht nur bedingt geeignet. Der Einsatz sollte, wenn überhaupt, in der zweiten Aufzuchtphase auf maximal 10 % begrenzt werden. Ökonomische Vorteile sind dadurch zurzeit kaum erreichbar.

**Tabelle 3:** Versuchsergebnisse Ferkelfütterung

Versuch	Parameter	Weizenschlempe-Anteil (%)									
		$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$
Iden Pi x DE/DL n = 260 28. - 70. d	Futtermittelverzehr (kg/Tier u. Tag)	756		674		736		691		-	
	Körpermassezunahme (g/T. u. T.)	480 <sup>a</sup>	78	440 <sup>bd</sup>	80	448 <sup>bc</sup>	84	417 <sup>d</sup>	84	-	-
	Futtermittelaufwand (kg/kg Zunahme)	1,57		1,53		1,64		1,66			
	Mortalität (%)	1,5		1,5		0		1,5			
Köllitsch Pi x DE/DL n = 116 48. - 70. d	Futtermittelverzehr (kg/Tier u. Tag)	1053		-		-		-		1007	
	Körpermassezunahme (g/T. u. T.)	518	79	-	-	-	-	-	-	505	98
	Futtermittelaufwand (kg/kg Zunahme)	2,03	0,03							1,99	0,02
	Mortalität (%)	0								0	
Jena 1 PiHa x C23 n = 48 28. - 70. d	Futtermittelverzehr (kg/Tier u. Tag)	576 <sup>a</sup>	48	-		527 <sup>ab</sup>	50	-		485 <sup>b</sup>	50
	Körpermassezunahme (g/T. u. T.)	445 <sup>a</sup>	81	-	-	408 <sup>a</sup>	58	-	-	346 <sup>b</sup>	64
	Futtermittelaufwand (kg/kg Zunahme)	1,29 <sup>ab</sup>	0,13			1,27 <sup>a</sup>	0,07			1,40 <sup>b</sup>	0,08
	Mortalität (%)	5,6	13,6			5,6	13,6			0	
Jena 2 PiHa x C23 n = 48 28. - 70. d	Futtermittelverzehr (kg/Tier u. Tag)	515 <sup>a</sup>	18	-		487 <sup>b</sup>	12	-		481 <sup>b</sup>	31
	Körpermassezunahme (g/T. und T.)	364	54	-	-	353	75	-	-	361	65
	Futtermittelaufwand (kg/kg Zunahme)	1,42 <sup>a</sup>	0,07			1,38 <sup>ab</sup>	0,15			1,33 <sup>b</sup>	0,04
	Mortalität (%)	0				0				5,6	13,6

unterschiedliche Indices charakterisieren statistisch signifikante Unterschiede

Quelle: WEBER, ALERT, RICHTER

## Ergebnisse in der Mastschweinefütterung

Die Ergebnisse aus den in Tabelle 4 dargestellten Versuchen (Ruhlsdorf, Köllitsch, Jena), zeigen deutlich, dass bei Einsatzmengen bis 15 % die Lebendmassezunahmen und der Magerfleisch-Anteil nicht gemindert werden. Erst bei noch höheren Mischungsanteilen gehen die Futterraufnahme und die Zunahmen deutlich zurück. Die Auswirkungen auf den Futteraufwand waren in den Versuchen nicht einheitlich, die geringe Verdaulichkeit der Schlempe lässt aber eine etwas schlechtere Futtermittelverwertung erwarten. Durch den Einsatz von 15 % Weizenschlempe können die Rationen um etwa 0,80 €/dt günstiger hergestellt werden (HAGEMANN, RUHLSDORF). Hierbei wurden Marktpreise für die getrocknete Weizenschlempe, die sich in der Größenordnung an die Preise von Rapsextraktionsschrot anlehnen, angesetzt (zzt. ca. 12 €). Diese Vorteile werden allerdings durch den schlechteren Futteraufwand wieder aufgehoben, so dass auch in der Mastschweinefütterung bei den momentanen Produktpreisen keine deutlichen finanziellen Vorteile für den Einsatz von getrockneter Weizenschlempe zu erwarten sind. Nach Berechnungen von LINDERMAYER (Grub) kann Trockenschlempe erst bei einem Preis von ca. 8,60 € je dt in der Schweinemast gewinnbringend eingesetzt werden. Für den Einsatz bei tragenden Sauen wäre auch ein Preis von über 9 € akzeptabel.

**Tabelle 4:** Versuchsergebnisse Mastschweinefütterung

Versuch	Parameter	ProtiGrain-Anteil (%)					
		0		10		15	
Ruhlsdorf	Futtermittelverzehr (kg/Tier u. Tag)	2,17 <sup>ab</sup>		2,13 <sup>a</sup>		2,29 <sup>b</sup>	
	Masttagszunahme (g/Tier)	791		784		787	
	Futtermittelaufwand (kg/kg Zunahme)	2,75 <sup>a</sup>		2,72 <sup>a</sup>		2,91 <sup>b</sup>	
	Pi x DE/DL/LC	20 <sup>1)</sup>		0		2,9	
	Magerfleisch-Anteil (%)	57,5 <sup>ab</sup>		58,3 <sup>a</sup>		56,5 <sup>b</sup>	
Versuch	Parameter	0		15		25	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Köllitsch	Futtermittelverzehr (kg/Tier u. Tag)	2,35 <sup>a</sup>	0,3	2,26 <sup>ab</sup>	0,4	2,18 <sup>b</sup>	0,2
	Masttagszunahme (g/Tier)	834 <sup>a</sup>	106	827 <sup>ab</sup>	82	745 <sup>b</sup>	64
	Pi x DE/DL	2,81	0,4	2,72	0,3	2,93	0,3
	Mortalität (%)	0		0		0	
	Magerfleisch-Anteil (%)	55,7	2,8	55,2	3,7	55,7	2,6
Versuch	Parameter	0		10		20	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Jena 1	Futtermittelverzehr (kg/Tier u. Tag)	2,90	0,16	2,84	0,19	2,86	0,18
	Masttagszunahme (g/Tier)	932	104	905	77	939	73
	PiHa x C23	3,11	0,28	3,14	0,25	3,05	0,27
	Mortalität (%)	6,7	25,8	0		0	
	Magerfleisch-Anteil (%)	54,7	2,9	55,0	2,4	54,7	2,9
	Trockensubstanz des Kotes (% <sup>1)</sup> , n = 7)	24,6	1,6	25,9	2,0	25,4	1,6
Jena 2	Futtermittelverzehr (kg/Tier u. Tag)	2,80	0,13	2,66	0,24	2,69	0,14
	Masttagszunahme (g/Tier)	981 <sup>a</sup>	63	938 <sup>ab</sup>	104	919 <sup>b</sup>	74
	PiHa x C23	2,86	0,16	2,84	0,20	2,92	0,22
	Mortalität (%)	0		6,2		0	
	Magerfleisch-Anteil (%)	56,8	3,6	56,1	3,9	57,2	3,9
	Trockensubstanz des Kotes (% <sup>1)</sup> , n = 7)	27,1	1,1	27,9	2,6	28,0	5,7

unterschiedliche Hochbuchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede  
Quelle: HAGEMANN, ALERT, RICHTER

<sup>1)</sup> Schwanzbeißer

## **Zusammenfassung**

Es hat sich gezeigt, dass sich heutige Weizenschlempen von den früher erzeugten sowohl in den Inhaltsstoffen, als auch den Verdaulichkeiten unterscheiden. Bei der Aufnahme in Schweinerationen ist die verminderte Verdaulichkeit des Eiweißes zu berücksichtigen. Es wird daher notwendig, die Tabellenwerte zu aktualisieren. Der Einsatz getrockneter Weizenschlempe in der Ferkelaufzucht sollte sich auf den zweiten Abschnitt begrenzen. In der Schweinemast können Mischungsanteile bis zu 15 % eingesetzt werden, ohne dass negative Auswirkungen auf die biologischen Kennzahlen zu erwarten sind. Der ökonomische Einsatz der Trockenschlempe ist stark von ihrem Preis abhängig. Leider wurden noch keine Versuche zum Einsatz in der Sauenhaltung durchgeführt. Hier wäre ein Einsatz in der tragenden Phase denkbar, da der Rohfasergehalt bei 7,5 % liegt. Aber auch hier ist, wie bei der Weizenkleie, auf Mykotoxine zu achten, da diese durch den Produktionsprozess nachweislich nicht abgebaut werden und sich gegenüber dem Ausgangsprodukt noch weiter anreichern können.

Wir haben es bei der getrockneten Weizenschlempe mit einem bekannten Futtermittel neuer Qualität zu tun, das, wie in den USA (Maisschlempe) schon seit längerem üblich, in erster Linie in der Rinderhaltung und nur in geringen Anteilen bei Schweinen (USA ca. 10 %) eingesetzt werden wird.

Die detaillierten Untersuchungsberichte finden Sie jeweils auf den Internetseiten der Mehrländerprojektteilnehmer.

*Autor: Dr. Hans-Joachim Alert  
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Fachbereich Tierische Erzeugung  
Am Park 3  
04886 Köllitsch*

# Untersuchungen zur Lagerung und Konservierung von Roggenpressschlempe aus der Bioethanolherstellung an Milchrinde

*Dr. Olaf Steinhöfel (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft)*

---

## Einleitung

Seit Beginn des Jahres sind im Osten Deutschlands die ersten drei Großanlagen ans Netz gegangen. Während die Bioethanolanlagen in Zörbig (Sachsen-Anhalt) und Schwedt (Brandenburg) vorrangig Roggen vergären, nutzen die Zeitzer (Sachsen-Anhalt) Weizen. Als Nebenprodukt entstehen Roggen- bzw. Weizenschlempen. Bisher gelangten die eher regional bedeutsamen Schlempen immer frisch und somit flüssig und heiß in den Trog. Der frische Gärrückstand hat einen Trockenmassegehalt von ca. 8 %, ist energie- und je nach Produktionsverfahren und Getreideart mehr oder weniger proteinreich. Aufgrund des hohen Wassergehaltes, der hohen Auslieferungstemperaturen ( $> 50^{\circ}\text{C}$ ) und der hohen Enzymlöslichkeit der Zellwandbestandteile und Hefereste sind frische Schlempen leicht verderblich. Deshalb werden die Schlempen als Trocken- (88 bis 90 % T) und als Pressschlempe (35 bis 40 % T) angeboten. Für Pressschlempen wird es langfristig nur dann einen Markt geben, wenn diese lagerstabil bzw. siliert werden können, und damit über längere Fütterungszeiten in gleich bleibender Qualität zur Verfügung stehen. Bisher liegen aber keine Erfahrungen zur Lagerung, Konservierung bzw. Silierung frischer Getreideschlempen vor. Auch zum Einsatz von hiesigen Pressschlempen aus Roggen existieren keine aktuellen Erfahrungen.

## Material und Methoden

### Lagerversuch

Je 2 kg frische Pressschlempe wurde ohne und mit Zusatz von Konservierungsmitteln (0,15 bis 0,9 %) über 10 Tage bei 15 bis 20 °C in Bilanznetzen aerob gelagert. In die Netze mit einer Maschenweite von  $< 1$  mm waren Temperaturlogger eingelegt. Neben der Temperaturveränderung sind täglich der mikrobielle Zustand untersucht worden. Außerdem wurden Futterwert- und die Trockenmasseverluste erfasst.

### Großsilierversuch

Je 25 t einer unbehandelten und einer mit 0,9 % Konservierungsmittel behandelten (wirksame Substanzen: Propionsäure und Natriumbenzoat) Roggenpressschlempe wurden mittels AG BAG Schlauchsilierversahren in Folienschläuche einsiliert. In jeweils drei Horizonten und drei Positionen waren Bilanznetze mit Temperaturloggern einsiliert worden. Die Silierdauer betrug 120 Tage.

## Laborsiliverversuch

In 15 l großen Schläuchen wurde Getreideschlempe mit und ohne Zusatz verschiedener chemischer (0,15 bis 0,45 %) bzw. biologischer Siliermitteln einsiliert. Jede Variante wurde über 14 bzw. 60 Tage einsiliert.

## Aerobe Stabilität

Alle ausgelagerten frischen, konservierten bzw. silierten Schlempen wurden auf ihre aerobe Stabilität nach Honig (1990) untersucht.

## Ergebnisse

### Lagerung

Frische Pressschlempe aus der Ethanolanlage ist nahezu steril. Der Bakterien- und Hefebesatz steigt aber innerhalb von wenigen Stunden auf verderbnisanzeigende Konzentrationen an. Eine längerfristige Lagerung von frischer Schlempe ist deshalb nahezu ausgeschlossen. Aerob stabil sind die abgepressten Gärrückstände maximal für ein bis fünf Tage bei mittleren Außentemperaturen von 15 bis 20 °C. Die Schwankungsbreite steht dabei in Beziehung zum mikrobiellen Befund, d. h. die Ausgangskontamination der gelieferten Pressschlempe wirkt sich sensibel auf dessen Haltbarkeit aus.

Nach zwei bis drei Tagen kommt es in der Regel zu einem massiven Bakterien und Hefebefall (*Pichia membranifaciens*, *Issatchenkia orientalis/occidentalis*). Nach vier bis sechs Tagen ist eine deutliche Verschimmelung (*Penicillium-Monokultur*) nachweisbar. Der tägliche Trockenmasseverlust beträgt 2,5 %. Dieser Verlust steht in Beziehung zu einem signifikanten Rückgang der Zucker- und ELLOS-Konzentration und einem deutlichen Anstieg des pH-Wertes. Frische Pressschlempe sollte nur zum Einsatz kommen, wenn dieser innerhalb von 48 Stunden verfüttert wird.

Durch den Zusatz von Konservierungsmitteln kann die Haltbarkeit der Getreidepressschlempe deutlich gesteigert werden. Getestet wurden bisher Mittel, deren wirksame Substanzen ein Gemisch aus Propionsäure und Natriumbenzoat waren. Während bis zu einer Aufwandmenge von 0,3 % noch keine signifikante Verbesserung der aeroben Stabilität im Vergleich zur Variante ohne Zusatz gemessen wird, ist bei einer Dosierung von 0,60 bzw. 0,75 % die konservierte frische Pressschlempe bereits ca. fünf bis acht Tage sowohl mikrobiell als thermisch als stabil. Bei Aufwandmengen von 0,9 % Konservierungsmittel bleibt das Futtermittel über zehn Tage unverändert und die Trockenmasseverluste betragen weniger als 0,5 %. Hefen und Schimmelpilze werden nur noch in Spuren nachgewiesen.

### Silierung

Die Siliereignung der gegenwärtig am Markt gehandelten Getreideschlempen ist relativ gut. Sie enthalten noch ausreichend Zucker (8 bis 12 %). Der Gehalt an puffernden Substanzen ist aufgrund des moderaten Rohproteingehaltes von 18 bis 20 % nicht hoch (Tab. 1). Die Tabelle zeigt die große Streuung der Futterwertparameter. Hierfür sind in erster Linie verfahrenstechnische Besonderheiten und unterschiedlicher Rohstoffqualitäten verantwortlich. Bei einer effizienteren Vergärung von Zucker und Stärke und bei einer stärkeren Rückführung der löslichen Proteine aus dem Presswasser in das Futtermittel, muss die Silierbarkeit neu bewertet werden.

Verderbnisanzeigende Keime in der frischen Schlempe waren nicht nachweisbar. Durch das Abpressen der Rückstände auf über 35 % Trockenmasse wird die Konservierungseignung verbessert. Ein Zusatz von verschiedenen Siliermitteln auf der Basis von Propionsäure, Natriumbenzoat, Natriumpropionat, homo- oder heterofermentativen Milchsäurekulturen bzw. deren Kombinationen und verschiedenen Konzentrationen erwies sich in ersten Untersuchungen für den Konservierungserfolg bzw. das Verlustgeschehen bei der Silierung als nicht notwendig.

**Tabelle 1:** Futterwert von frischer und silierter Roggenpressschlempe

Futterwert	ME	Roggenpressschlempe							
		Frisch (n = 24)				Siliert (n = 48)			
		x	s	Min	Max	x	s	Min	Max
Trockenmasse	g/kg FM	<b>372</b>	45	239	448	<b>316</b>	20	291	372
Rohasche	g/kg T	<b>33</b>	2	28	37	<b>30</b>	2	27	36
Rohprotein	g/kg T	<b>168</b>	17	150	197	<b>179</b>	8	155	191
Rohfaser	g/kg T	<b>148</b>	10	123	164	<b>141</b>	8	130	168
Rohfett	g/kg T	<b>70</b>	3	63	74	<b>70</b>	3	65	77
ELOS	g/kg T	<b>732</b>	30	690	797	<b>757</b>	18	705	786
Stärke	g/kg T	<b>44</b>	14	12	68	<b>30</b>	8	14	50
Zucker	g/kg T	<b>93</b>	33	40	136	<b>80</b>	33	19	128
NDF	g/kg T	<b>598</b>	43	539	731	<b>593</b>	20	542	627
ADF	g/kg T	<b>180</b>	16	146	200	<b>157</b>	14	138	199
Ca	g/kg T	<b>0,74</b>	0,13	0,54	0,96	<b>0,9</b>	0,09	0,66	1,09
P	g/kg T	<b>3,72</b>	0,45	3,02	4,43	<b>4,01</b>	0,21	3,4	4,39
Na	g/kg T	<b>0,75</b>	0,13	0,51	0,9	<b>0,66</b>	0,09	0,52	0,93
Mg	g/kg T	<b>1,36</b>	1,74	0,93	9,54	<b>0,97</b>	0,05	0,87	1,1
K	g/kg T	<b>4,72</b>	0,33	4,28	5,22	<b>4,75</b>	0,25	4,37	5,69
UDP 5 <sup>1)</sup>	% des RP	<b>43</b>	4	33	55	<b>42</b>	5	31	57

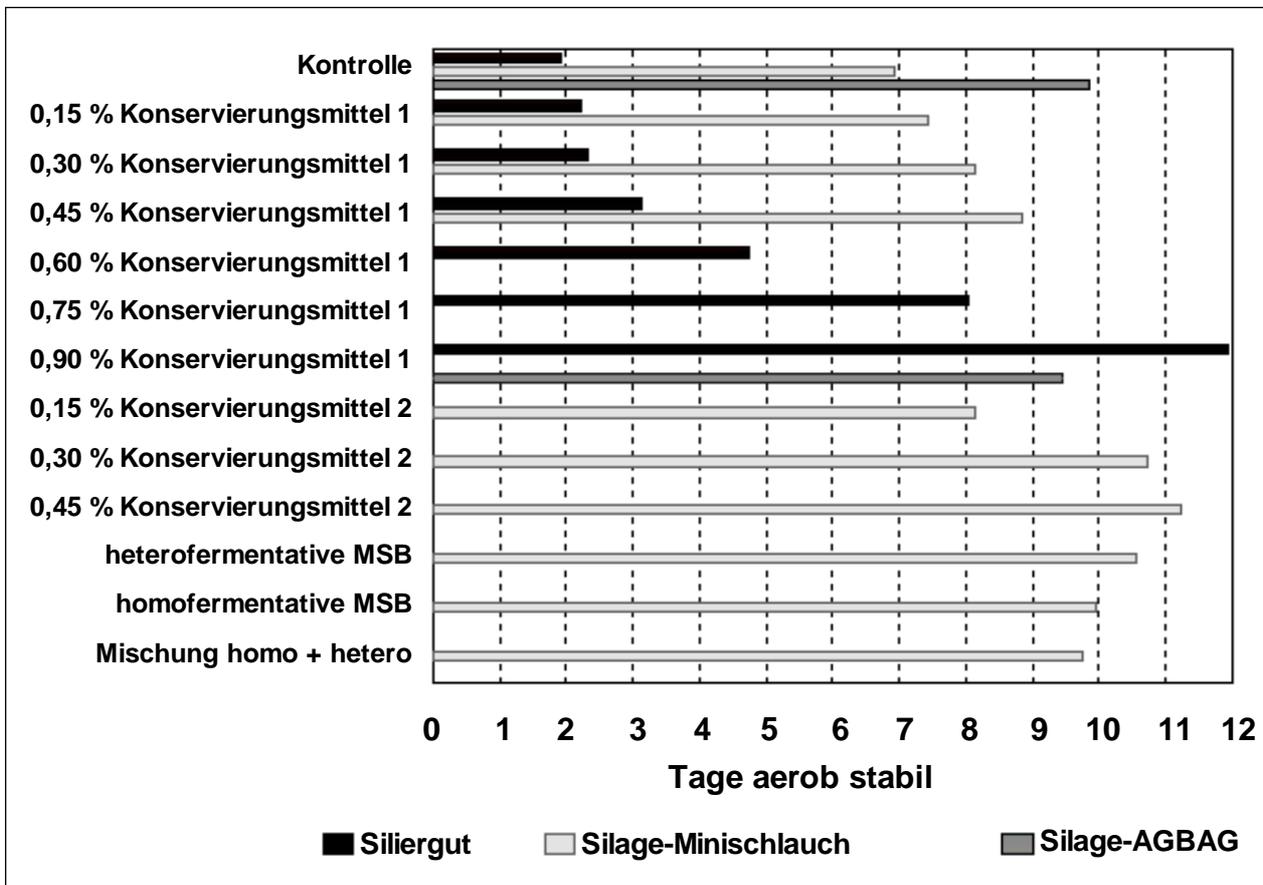
<sup>1)</sup> Kalkulation nach SHANNAK et al. (2000)

Alle Silagen, auch die ohne Siliermittelzusätze, waren buttersäurefrei und wiesen nur Spuren von Essigsäure bzw. Ammoniak auf. Die pH-Werte lagen ausnahmslos unter 3,8. Die mikrobiologische Untersuchung konnte keine Hefe- bzw. Schimmelpilze über der Nachweisgrenze finden. In der Tabelle 2 sind die Befunde für die Silagen aus AG BAG Folienschläuchen exemplarisch dargestellt. Sensorisch unterschieden sich die Silagen kaum von der frischen Schlempe.

**Tabelle 2:** Kennzahlen zum Siliererfolg von Roggenpressschlempe-silagen in Folienschläuchen

Position im Schlauch	Behandlung	TM g/kg	pH-Wert	ES   BS		NH <sup>3</sup> -N des N	DLG-Punkte	Kons. erfolg
				% der T				
unten	ohne	319	3,63	0,35	0,00	0,98	100	sehr gut
		337	3,71	0,38	0,00	0,96	100	
oben	ohne	346	3,74	0,45	0,00	1,04	100	sehr gut
		337	3,75	0,89	0,10	0,96	100	
unten	mit	352	3,77	0,55	0,04	1,43	100	sehr gut
		362	3,77	0,5	0,01	1,17	100	
oben	mit	372	3,78	0,31	0,01	1,45	100	sehr gut
		369	3,78	0,35	0,02	1,31	100	

Die aerobe Stabilität der erzeugten Silagen aus Roggenpressschlempe beträgt über sieben Tage. Durch den Zusatz von chemischen oder biologischen Siliermitteln kann die Stabilität der Silagen an der Luft um weitere zwei bis vier Tage verlängert werden (Abb.).



**Abbildung:** Übersicht zur aeroben Haltbarkeit von Pressschlempe und deren Konservate

## Fazit

Die Pressschlempe aus der Bioethanolherstellung ist ein wenig haltbares Futtermittel. Nach zwei Tagen ist mit einem massiven Verderb des Gärrückstandes zu rechnen. Durch die Konservierung mit chemischen Mitteln kann das Produkt haltbar gemacht werden. Man kann davon ausgehen, dass die Konservierungsmittel, welche für die Getreidekonservierung angeboten werden, auch für Schlempekonservierung geeignet sind. Für eine kostengünstigere und längerfristige Haltbarmachung bietet sich die Silierung an. Die gegenwärtig am Markt verfügbare Roggenpressschlempe zeigt eine außerordentlich gute Silierbarkeit. Der Zusatz von Siliermitteln ist nur notwendig, wenn die Haltbarkeit der Silage länger als eine Woche sein soll. Die dabei auftretenden Konservierungsverluste bzw. Futterwertveränderungen sind vernachlässigbar.

Autor: Dr. Olaf Steinhöfel  
 Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
 Fachbereich Tierische Erzeugung  
 Am Park 3  
 04886 Köllitsch

# Verhalten von Fusarientoxinen bei der Ethanolerzeugung aus belastetem Getreide

*Gudrun Hanschmann und Doris Krieg (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft)*

---

Bioethanol wird seit längerem in Amerika und neuerdings auch in Europa großtechnisch hergestellt. Wenn auch das Haupterzeugnis Ethanol darstellt, fällt doch zu etwa 50 % als Gärrückstand Schlempe an, die als Futtermittel vermarktet werden kann. Seit etwa drei Jahren gibt es auch in Deutschland großtechnische Anlagen, die aus Getreide Ethanol herstellen. In diesen wird vor allem Roggen, Weizen und Triticale verarbeitet. Die dabei anfallende Schlempe wird in zwei unterschiedlichen Zuständen auf den Markt gebracht:

1. als Feuchtschlempe mit einer Trockenmasse (TM) von ca. 35 % und
2. als Trockenschlempe mit ca. 95 % TM.

Der Futterwert der Schlempe wird vor allem durch die Hauptinhaltsstoffe bestimmt. Er könnte aber nachhaltig negativ beeinflusst werden, wenn unerwünschte Stoffe, wie z. B. Mykotoxine in der Schlempe enthalten sind.

Mykotoxine können in das Ausgangsgetreide vor allem über Fusarienpilze, die ubiquitär am Boden, oder auf ungenügend eingearbeiteten Pflanzenrückständen auf dem Feld vorhanden sind, in das aufwachsende Getreide vordringen und dort unter bestimmten Bedingungen Mykotoxine bilden. Die am häufigsten vorkommenden Mykotoxine sind das Deoxynivalenol (DON) und das Zearalenon (ZEA). Zur Vermeidung des Pilzbefalls gibt es eine ganze Reihe von Strategien, die der Landwirt anwenden kann, dennoch bleibt die Witterung, vor allem zum Zeitpunkt der Blüte ein wesentlicher, nicht zu beeinflussender Faktor, der über hohe oder niedrige Mykotoxingehalte im Erntegut entscheidet. Wenn Grenzwerte (1) überschritten sind, darf das Getreide weder in der Nahrungsmittel- noch in der Futtermittelproduktion eingesetzt werden.

Im Rahmen dieser Arbeit sollte deshalb geprüft werden:

- wo die Mykotoxine, speziell DON und ZEA, beim Vergärungsprozess verbleiben;
- ob die bei der Vergärung anfallende Schlempe als Futtermittel geeignet ist (niedriger DON-Gehalt) oder
- durch Silierung der Schlempe eine Verminderung des DON-Gehaltes erreicht werden kann.

Literatur zu diesem Problem existiert praktisch nicht, lediglich auf der Internetseite der Minnesota Universität, die sehr viele Untersuchungen mit den Gärrückständen von Mais durchgeführt hat, wird berichtet, dass beim Maischen und Brennen kein Abbau der Mykotoxine erfolgt und es aufgrund des Masseverlustes in der Schlempe zu einer Anreicherung der Mykotoxine auf das 3-fache kommt (2).

Zur Klärung dieser Fragen wurde folgendermaßen vorgegangen:

1. Anpassung der Mykotoxinanalytik an die Matrices Wasser, Schlempe und silierte Schlempe
2. Vergärung von Getreide (hier Triticale) mit definiertem DON- und ZEA-Gehalt und Kontrolle des DON und ZEA in allen Verfahrensstufen
3. Silierversuch mit Schlempe und Verfolgung des DON- und ZEA-Gehaltes

### **Anpassung der Mykotoxinanalytik an die Matrices Wasser, Schlempe, konservierte Schlempe**

Zur Bestimmung von Mykotoxinen werden in unserem Labor für die Matrices Getreide und Mischfuttermittel validierte VDLUFA-Methoden (3, 4) eingesetzt. Für wässrige Systeme und Silagen sind diese Verfahren bisher nicht getestet.

Zur Testung wurde Bierwürze ausgewählt, ein beim Bierbrauen anfallender wässriger Extrakt mit ca. 8 % TS, der den bei der Bioethanolproduktion anfallenden Extrakten ähnelt. Die Wiederfindungsversuche wurden in folgender Form durchgeführt: Zu je 100 ml Bierwürze wurden drei verschiedene Konzentrationen an DON dosiert: 100, 500 und 1 000 µg/l, vermischt, filtriert und ohne weitere Aufarbeitung 1 ml davon über die Immunoaffinitätssäule gegeben, und entsprechend VDLUFA-Methode (Nr. 16.12.1) weiterverarbeitet.

**Tabelle 1:** DON-Wiederfindung nach VDLUFA-Methode aus Bierwürze

Sollkonzentration (µg/l)	Istkonzentration (µg/l)	Wiederfindung (%)
Bierwürze Blindwert	< 100	
Bierwürze + 100	120	120
Bierwürze + 500	582	116
Bierwürze + 1 000	1085	108

Die Ergebnisse zeigen, dass die DON-Bestimmung in dieser Matrix erfolgreich ist.

Da mit hohen Gehalten zu rechnen war, konnte auf einen Anreicherungsschritt verzichtet werden.

Zusatzversuche mit DON und ZEA zu Schlempe und konservierter Schlempe zeigten Wiederfindungen zwischen 80 und 100 %, so dass unsere Verfahren dort ohne Änderungen angewandt werden konnten.

## Vergärung von Triticale mit definiertem DON- und ZEA-Gehalt und Kontrolle des DON und ZEA in allen Verfahrensstufen

### Durchführung des Brauversuches

Ein Brauversuch im Pilotmaßstab an der Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei in Berlin e.V. sollte die anstehenden Fragen klären.

In einem Vorversuch zur Optimierung der Gärbedingungen wurden an der Versuchs- und Lehranstalt die Alkoholergiebigkeit, der Stärke- und der Wassergehalt in dem von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft zur Verfügung gestellten Triticalekorn ermittelt.

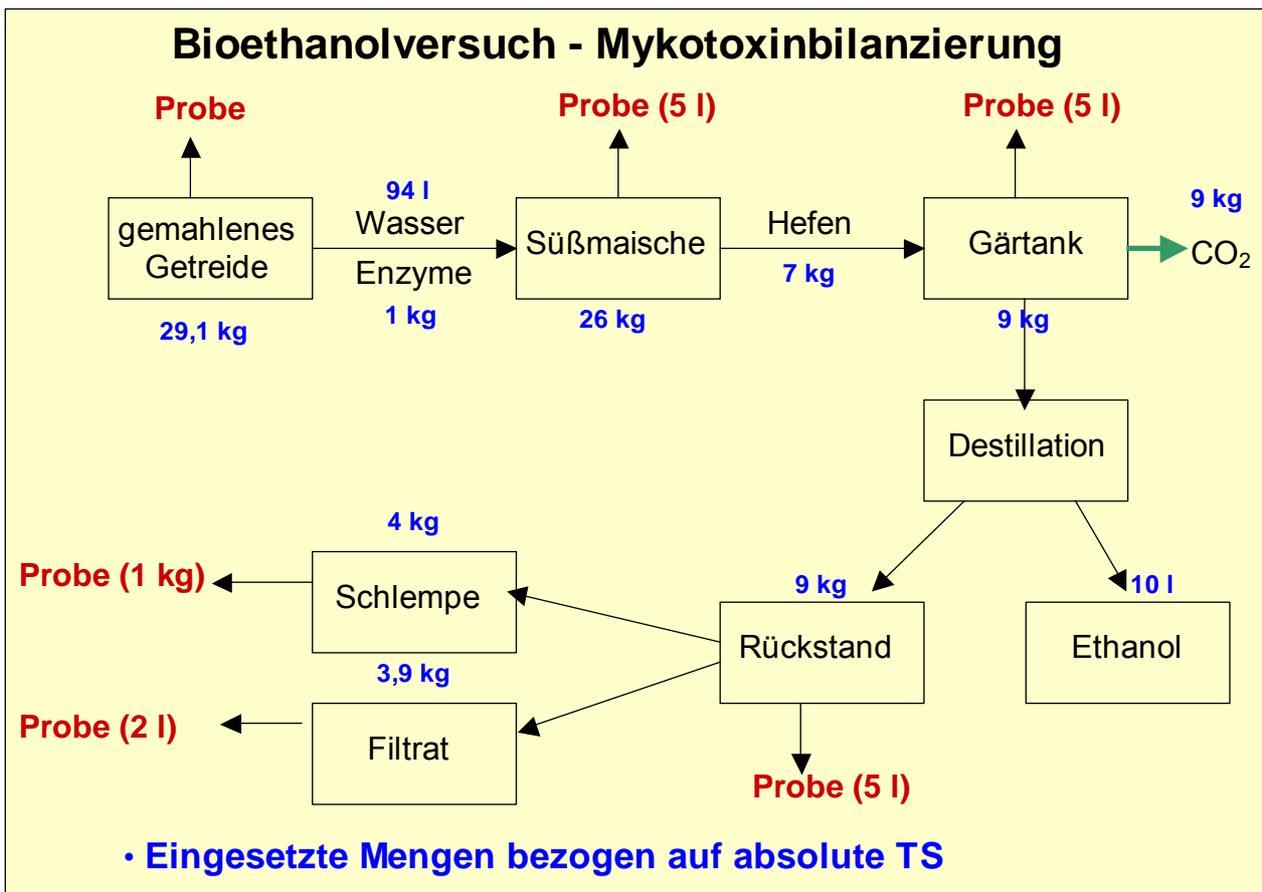
Zum Einsatz kamen 33 kg Triticale mit einem DON-Gehalt von 3 200 µg/kg Frischmasse (FM) und einem ZEA-Gehalt von 35 µg/kg FM. Das Getreide wurde im Sudhaus der Studienbrauerei unter Zusatz von Enzymen gemaischt, mittels Hefen vergoren und anschließend der Ethanol abdestilliert. Der Rückstand der Brennblase wurde portionsweise auf einen TM-Gehalt von 25 % abgeschleudert und noch warm in Silierschläuche verbracht. Bei jedem Schritt des Brauversuches erfolgte eine Probenahme, so dass zur Verfolgung der Mykotoxingehalte sieben Proben in Doppelbestimmung analysiert wurden. Tabelle 2 zeigt die Mengenbilanz, die durch Wägung bzw. Schätzung ermittelt wurde.

**Tabelle 2:** Mengenbilanz des Brauversuches

Bezeichnung	Zugabe kg	Verlust kg	Bilanz kg	Prozessschritt	Bemerkung
Triticale	33	0	33	Maischen	gemessen
Wasser	94	0	127	Maischen	gemessen
Enzyme	1	0	128	Maischen	gemessen
Sudhausverluste	0	8	120	Süßmaische	geschätzt
Probe Süßmaische	0	5	115	Süßmaische	gemessen
Hefezugabe	7	0	122	Gärung	gemessen
CO <sub>2</sub>	0	9	113	Gärung	berechnet
Probe Sauermaische	0	7	106	Sauermaische	gemessen
Destillat	0	25	81	Destillation	gemessen
Verdampfung	0	3	78	Destillation	geschätzt
Probe Rückstand	0	5	73	Dest.-rückstand	gemessen
Filtrationsverluste	0	5	68	Filtration	geschätzt
Filtrat	0	50	18	Filtration	gemessen
Probe Schlempe	0	2	16	Schlempe	gemessen
Schlempe	0	16	0	Silierung	gemessen

Die Alkoholergiebigkeit aus dem Vorversuch konnte erreicht und damit die technologisch einwandfreie Versuchsdurchführung bestätigt werden.

Abbildung 1 zeigt den Verlauf des Versuches und die Probeentnahmestellen in einem Fließbild.



**Abbildung 1:** Fließschema des Brauversuches

## Ergebnisse und Auswertung

Von den gezogenen Proben wurden die Trockenmassen und die DON- und ZEA-Gehalte bestimmt. Die Messwerte und die daraus berechneten Gehalte sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

**Tabelle 3:** Trockenmasse, DON- und ZEA-Gehalte in den einzelnen Verfahrensstufen

Versuchsschritte	Trocken- masse kg	DON-Gehalt	DON-Gehalt	ZEA-Gehalt	ZEA-Gehalt
		Frischmasse µg/kg	TS µg/kg	Frischmasse µg/kg	TS µg/kg
gemahlene Getreide	29,1	3 200	3 636	38	43
Süßmais	26,4	779	3 534	39	47
Sauermais	9,2	118	13 733	94	106
Rückstand Destillation	9,2	1 638	13 880	123	132
Filtrat	3,9	1 229	15 740	30	34
Schlempe	4,1	1 900	7 879	151	160
konservierte Schlempe	4	1 244	5 228	30	122

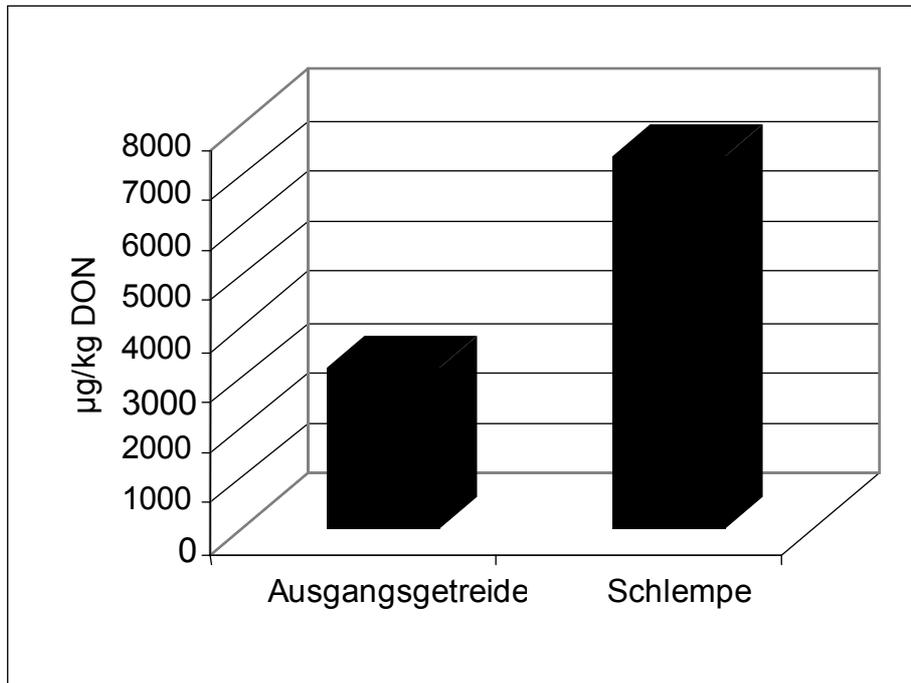
Zur Überprüfung des Mykotoxinverbleibs im Verlauf des Brauversuches wurde eine Bilanz erstellt. In Tabelle 4 sind die absoluten Mengen an DON und ZEA, die in Form von 33 kg Triticale in den Braubottich eingebracht wurden und ihre Gehalte in den einzelnen Fraktionen, bezogen auf absolute TS, berechnet.

**Tabelle 4:** Bilanz der DON- und ZEA-Gehalte

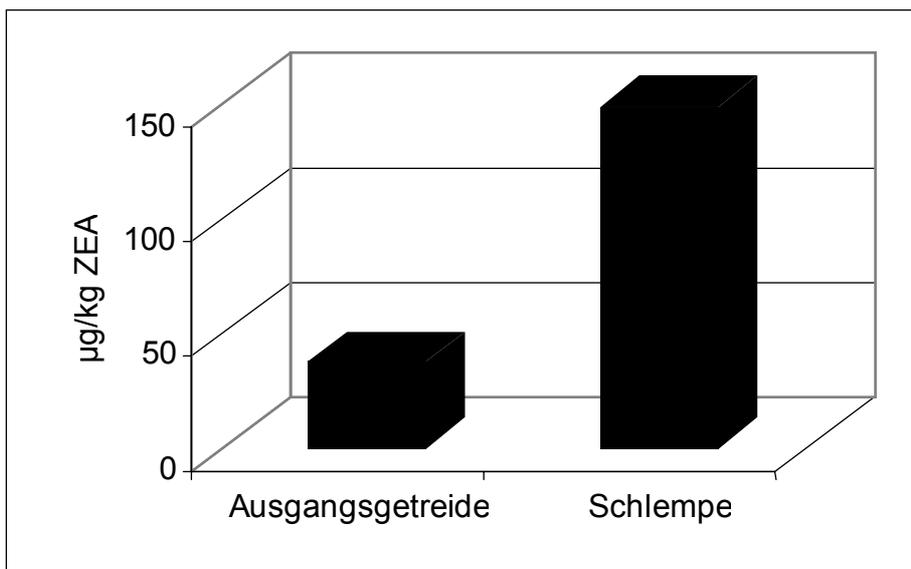
Versuchsschritte	Trocken- masse kg	DON (absolu- te Mengen) µg	Differenz %	ZEA (absolute Mengen) µg	Differenz %
gemahlene Getreide	29,1	105 600	0	1 254	0
Süßmaische	26,4	93 437	-12	1 244	1
Sauermaische	9,2	126 321	20	977	22
Rückstand Destillation	9,2	127 756	21	1 212	-4
Filtrat, gesamt	3,9	61 465		132	
Schlempe nach Schleudern	4,1	34 188		689	
Summe Filtrat und Schlempe	8,0	95 653	-9	821	-35
Verhältnis des Mykotoxingehaltes von Schlempe zum Filtrat		ca. 1:2		ca. 5:1	

An Hand der Ergebnisse ist ersichtlich, dass DON eine weitgehend ausgeglichene Bilanz hat, es wird während des Brau- und Destillationsvorganges nicht abgebaut. Schwankungen, die bis zu 20 % betragen, resultieren aus Probenahmefehlern, der Messunsicherheit der Analysenverfahren und dem Hochrechnen kleiner analysierter Mengen auf die eingesetzte Gesamtmenge. Eine Differenz von 35 % zum Ausgangsgehalt bei Zearalenon lässt sich mit derartigen Schwankungen nicht mehr erklären. Zearalenon verschwindet teilweise nach der Destillation. Ob es dabei zu einem Abbau bzw. Metabolisierung kommt, konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht geklärt werden. Beide Toxine unterscheiden sich auch in ihrer Wasserlöslichkeit, wie man am Verhältnis von Schlempe zu Filtrat sehen kann. Es löst sich etwa doppelt soviel DON im Filtrat wie in der Schlempe, während nur etwa ein Fünftel des noch vorhandenen ZEA's im Filtrat zu finden ist, vier Fünftel bleiben in der Schlempe zurück. Diese Zahlen beziehen sich auf eine Trockenmasse der Schlempe von ca. 24 %. Bei der großtechnischen Pressschlempeherstellung unter kontinuierlichen Bedingungen wird bis auf ca. 35 % TM abgepresst, allerdings wird ein Viertel des Filtrates bis zu 7-mal in den Braukreislauf zurückgeführt, um einen Teil des löslichen Proteins, welches beim Abpressen in das Filtrat übergeht, zurück zu gewinnen. Dadurch besteht die Gefahr, dass auch wieder das stark wasserlösliche DON in den Kreislauf eingeschleust wird. Legt man obige Zahlen (25 % TM in der Schlempe, Filtrat 7-mal in den Kreislauf zurück) zugrunde und geht von einem gleich bleibend hohem DON-Gehalt des Ausgangsgetreides von 2 000 µg/kg (niedrigster Orientierungswert in der Rinderfütterung; worst case) aus, so ergäbe sich ein maximal möglicher zusätzlicher Anstieg des DON-Gehaltes in der Schlempe von 17 %.

Bezogen auf die Trockenmasse von 25 % ergab sich in unserem Versuch ein Anstieg des DON-Gehaltes auf das 2,2-fache und des ZEA-Gehaltes in der Schlempe auf das 3,7-fache des Ausgangstoxingehaltes. Abbildungen 2 und 3 veranschaulichen noch einmal die Zunahmen der Toxine in den Schlempen.



**Abbildung 2:** Anstieg des DON-Gehaltes in der Schlempe (TS)



**Abbildung 3:** Anstieg des ZEA-Gehaltes in der Schlempe (TS)

Für DON und ZEA in Futtermitteln gibt es bisher noch keine Grenzwerte. Grundlage der Beurteilung einer Belastung sind im Moment die Orientierungswerte des Bundesministeriums für Verbraucherschutz (5) sowie Richtwerte der EU (6). Diese beziehen sich auf die gesamte Ration bei einem Trockenmassegehalt von 88 %. Schlempe wird in der Praxis hauptsächlich in der Rinderfütterung eingesetzt und dort zu bis zu 15 % der Ration beigemischt.

Legt man die niedrigsten Orientierungswerte für Rinder (2 mg/kg DON, 0,25 mg/kg ZEA) zugrunde und postuliert eine Verdreifachung des Mykotoxingehaltes in der Schlempe, könnte der Gehalt des Ausgangsgetreides 4,4 mg/kg FM DON und 0,5 mg/kg FM ZEA betragen. Voraussetzung wäre, dass die restliche Ration mykotoxinfrei ist.

Unter Berücksichtigung eines möglichen weiteren Eintrags von Mykotoxinen in die Ration durch belastetes Getreide oder Mais sowie in den Gärprozess durch kontaminiertes Filtrat sollten die Mykotoxingehalte im Ausgangsgetreide für die Bioethanolherstellung die gesetzlichen Grenzwerte der EU für Lebensmittel (1) von 1,25 mg/kg DON und 0,1 mg/kg für ZEA nicht überschreiten.

## **Silerversuch mit Schlempe und Verfolgung des DON- und ZEA-Gehaltes**

Die beim Destillieren zurückbleibende Dünnschlempe wurde abgelassen, im noch warmen Zustand abgeschleudert und sofort ohne weitere Konservierungsstoffe in Silierschläuche verbracht und luftdicht verschlossen. Ohne Konservierung oder Silierung zeigt die frische Schlempe bereits nach einem Tag Verderbniserscheinungen (7). Nach 3-monatiger Silierung wurden die Silierschläuche geöffnet, und die silierte Schlempe auf Futterinhaltsstoffe und Mykotoxine untersucht. Die Gärqualität, der Futterwert und der mikrobiologische Zustand wurden als sehr gut eingeschätzt.

Die Mykotoxingehalte (Tab. 2) betragen zwischen 70 und 80 % der unsilierten Schlempen. Diese etwas niedrigeren Befunde gegenüber der Ausgangsschlempe lassen sich nicht als Zeichen des Mykotoxinabbaus deuten, da sie im Fehlerbereich des eingesetzten Analysenverfahrens liegen.

Die Silierung von frischer mykotoxinbelasteter Pressschlempe unter den beschriebenen Bedingungen ist daher ebenso kein Mittel zur Reduzierung der Mykotoxingehalte.

## **Zusammenfassung**

In einem Gärversuch mit 33 kg Triticale, die 3 200 µg/kg DON und 38 µg/kg ZEA enthielten, wurde der Verbleib beider Mykotoxine untersucht.

Die Bilanzierung der absoluten Mykotoxingehalte ergab, dass kein Deoxynivalenol im Prozess verloren ging. Vom Zearalenon dagegen konnten nach dem Brennen nur noch etwa 65 % der Ausgangsmenge gefunden werden. Aufgrund der Masseverluste bei der Bioethanolherstellung (aus 33 kg Getreide entstehen 8 kg Schlempe) kommt es zu einer Anreicherung des Mykotoxingehaltes um den Faktor 2 bis 4.

Da DON gut wasserlöslich ist, verliert die Schlempe beim Abfiltrieren/Abpressen einen Teil des DON's. Dieses Filtrat wird aber in kontinuierlichen Anlagen im Kreislauf gefahren, und stellt so eine ständige Quelle für den DON-Eintrag in den Gärprozess dar. Pressschlempe wird hauptsächlich in der Rinderfütterung eingesetzt und zu etwa 15 % der Ration beigemischt.

**Unter Berücksichtigung eines möglichen Eintrags von Mykotoxinen über weitere Bestandteile der Ration und durch kontaminiertes Filtrat in den Gärprozess sollten die Mykotoxingehalte im Ausgangsgetreide die gesetzlichen Grenzwerte der EU von 1,25 mg/kg DON und 0,1 mg/kg für ZEA nicht überschreiten.**

Bei der zur Haltbarmachung eingesetzten Konservierung der Schlempe in Silierschläuchen fand ebenfalls kein Mykotoxinabbau statt.

## Literatur

- (1) Verordnung (EG) Nr. 856/2005 der Kommission vom 6. Juni 2005 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 466/2001 in Bezug auf Fusarientoxine (Abl. Nr. L143/3; 07.06.2005)
- (2) <http://www.ddgs.umn.edu/feeding-swine/exampleswinediets-revised.pdf>
- (3) VDLUFA-Methodenbuch Bd. III „Die chemische Untersuchung von Futtermitteln“, Kap. 16.12.1
- (4) VDLUFA-Methodenbuch Bd. III „Die chemische Untersuchung von Futtermitteln“, Kap. 16.9.2
- (5) Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BML), Orientierungswerte zur Mykotoxinbelastung von Futtermitteln mit Deoxynivalenol und Zearalenon im Rahmen des § 3 des deutschen Futtermittelgesetzes; 30.06.2000 (Quelle: VDM 27/00, S. 2 - 3)
- (6) EMPFEHLUNG DER KOMMISSION vom 17. August 2006 betreffend das Vorhandensein von Deoxynivalenol, Zearalenon, Ochratoxin A, T-2- und HT-2-Toxin sowie von Fumonisinen in zur Verfütterung an Tiere bestimmten Erzeugnissen [Text von Bedeutung für den EWR (2006/576/EG)]
- (7) STEINHÖFEL, O. und ENGELHARD, Th.: Pressschlempe: Interessantes Futtermittel und lagerfähig, Z. dlz-Agrarmagazin, 1 (2006), S. 108 - 111

*Autoren: Gudrun Hanschmann und Doris Krieg  
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Fachbereich Landwirtschaftliches Untersuchungswesen  
Gustav-Kühn-Straße 8  
04159 Leipzig*

# Arten- und Sortenempfehlungen für die Erzeugung von Bioethanol für die Bundesländer Thüringen, Sachsen, Brandenburg und Sachsen-Anhalt

*Dr. Martin Farack, Evelin Schreiber, Christian Guddat, Ines Schwabe (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft), Dr. Gert Barthelmes (Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurerneuerung), Martin Sacher, Marion Böhme (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft) und Dr. Gerhard Hartmann (Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau)*

---

## Einleitung

Ethanol ist weltweit der bedeutendste Biokraftstoff. In Deutschland hatte Bioethanol als Kraftstoff bis 2004 keine Bedeutung. Erst durch die 2003 beginnende politische Förderung seitens der EU und der BRD, erlangte Bioethanol als Kraftstoff auch in Deutschland wirtschaftliches Interesse. Das Biokraftstoffquotengesetz vom 26.10.2006 verpflichtete die deutsche Mineralölwirtschaft zum Beimischen von Bioethanol in Ottokraftstoffe. So liegt die Mindestzumischungsquote für Bioethanol zum Vergaserkraftstoff im Jahr 2007 bei  $1,2 \text{ cal } \%^A = 1,85 \text{ vol. } \%$  und wird bis 2010 auf  $3,6 \text{ cal } \%^A = 5,55 \text{ vol. } \%$  ansteigen. An den Standorten Zeitz, Zörbig und Schwedt entstanden in den Jahren 2004 und 2005 drei Bioethanolanlagen mit einer jährlichen Gesamtproduktionskapazität von 590 000 m<sup>3</sup> Ethanol. Bei voller Auslastung verarbeiten diese Anlagen jährlich 1,6 Mio. t Getreide.

Entscheidend bleiben jedoch die Absatzmöglichkeiten inländischen Bioethanols in der Mineralölwirtschaft unter den Bedingungen der deutschen Steuergesetzgebung sowie des globalen Wettbewerbs.

In einem seit 2004 laufenden Mehrländerprojekt „Bioethanolerzeugung und Schlempeverwertung“ der Landesanstalten für Landwirtschaft Bayern (BY), Brandenburg (BB), Mecklenburg-Vorpommern (MVP), Sachsen (SN), Sachsen-Anhalt (ST) und Thüringen (TH) wird in Zusammenarbeit mit der „Südzucker-Bioethanol GmbH“ in Zeitz, der „Mitteldeutschen BioEnergie GmbH & Co KG“ Zörbig sowie der „Nordbrandenburger BioEnergie GmbH & Co. KG“ Schwedt umfassendes Beratungswissen zur Ethanolproduktion aus dem Rohstoff Getreide erarbeitet.

Bioethanol kann theoretisch aus allen kohlenhydrat-, aber auch lignocellulosehaltigen pflanzlichen Produkten gewonnen werden. Aus technologischen, ökonomischen und logistischen Gründen konzentriert sich die Nachfrage gegenwärtig auf die Getreidearten Weizen, Triticale und Roggen.

Der Rohstoffeinsatz der bestehenden Großanlagen orientiert sich vorrangig an markt- und regionalspezifischen Gegebenheiten. So verarbeitet die „Südzucker-Bioethanol GmbH“ in Zeitz vorrangig Weizen, die „Mitteldeutsche BioEnergie GmbH & Co KG“ Zörbig sowie die „Nordbrandenburger BioEnergie GmbH & Co. KG“ Schwedt hauptsächlich Roggen und Triticale. Da die Getreidearten preislich und im Hinblick auf die Stärke- bzw. Ethanolausbeuten miteinander konkurrieren, dürfte die relative Vorzüglichkeit von Roggen, Triticale und Weizen je nach Marktlage Schwankungen unterliegen.

Die bisherigen Vermarktungsschwerpunkte für Weizen auf besseren Böden waren in den ostdeutschen Bundesländern Qualitäts- und Eliteweizen. Auf den leichteren Standorten in Brandenburg, Sachsen und Sachsen-Anhalt wird Roggen dagegen als Brot- und Futtergetreide und Triticale ausschließlich als Futtergetreide angebaut.

Die derzeitigen Produktions- und Anbauverfahren für Nahrungs- und Futtergetreide müssen auf die neue Verwertungsrichtung „Bioethanolproduktion“ ausgerichtet werden. Von entscheidender Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit der Ethanolherstellung aus Getreide ist u. a. die Ethanolausbeute (l Ethanol/kg Getreide). Da es für die Bestimmung der Ethanolausbeute zurzeit noch keine standardisierte Schnellmethode gibt, dient der Stärkegehalt momentan als Orientierungswert. Der gegenwärtige Erkenntnisstand zur Maximierung der Ethanolausbeute beruht auf der positiven Korrelation des Stärkegehaltes und der negativen Korrelation des Rohproteingehaltes zur Ethanolausbeute. Weitere Einflussfaktoren auf die Ethanolausbeute müssen noch erforscht werden.

Bei großtechnischer Bioethanolherstellung mit Fremdenzymen fordert die verarbeitende Industrie zumeist ein mittleres Fallzahlniveau, in kleineren Brennereien (kein Einsatz von Fremdenzymen) ist zwar Auswuchs unerwünscht, wird aber ein niedriges Fallzahlniveau (das heißt die hohe autoamylolytische Aktivität) begrüßt.

Weitere Qualitätsansprüche der Verarbeiter sind gegenwärtig eine gute Kornausbildung, messbar an hoher Tausendkornmasse und hohem Hektolitergewicht, und ein geringer Rohproteingehalt. In Kontrakten werden für Stärke- und Rohproteingehalt sowie Hektolitergewicht Basiswerte festgelegt, unter- bzw. oberhalb derer es zu Ab- bzw. Zuschlägen vom Grundpreis kommt.

Wegen der Verwertung des Koppelproduktes Schlempe als Eiweißfuttermittel ist es von großer Wichtigkeit, die Belastung mit Schadstoffen (z. B. Mutterkorn und Fusarientoxine wie DON und ZEA) im Rohstoff gering zu halten.

## **Methodik**

Grundlage der folgenden Arten- und Sortenempfehlungen für die Bioethanolproduktion aus Getreide ist die Auswertung der Landessortenversuche (LSV) von Winterweizen, Wintertriticale und Winterroggen, deren Anbau ertragsorientiert sowie mit einer ortsüblich, optimal an die Nahrungs- und Futterproduktion angepasster Bestandesführung erfolgte. Die Bewertung und Empfehlung umfasste den Zeitraum von 2004 bis 2006 und wurde durch die entsprechenden Fruchtartenverantwortlichen der Bundesländer durchgeführt. An der Zusammenstellung der Ergebnisse waren die Bundesländer SN, ST, BB und TH beteiligt. Im Rahmen des Mehrländerprojektes erfolgten zusätzliche Spezialversuche zum Winterweizen, in welchen spezielle Winterweizensorten für ihre Eignung zur Bioethanolproduktion im Zeitraum von 2005 bis 2007 an insgesamt fünf Versuchsstandorten geprüft wurden. Diese Ergebnisse gingen ebenfalls in die Sortenempfehlung für Winterweizen ein.

## **Artenvergleich**

Neben der Sorteneignung ermöglichen die LSV auch einen indirekten Vergleich der Getreidearten hinsichtlich Stärkegehalt und -ertrag (Tab. 1).

**Tabelle 1:** Stärkegehalte der Getreidearten in den Landessortenversuchen 2004, 2005, 2006 (Relative Leistung im Mittel der Sorten, Winterweizen = 100)

Anbaugebiet	Getreideart	Stärkegehalt <sup>1)</sup>			
		2004	2005	2006	Mittel
D-Standorte	Winterweizen	100 (3)	100 (2)	100(7)	100
	Wintertriticale	102 (5)	96 (5)	100(5)	99
	Winterroggen	101(3)	91 (7)	92(6)	95
Lö-Standorte	Winterweizen	100 (1)	100 (4)	100(5)	100
	Wintertriticale	102 (4)	99 (5)	100(5)	100
	Winterroggen	92 (2)	92 (3)	93 (4)	92
V-Standorte	Winterweizen	100 (4)	100(4)	100(6)	100
	Wintertriticale	101(4)	100(5)	105(4)	102
	Winterroggen	91(1)	92 (3)	95(4)	93
Mittel der Standorte (Winterweizen)		65,8 %	68,1 %	65,2 %	66,4 %

<sup>1)</sup> relativ zu Winterweizen

( ) Anzahl der Prüforte

Winterweizen und Wintertriticale unterscheiden sich im Stärkegehalt nur unwesentlich, während Winterroggen in allen Anbaugebieten zwischen 92 bis 95 % Stärke im Vergleich zum Weizen erreichte.

## Sortenempfehlungen 2007

Nach der Ernte 2006 liegen dreijährige Ergebnisse vor, so dass daraus fundierte Aussagen abzuleiten sind. Neben den bereits angeführten Qualitätsanforderungen müssen die Sorten vor allem über ein hohes Ertragsvermögen verfügen. Da der Stärkeertrag in hohem Maße durch den Kornertrag bestimmt wird sind bei der Sortenwahl Krankheitsresistenz, Winter- und Standfestigkeit zu berücksichtigen.

Deshalb wurden mit Ausnahme weniger Winterweizen nur Sorten in den Empfehlungen berücksichtigt, für die bereits eine besondere Eignung in der traditionellen Verwertung festgestellt wurde.

## Sortenempfehlungen Winterweizen

Besondere Eignung besitzen nach derzeitigem Kenntnisstand vorrangig ertragsstarke und rohproteinschwache, aber stärkereiche Sorten der Qualitätsgruppen B und C. Alternativ kommen rohproteinarme A-Weizenpartien in Betracht. Um die Anforderungen im Stärkegehalt zu erfüllen, ist auf eine N-Spätgabe zu verzichten.

Neben der Nutzung der Ergebnisse aus den LSV (Tab. 2 und 3) wurden darüber hinaus in Spezialversuchen zur Bioethanolproduktion weitere Sorten geprüft. Außer den auch in den LSV vorhandenen Sorten *Hermann* und *Cubus* liegen hieraus zweijährige Ergebnisse für *Hybnos 1* (C), *Skalmeje* (C), *Champion* (B) und *Ephoros* (B/EU) sowie aktuell einjährige Ergebnisse für den Futterweizen *Glasgow* (EU), die Brotweizen *Attlas* (EU),

*Elegant*, *Hatrick* (EU), *Inspiration* und den Qualitätsweizen *SW Tataros* (EU) vor. Zweijährig erreichte die Hybridsorte *Hybnos 1* die höchsten Stärkeerträge, einjährig hoben sich vor allem *Glasgow* und *Inspiration* hervor (Tab. 4). Bei einjährig geprüften Sorten ist jedoch hinsichtlich einer Empfehlung mindestens ein weiteres Jahr abzuwarten.

### **Sortenempfehlung für die Bioethanolerzeugung:**

*Akratos*, *Anthus*, *Boomer*, *Buteo*, *Cubus*, *Dekan*, *Ephoros*, *Hermann*, *Hybred*, *Hybnos 1*, *Skalmeje*

#### **C-Weizensorten**

*Hermann* (C) erreicht bei mittleren Stärkegehalten insbesondere auf D- und V-Standorten hohe Stärkeerträge. Die Sorte weist überwiegend gute Anbau- und Resistenzeigenschaften auf, auch gegenüber Ährenfusarium (BSA-Note 3). Zu beachten ist die nur mittlere Winterfestigkeit.

*Hybnos 1* (C) ist eine ertragsstarke Hybridsorte mit mittleren bis hohen Stärkegehalten. Bei nur mittlerer Winterfestigkeit besteht für alle Blattkrankheiten mindestens mittlere, für Gelbrost stärkere Anfälligkeit. Neben der Standfestigkeit liegt auch die Resistenz gegenüber Ährenfusarium noch im günstigen Bereich (BSA-Note 4).

*Skalmeje* (C) zeichnet sich durch eine gute bis mittlere Ährenfusariumresistenz (BSA-Note 4) aus. Bei überdurchschnittlichen Stärkegehalten liegen die Stärkeerträge im mittleren Bereich. Die Sorte zeigt eine gute Standfestigkeit, geringe bis mittlere Neigung zu Auswinterung, aber höhere Braunrostanfälligkeit.

#### **B-Weizensorten**

*Anthus* (B) erzielt hohe Stärkeerträge bei überdurchschnittlichen Stärkegehalten und besitzt gute bis ausreichende Anbau- und Resistenzeigenschaften, die in mittlerer bis guter Winterfestigkeit, geringerer Standfestigkeit sowie geringer bis mittlerer Anfälligkeit gegenüber Ährenfusarium (BSA-Note 4) bestehen.

*Buteo* (B) erweist sich mehrjährig als ertragsstarke und stabile Sorte mit hohen Stärkegehalten in allen Anbaugebieten. Eine mittlere Winterfestigkeit und Pflanzenlänge sowie die mäßige Standfestigkeit kennzeichnen die Sorte. Die Anfälligkeit gegenüber Ährenfusarium ist gering bis mittel (BSA-Note 4), bei den Blattkrankheiten ist auf Septoria zu achten.

*Dekan* (B) überzeugt mehrjährig mit mittleren Stärkeerträgen, guter Standfestigkeit und ausgewogenen Resistenzeigenschaften, auch gegenüber Ährenfusarium (BSA-Note 4). Lediglich für Braunrostbefall ist *Dekan* stark anfällig. Hinsichtlich der Verwendung für die Bioethanolproduktion sind die überdurchschnittlichen Stärkegehalte positiv zu bewerten. Aufgrund der geringeren Winterfestigkeit ist der Flächenanteil jedoch zu begrenzen und der Anbau auf weniger gefährdeten Standorten zu bevorzugen.

*Ephoros* (B/EU) bringt hohe Stärkeerträge und -gehalte, ist längerstrohig, ausreichend winterfest, mäßig standfest und recht gesund. Eine offizielle Einstufung der Anfälligkeit gegenüber Ährenfusarium liegt in der Beschreibenden Sortenliste nicht vor. Der Anbau ist vorrangig auf D-Standorten zu empfehlen.

*Hybrid* (B) erzielt hohe Stärkeerträge in allen Anbaugebieten und überzeugt mit ebenfalls hohen Stärkegehalten. Aufgrund ihrer Robustheit eignet sich die Sorte auch für den Anbau auf Grenzböden der D- und V-Standorte. Bei mittlerer bis guter Winter- und Standfestigkeit liegen die Resistenzeigenschaften bis auf die starke Septoriaanfälligkeit überwiegend im mittleren bis guten Bereich (Anfälligkeit gegenüber Ährenfusarium BSA-Note 4).

### **A-Weizensorten**

*Akratos* (A) ähnelt in Typ und Eigenschaften den älteren Sorten *Batis* und *Pegassos*, die Stärkeerträge liegen jedoch auf höherem Niveau, insbesondere auf den D-Standorten. Günstig sind auch die überdurchschnittlichen Stärkegehalte. Die längere Sorte besitzt eine mäßige Stand- und Winterfestigkeit sowie eine überwiegend mittlere bis gute Gesundheit (Anfälligkeit gegenüber Ährenfusarium BSA-Note 4). Anbaueignung zeichnet sich eher für Grenz- und Übergangstandorte ab.

*Boomer* (A) gehört ebenfalls zu den Sorten mit hohen Stärkeerträgen und -gehalten. Er ist kurz und standfest und hat eine mittlere Winterfestigkeit. Von den Blattkrankheiten können Mehltau und Septoria stärker schädigen, aber auch gegenüber Ährenfusarium besteht mittlere Anfälligkeit (BSA-Note 5).

*Cubus* (A) erzielt bereits mehrjährig auf allen Standorten hohe Stärkeerträge bei überdurchschnittlichen Stärkegehalten. Die Sorte besitzt eine mittlere bis gute Winterfestigkeit. Trotz des kurzen Halms ist die Absicherung der Standfestigkeit zu empfehlen. *Cubus* zeigt eine gute Resistenz gegenüber Mehltau und Ährenfusarium (BSA-Note 4), ist aber stark anfällig für Braunrost und Septoria.

**Tabelle 2:** Relativer Stärkeertrag in den LSV Winterweizen 2004 bis 2006, mit Fungizid behandelte Stufe, unterteilt nach Anbaugebieten der Ostdeutschen Bundesländern

Sorte	Qual.Gr.	Stärkeertrag relativ											
		D-Standorte			Lö-Ackerebene			Lö-Übergangslagen			V-Standorte		
		2004 n = 1	2005 n = 2	2006 n = 7	2004 n = 1	2005 n = 4	2006 n = 5	2004 n = 5	2005 n = 4	2006 n = 5	2004 n = 4	2005 n = 4	2006 n = 6
Hermann	C	-	107	103	97	105	101	98	104	104	104	110	108
Anthus	B	-	-	106	-	105	104	-	103	103	-	104	101
Buteo	B	-	107	104	106	103	101	104	103	104	104	104	107
Dekan	B	-	-	-	102	102	103	105	99	102	100	99	98
Hybred	B	108	109	105	104	107	106	105	106	106	107	108	105
Akratos	A	-	103	105	-	105	101	-	104	103	-	106	106
Boomer	A	-	-	105	-	104	105	-	-	105	-	104	103
Cubus	A	102	107	110	107	103	107	102	101	103	102	100	105
<b>Bezugsbasis (dt/ha)</b>		<b>54,7</b>	<b>52,8</b>	<b>32,8</b>	<b>66,7</b>	<b>65</b>	<b>54,2</b>	<b>64,6</b>	<b>63,8</b>	<b>51,2</b>	<b>59,8</b>	<b>49,3</b>	<b>41,2</b>

**Tabelle 3:** Für die Bioethanolproduktion relevante Eigenschaften in den LSV Winterweizen 2004 bis 2006, mit Fungizid behandelte Stufe, unterteilt nach Anbaugebieten der Ostdeutschen Bundesländern

Sorte	Qual.-Gr.	BSA-Note <sup>1)</sup> Anfälligkeit für Ähren- fusarium	HLG <sup>2)</sup>	Stärkegehalt in % (100 % TM)											
				D-Standorte			Lö-Ackerebene			Lö-Übergangslagen			V-Standorte		
				2004 n = 3	2005 n = 2	2006 n = 7	2004 n = 1	2005 n = 4	2006 n = 5	2004 n = 5	2005 n = 4	2006 n = 5	2004 n = 4	2005 n = 4	2006 n = 6
Hermann	C	3	--	-	69,2	64,5	67	70,2	67,7	65,3	67,2	64,8	67,1	68,9	64,9
Anthus	B	4	+	-	-	66,3	-	71,5	69,4	-	68,4	66	-	69	65,6
Buteo	B	4	o	-	69,7	65	68,1	70,4	68,3	67,6	68,1	65	67,6	68	65,6
Dekan	B	4	o	-	-	-	68,3	70	68,6	67,6	67,3	65,8	68,6	67,7	64,9
Hybred	B	4	o	62,6	69,4	65,7	66,4	70,3	68,8	66,4	67,3	65,7	68,2	67,9	65
Akratos	A	4	o/+	-	69,7	65,6	-	70,6	68,5	-	68,2	66,2	-	68,9	66,2
Boomer	A	5	o	-	-	66,5	-	70,9	68,6	-	-	66,2	-	68,7	65,5
Cubus	A	4	+	63,5	69,4	66,2	68,3	70,1	68,6	67,4	67,8	65,9	68,3	68	65,6
<b>Bezugsbasis</b>				<b>62,6</b>	<b>68,4</b>	<b>64,8</b>	<b>66,9</b>	<b>69,6</b>	<b>67,6</b>	<b>66,3</b>	<b>67,1</b>	<b>64,8</b>	<b>67,7</b>	<b>67,6</b>	<b>64,7</b>

<sup>1)</sup> Bedeutung der in Noten ausgedrückten Ausprägungen:

3 = gering

4 = gering bis mittel

5 = mittel

<sup>2)</sup> Erläuterung der Einschätzung aus den Thüringer Landessortenversuchen: + = überdurchschnittlich

o = mittel

- = unterdurchschnittlich

**Tabelle 4:** Ergebnisse der Spezialsortenversuche „Winterweizen für die Ethanolproduktion“ von 2005 und 2006  
(Mittel der Löss- und Verwitterungsstandorten (n = 5), mit Fungizidbehandlung; Mittel der N-Düngungsstufen)

Sorte	Qualität	Anfälligkeit für Ährenfusarium	Hektoliterge- wicht (kg)		Rohprotein %		Kornertrag relativ			Stärkegehalt %			Stärkeertrag relativ		
			2005	2006	2005	2006	2005	2006	Mittel	2005	2006	Mittel	2005	2006	Mittel
<i>Hermann (B)</i>	C	3	74,1	74,6	11,2	11,7	101	100	100	69,3	67,8	68,5	101	99	100
<i>Hybnos 1 (B)</i>	C	4	77,1	76,7	11,3	11,9	103	101	102	69,6	68,1	68,9	103	101	102
<i>Skalmeje (B)</i>	C	4	78,0	77,9	11,2	12,2	99	100	99	70,2	69,1	69,6	100	101	101
<i>Champion (B)</i>	B	4	79,3	80,0	11,5	12,5	96	97	97	69,4	67,7	68,6	96	97	96
<i>Ephoros (B)</i>	(B)/ EU	*	77,9	78,4	11,4	12,2	102	99	101	69,8	68,0	68,9	103	99	101
<i>Cubus (B)</i>	A	4	78,4	79,1	11,6	12,5	98	103	100	69,2	67,9	68,5	97	103	100
<i>Contur</i>	(B)/ EU	*	76,4	-	10,9	-	97	-	-	70,3	-	-	98	-	-
<i>Pikeur</i>	(C) / EU	*	76,0	-	11,3	-	99	-	-	68,7	-	-	98	-	-
<i>Samurai</i>	(C) / EU	*	73,1	-	11,3	-	99	-	-	68,8	-	-	98	-	-
<i>Ellvis</i>	A	5	76,9	-	12,0	-	97	-	-	68,5	-	-	95	-	-
<i>Türkis</i>	A	4	77,6	-	12,3	-	96	-	-	68,6	-	-	94	-	-
<i>Alitis</i>	A	4	78,7	-	11,5	-	98	-	-	69,4	-	-	98	-	-
<i>Glasgow</i>	(C) / EU	*	-	75,7	-	11,2	-	107	-	-	68,9	-	-	109	-
<i>Inspiration</i>	B	6	-	77,1	-	11,6	-	110	-	-	69,0	-	-	111	-
<i>Elegant</i>	B	5	-	77,1	-	12,7	-	97	-	-	65,9	-	-	94	-
<i>Attlas</i>	(B)/ EU	*	-	78,0	-	12,8	-	101	-	-	67,2	-	-	100	-
<i>Hattrick</i>	(B)/ EU	*	-	74,5	-	12,2	-	102	-	-	67,6	-	-	101	-
<i>SW Tataros</i>	(A)/ EU	*	-	77,7	-	12,6	-	102	-	-	66,4	-	-	99	-
<b>Mittel (B)</b>			<b>77,5</b>	<b>77,8</b>	<b>11,4</b>	<b>12,2</b>	<b>99,4</b>	<b>88,9</b>	<b>94,2</b>	<b>69,6</b>	<b>68,1</b>	<b>68,8</b>	<b>59,5</b>	<b>52,2</b>	<b>55,9</b>
<b>Stufenmittel</b>			<b>77,0</b>	<b>77,2</b>	<b>11,5</b>	<b>12,2</b>	<b>98,3</b>	<b>90,4</b>	<b>94,3</b>	<b>69,3</b>	<b>67,8</b>	<b>68,8</b>	<b>58,6</b>	<b>52,8</b>	<b>55,7</b>

<sup>1)</sup> Bedeutung der in Noten ausgedrückten Ausprägungen:

3 = gering

4 = gering bis mittel

5 = mittel

\* EU-Sorten sind in der Beschreibenden Sortenliste in der Anfälligkeit für Ährenfusarium nicht beschrieben

## Sortenempfehlung Wintertriticale

### Sortenempfehlung für die Bioethanolerzeugung:

*Benetto, SW Talentro, Vitalis*

mit Einschränkung *Tremplin, Trimester, Versus*

Unter Berücksichtigung der in der Einleitung genannten Anforderungen und in den Tabellen 5 und 6 dargestellten Ergebnisse wird von den geprüften Sorten für die Bioethanolherstellung auf allen Standortgruppen der ertragstarke und -stabile, winter- und standfeste *SW Talentro* empfohlen. Er erreicht mittlere bis leicht überdurchschnittliche Stärkegehalte und besitzt eine gute Kornausbildung. Allerdings war seine Neigung zur DON-Bildung in Versuchsjahren/-orten unterschiedlich. Auch der zumeist ausreichend stand- und winterfeste, langstrohigere *Benetto* erreichte auf V- und Löss-Standorten hohe Stärkeerträge bei mittlerem Stärkegehalt. Vorzug der Sorte ist die geringere Neigung zur DON-Bildung, womit sie sich für den Anbau bei nichtwendender Bodenbearbeitung bzw. nach Maisvorfrucht empfiehlt. Auf D-Standorten ist die feinkörnige Sorte aber nicht zu favorisieren, da sie hier einen höheren RP-Gehalt und nur unterdurchschnittliche Stärkegehalte und -erträge erreicht. Ertragsstärkste Sorte auf D-Standorten ist der langstrohige, winterfeste *Vitalis*. Auch auf Löss- und V-Standorten kann sein Anbau empfohlen werden, wenn es gelingt mit Halmstabilisatoren die Standfestigkeit zu sichern bzw. wenig Lagergefahr besteht. Er erreicht das höchste HLG im geprüften Sortiment. Seine Auswuchsfestigkeit, besonders in lagernden Beständen, ist aber sehr gering und die Neigung zur DON-Bildung in den einzelnen Jahren bzw. Orten unterschiedlich.

Nach einem bzw. zwei Prüffahren deutet sich, aufgrund höherer Stärke- (2 % über dem Versuchsmittel), niedriger RP-Gehalte (knapp 1 % unter dem Versuchsmittel) sowie eines sehr hohen Stärkeertrages an, dass die winterfesten, standfesten, kurzstrohigen Sorten *Dinaro, Grenado* (geringeres Hektolitergewicht) und *Inpetto* (späterreifend, stärker braunrostanfällige) für die Bioethanolgetreideproduktion sehr interessant werden könnten. Bezüglich der Einschätzung von Ertragsstabilität und Neigung zur DON-Bildung müssen bei den Sorten aber weitere Prüffahre abgewartet werden.

Nur ergänzend ist der Anbau des fallzahlstabileren *Trimester* auf D-Standorten und *Versus* sowie *Tremplin* (geringere Neigung zur DON-Bildung) auf Löss-Standorten zu erwägen. Die Sorten erreichen auf den genannten Standortgruppen zwar meist hohe Stärkeerträge und geringe RP-Gehalte, jedoch schmälern weniger günstige Eigenschaften ihren Wert. Alle drei besitzen nur eine mittlere bis geringere (*Tremplin*) Winterfestigkeit und *Trimester/Versus* erreichten in den Versuchen stets höhere DON-Werte. Bei *Versus* ist zudem der vergleichsweise geringe Stärkegehalt, sein niedrigeres Hektolitergewicht (3 bis 4 kg unter Sortimentsmittel) sowie die sehr starke Mehltauanfälligkeit, bei *Trimester* die stärkere Lagerneigung, das geringere Hektolitergewicht und die stärkere Anfälligkeit für Mutterkorn und bei *Tremplin* die starke Lager- und Mehltauanfälligkeit zu beachten.

*Tritikon* zeichnet sich zwar durch die geringste Neigung zur DON-Bildung und hohe Stärkegehalte aus, aber die Stärkeerträge schwanken erheblich und die Sorte ist zudem die rohproteinreichste im Prüfsortiment. Auch *Magnat* zeigte zwischen den Versuchsjahren erhebliche Unterschiede im Stärkeertrag, 2005 den niedrigsten Stärkegehalt und ist zudem stark auswuchs- und septoriagefährdet. Bei beiden Sorten wird von einer ausdrücklichen Empfehlung abgesehen.

Ungeeignet für die Ethanolproduktion scheinen der mittlerweile ertragsschwache, krankheitsanfällige *Lamberto*, der aufgrund geringer Winterfestigkeit für Ostdeutschland wenig geeignete *Agrano* und die stärkeärmste Sorte im Prüfsortiment *Kitaro* (2006 nicht mehr geprüft).

**Tabelle 5:** Eignung von Wintertriticalesorten für die Bioethanolerzeugung; Ergebnisse der LSV 2004 bis 2006; Ostdeutsche Bundesländer, mit Fungizid behandelte Stufe

Sorte	Widerstandsfähigkeit gegen DON-Bildung <sup>1)</sup>	Hektolitergewicht*	Stärkegehalt (%) bei 100 % TM (mit Fungizid behandelte Stufe)									Relativer Stärkeertrag dt/ha (mit Fungizid behandelte Stufe)								
			D-Standorte			Löss-Standorte			V-Standort			Diluvial-Standorte			Löss-Standorte			Verwitterungs-Standorte		
			BB, ST, SN			ST, SN, TH			ST, SN, TH			BB, ST, SN			ST, SN, TH			ST, SN, TH		
			2004 n=5	2005 n=5	2006 n=5	2004 n=4	2005 n=5	2006 n=5	2004 n=4	2005 n=5	2006 n=4	2004 n=5	2005 n=5	2006 n=5	2004 n=4	2005 n=5	2006 n=5	2004 n=4	2005 n=5	2006 n=4
Lamberto	o	o/+	64,5	64,8	64,8	67,6	67,5	66,4	68,5	67,9	67,1	97	89	87	95	93	102	97	88	93
SW Talentro	o	o/+	64,5	67,0	66,3	68,2	68,5	67,5	68,1	68,3	68,6	103	100	113	101	100	111	98	109	109
Benetto	o/+	o	63,1	64,5	63,7	68,2	67,2	66,1	67,9	67,7	67,5	99	93	99	102	100	106	106	106	102
Trimester	o/-	-	64,2	66,1	65,4	67,9	68,5	66,5	68,2	68,1	67,2	103	108	101	97	103	98	100	97	104
Tritikon	o/+	o	65,0	66,1	-	68,0	68,0	67,0	68,3	68,7	68,4	98	104	-	99	101	95	101	100	94
Versus	o/-	-	63,2	64,7	62,4	67,4	66,9	64,4	67,8	65,2	66,5	93	102	89	106	103	88	100	94	98
Vitalis	o	+	64,2	66,8	66,5	-	-	-	68,5	68,0	68,9	106	108	111	-	-	-	98	105	100
Magnat	<sup>1)</sup>	o	-	64,5	65,0	-	65,6	65,9	-	64,8	66,5	-	97	121	-	99	105	-	98	103
Tremplin	o/+	o/+	-	65,7	65,3	-	67,6	67,6	-	68,0	68,1	-	102	97	-	102	107	-	100	101
Agrano	<sup>1)</sup>	o	-	-	64,8	-	-	66,8	-	-	-	-	-	97	-	-	97	-	-	-
Dinaro	<sup>1)</sup>	o/-	-	-	66,5	-	-	69,1	-	-	69,2	-	-	119	-	-	115	-	-	109
Grenado	o <sup>2)</sup>	o	-	-	67,3	-	-	68,4	-	-	69,2	-	-	127	-	-	116	-	-	111
Inpetto	o	o/+	65,0	-	66,5	68,1	-	68,2	68,8	-	69,1	103	-	120	99	-	117	102	-	113
<b>Mittel (B)</b>			<b>64,0</b>	<b>65,6</b>	<b>64,9</b>	<b>67,9</b>	<b>67,8</b>	<b>66,3</b>	<b>68,2</b>	<b>67,7</b>	<b>67,7</b>	<b>45,1</b>	<b>40,5</b>	<b>31,4</b>	<b>61,1</b>	<b>59,5</b>	<b>49,7</b>	<b>54,9</b>	<b>47,1</b>	<b>46,1</b>

<sup>1)</sup> keine ausreichende Datengrundlage zur Einschätzung vorhanden

<sup>2)</sup> vorläufige Einschätzung nach einem Prüffahr

\* Einschätzung aus Thüringer Landessortenversuchen und Spezialversuchen zur DON-Bildung bei Wintertriticale:

+ = überdurchschnittlich

o = mittel

- = unterdurchschnittlich bezogen auf das Prüfsortimentsmittel

## Sortenempfehlung Winterroggen

Der Stärkegehalt des Roggenkorns liegt niedriger als der von Weizen und Triticale. In den Landessortenprüfungen der Anbauggebiete D-Süd-Standorte und V-Standorte wurden im Mittel des Prüfsortiments Stärkegehalte von ca. 62 % (100 % TS) erzielt (Tab. 6). Dabei lagen Stärkegehalt und -ertrag im Jahr 2006 deutlich unter den Werten der beiden Vorjahre. Es bestätigt sich, dass im Sortiment Winterroggen zurzeit nur relativ geringe Sortenunterschiede im Stärkegehalt bestehen. Möglichst hohe Stärkegehalte sind allerdings auch beim Roggen besonders dann von Interesse, wenn der Anbauvertrag Preiszuschläge für über einem Basiswert liegende Gehalte vorsieht.

**Tabelle 6:** Eignung der Winterroggensorten für die Bioethanolerzeugung  
Ergebnisse der LSV 2004 bis 2006; mit Fungizid behandelte Stufe

Sorte	Sortentyp	Widerstandsfähigkeit gegenüber Mutterkorn <sup>1)</sup>	HLG <sup>2)</sup>	Stärkegehalt <sup>2)</sup> % i. TS			Stärkeertrag - relativ					
				2004 n = 4	2005 n = 11	2006 n = 10	D-Standorte			V-Standorte		
							2004 n = 3	2005 n = 7	2006 n = 5	2004 n = 1	2005 n = 3	2006 n = 3
<i>Avanti</i>	H	o/-	o	62,4	62,6	60,7	108	105	104	109	104	106
<i>Askari</i>	H	+	o	61,6	61,7	59,2	107	102	101	100	106	96
<i>Picasso</i>	H	o/+	o/-	63	62	60,9	101	108	105	102	103	106
<i>Fernando</i>	H	o/+	o/-	62,1	62	60,3	106	104	106	107	101	-
<i>Rasant</i>	H	-	o	64,7	63,7	62,1	116	104	111	101	112	113
<i>Fugato</i>	H	o	o/-	-	62,4	60,4	-	103	101	-	109	104
<i>Festus</i>	H	o	o/+	-	61	61,1	-	102	-	-	100	105
<i>Visello</i>	H	+	(+)	-	-	61,2	-	-	115	-	-	114
<i>Amato</i>	H	-	o	-	63,4	61,4	-	107	106	-	108	113
<i>Recrut</i>	P	o/+	o	61,8	62,5	61,1	90	91	92	87	91	88
<i>Conduct</i>	P		(o)	-	-	60	-	-	95	-	-	-
<i>Matador</i>	P	o/-	o/+	62,8	62,4	60,1	91	98	90	-	-	-
<i>Boresto</i>	P	o/+	o	63,1	62,6	59,9	92	90	88	-	-	-
<i>Carotrumpf</i>	S		(o)	-	-	60	-	-	94	-	-	90
<i>Caroass</i>	S	-	o/+	62,5	62,2	60	97	92	96	95	96	91
<b>Mittel bzw. BB (dt/ha)</b>				<b>62,6</b>	<b>62,3</b>	<b>60,6</b>	<b>48,9</b>	<b>41</b>	<b>32,3</b>	<b>49</b>	<b>46</b>	<b>37,8</b>

<sup>1)</sup> nach Ergebnissen von BBA (künstliche Infektion) und TLL; sortenreiner Anbau

<sup>2)</sup> Einschätzung auf Basis der Ergebnisse 2005/2006 aus den Anbaugebieten D-Süd- und V-Standorte

( ) Einschätzung nach Ergebnissen 2006, H = Hybridsorte, P = Populationsorte, S = Synthetische Sorte

### Sortenempfehlung für die Bioethanolerzeugung:

Hybridsorten:

*Picasso, Askari, Fernando*  
*Rasant, Amato* (gute Stärkegehalte,  
höheres Mutterkornrisiko)

aussichtsreich nach einjähriger Prüfung:

*Visello*

Populationsorten (nur D-Standorte):

*Recrut, Matador, Boresto*

Synthetische Sorten:

*Caroass*

Im Prüfzeitraum erzielte die großkörnige Sorte *Rasant* die besten Stärkegehalte, die das Sortimentsmittel um ca. 1,5 bis 2 % übertrafen. In Verbindung mit guten Kornerträgen führte das zu hohen Stärkeerträgen auf den D-Süd-Standorten (2004, 2006) und V-Standorten (2005, 2006). In beiden Prüfjahren zeigte *Amato* gute Stärkeerträge und erreichte im Jahr 2005 ein mit *Rasant* vergleichbares Stärkegehaltsniveau. Die neue

Hybridsorte *Visello* überzeugte 2006 aufgrund hoher Kornerträge auch mit den tendenziell besten Stärkeerträgen des Prüfsortiments.

Bei der Sortenwahl für Bioethanolroggen ist das unterschiedliche Anfälligkeitsrisiko der Sorten für Mutterkorn zu berücksichtigen (Tab. 5). Wegen der Weiterverarbeitung der bei der Ethanolherstellung anfallenden Schlempe zu einem Eiweißfuttermittel gilt der Grenzwert von 0,1 % Mutterkorn in der Partie. Von den Hybridsorten lassen *Visello* und *Askari*, aber auch *Picasso* und *Fernando* ein geringeres Anfälligkeitsrisiko als *Rasant* und *Amato* erwarten.

## Schlussfolgerungen

Nach Auslaufen des Forschungsthemas „Erzeugung von Ethanolgetreide und Schlempeverfütterung“ im Jahr 2007 wird empfohlen, die Sortenempfehlungen für die Erzeugung von Bioethanol für die Bundesländer SN, ST, BB und TH im Rahmen der Bearbeitung der Landessortenversuche weiterzuführen.

Für die Fruchtarten WW, WR und WT sind zukünftig die für den Gebrauchswert Nahrungs- und Futtergetreide angelegten Landessortenversuche zu nutzen. Wegen abweichender Düngestrategien bei Winterweizen für die Ethanolerzeugung sollte weiterhin ein Spezialsortenversuch mit stärkebetonter und rohproteinreduzierender Düngung mit einigen ausgewählten Sorten, nach Möglichkeit an fünf Standorten (Lö-, V-Anbaugebiete) angelegt werden. Die Notwendigkeit ist nach dreijähriger Laufzeit nochmals zu überprüfen.

Nach Erarbeitung weiterer wissenschaftlicher Erkenntnisse sowie Schnellbestimmungsmethoden für die Ethanolausbeute sind diese in die Sortenbewertung einzubeziehen.

Die Sortenempfehlungen für die Verwendungsrichtung „Ethanolgetreideproduktion“ sollten durch die Fruchtartenkoordinatoren der länderübergreifenden Sortenprüfung der Bundesländer TH, SN, ST und BB erarbeitet und im Mai des Folgejahres publiziert werden.

Mitautoren: Dr. Gert Barthelmes  
Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurerneuerung  
Berliner Straße  
14532 Güterfelde

Martin Sacher und Marion Böhme  
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Fachbereich 5 Sortenprüfung und Feldversuchswesen  
Walsheimer Straße 219  
01683 Nossen

Dr. Gerhard Hartmann  
Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau  
Strenzfelder Allee 22  
06406 Bernburg

# Düngung zu Ethanolgetreide - Ergebnisse aus Untersuchungen in Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen

*Dr. Michael Grunert (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft), Dr. Lothar Adam (Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung Brandenburg), Dr. Lothar Boese (Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt) und Hubert Heß (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)*

---

## Hintergrund

Ethanol ist weltweit der bedeutendste Biokraftstoff. In Deutschland erlangte Bioethanol als Kraftstoff erst mit dem Mineralölsteuergesetz vom 27.10.2003 Bedeutung. Im Biokraftstoffquotengesetz vom 18.12.2006 wurde festgelegt, welche Mindestmengen an Biokraftstoffen einzusetzen sind. Die für das Jahr 2015 geforderte Einzelquote für Otto-Kraftstoff von 3,6 % (energetisch) und die Quote von 8 % für den Gesamtkraftstoffmarkt entsprechen einem Ethanolbedarf von 1,3 bzw. 2,9 Mio. m<sup>3</sup>/a. Wird diese Menge aus einheimischem Getreide erzeugt, so ergibt sich ein Getreidebedarf von 3,1 bzw. 6,8 Mio. t/a. Die erforderliche Anbaufläche von 0,5 bzw. 1,1 Mio. ha sowie der starke Ausbau der Herstellungskapazitäten von Ethanol aus Getreide in Deutschland rechtfertigen die Gestaltung von speziell auf die Erzeugung von Ethanolgetreide ausgerichteten Anbauverfahren.

Neben der Sortenauswahl spielen u. a. die Artenwahl und die Optimierung der Stickstoffdüngung eine Rolle. Demgegenüber ist davon auszugehen, dass beim Pflanzenschutz dieselben Anforderungen wie beim in Mittel- und Nordostdeutschland umfassend praktizierten Qualitätsgetreideanbau gelten. Auch bei der Bodenbearbeitung, der Aussaatzeit und -menge sind von Abweichungen von etablierten Anbauverfahren keine gravierenden Vorteile zu erwarten.

## Zielstellung

Aufgrund des geringen Kenntnisstands über die Anforderungen der angepassten Stickstoffdüngung von Ethanolgetreide, aber auch geringer Kenntnisse über die regionale Artenvorzüglichkeit von Weizen gegenüber Triticale bzw. Roggen wurde im Jahr 2004 ein entsprechendes Versuchskonzept entworfen. Die Zielstellung bestand darin, fundierte mehrjährige Ergebnisse von mehreren Versuchsstandorten in Mittel- und Nordostdeutschland zu erhalten und auf dieser Grundlage Empfehlungen zur optimierten Gestaltung der Anbauverfahren geben zu können.

## Untersuchungsprogramm, Themenstellungen, Untersuchungen

Zu diesem Zweck wurde ein Parzellenversuch mit einer abgestuften N-Düngung, je Standort zwei Getreidearten und zwei Sorten konzipiert (siehe Tab. 1).

**Tabelle 1:** Abstufung der Prüffaktoren in den Parzellenversuchen**a) Stickstoffdüngung:**

Stufe	1. N-Gabe	2. N-Gabe	3. N-Gabe	N-Gesamt
1	BEFU/SBA - 30 kg/ha N	60 kg/ha N	o	nach BEFU/SBA - 30 kg/ha N
2	BEFU/SBA	60 kg/ha N	o	nach BEFU/SBA
3	BEFU/SBA - 30 kg/ha N	90 kg/ha N	o	nach BEFU/SBA
4	BEFU/SBA	90 kg/ha N	o	nach BEFU/SBA + 30 kg/ha N

**b) Getreidearten und -sorten:**

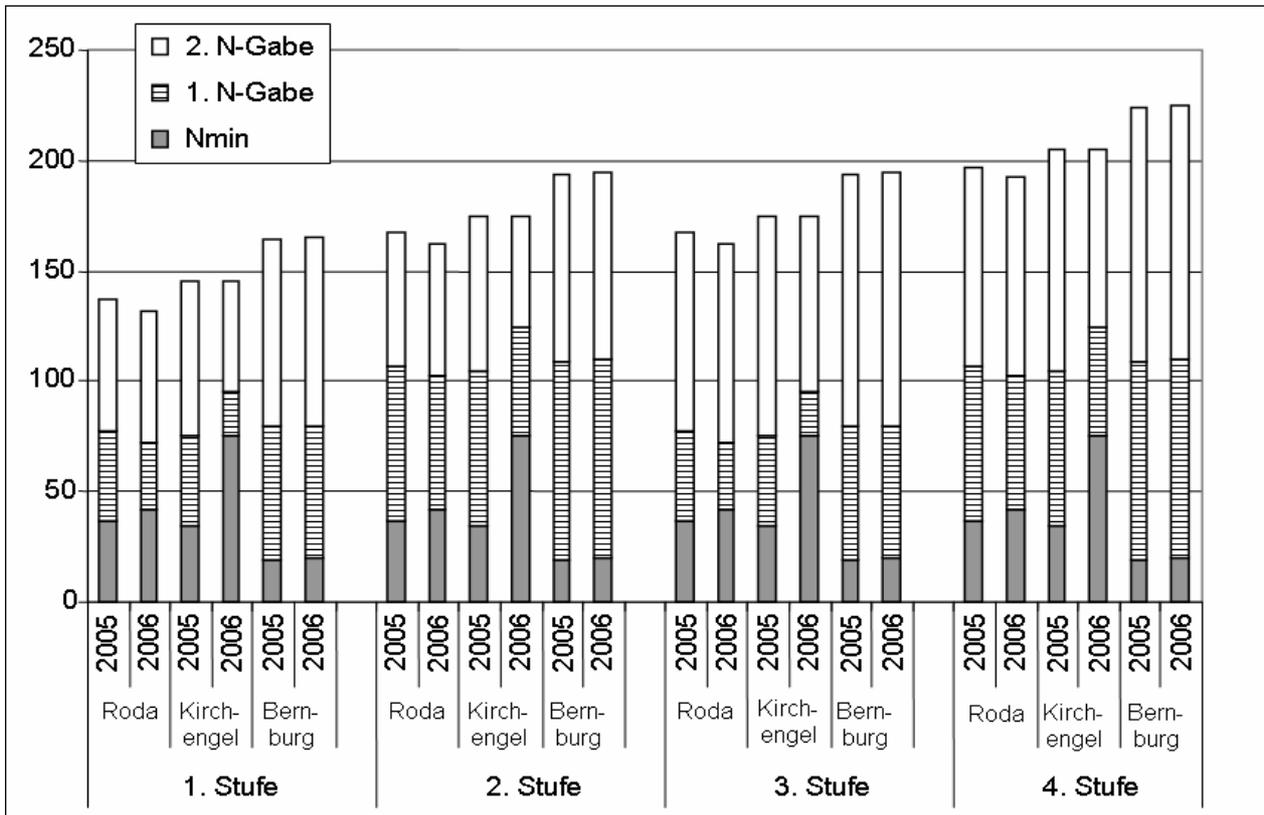
Stufe	D-Standorte		V- und Lö-Standorte	
	Winterroggen	Triticale	Winterweizen	Triticale
1	<i>Recrut</i>	<i>SW Talentro</i>	<i>Cubus (A-Weizen)</i>	<i>SW Talentro</i>
2	<i>Rasant</i>	<i>Grenado</i>	<i>Herrmann (C-Weizen)</i>	<i>Grenado</i>

Der Parzellenversuch mit 4-facher Wiederholung wurde für die Erntejahre 2005, 2006 und 2007 in Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen angelegt. Die Standorte und eine kurze Kennzeichnung können Tabelle 2 entnommen werden. Am Standort Güterfelde wurden nur drei Düngungsstufen geprüft.

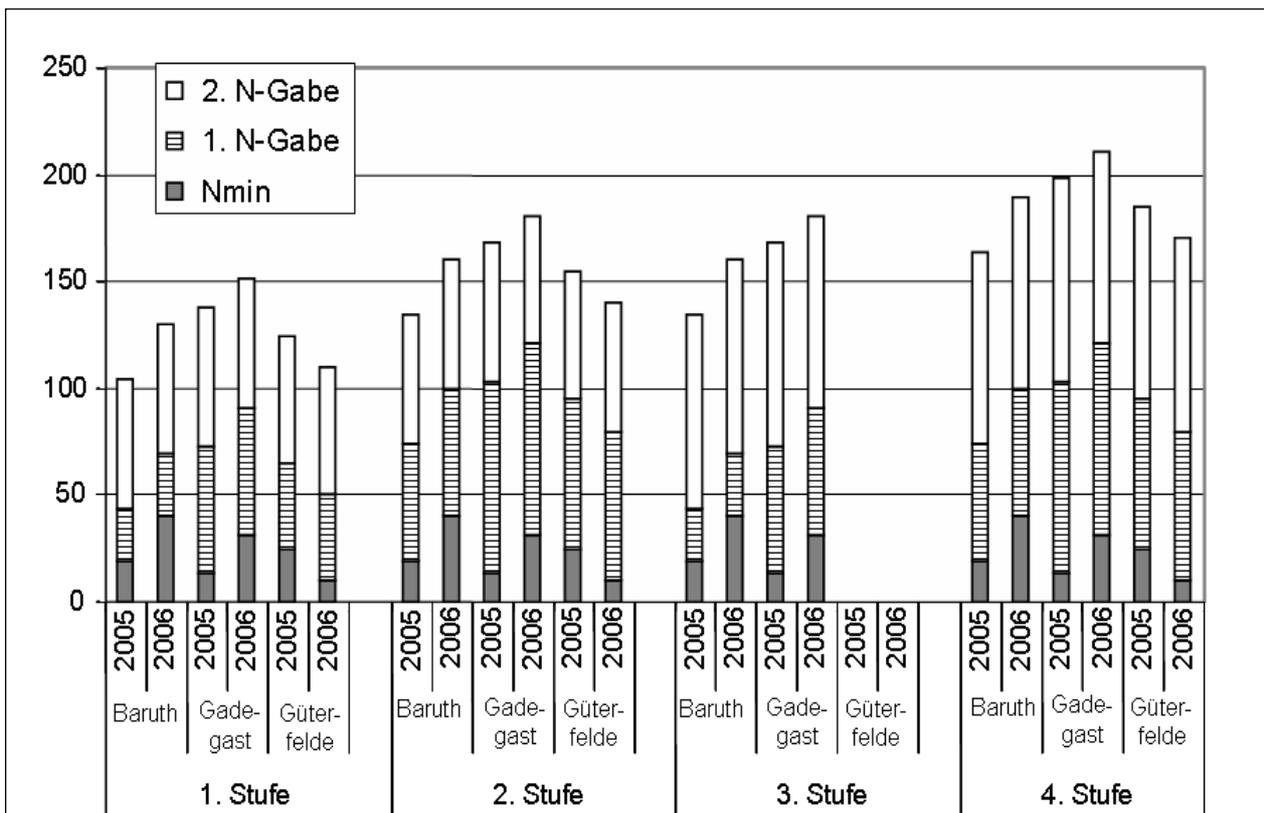
**Tabelle 2:** Kennzeichnung der Versuchsstandorte

Ort (Bundesland)	Standort- typ	Ackerzahl	Höhenlage m	langjähriger Mittel		geprüfte Winter- getreidearten
				Temperatur °C	Niederschlag mm	
Güterfelde (BB)	D 3/4	28 - 38	49	8,9	545	Roggen, Triticale
Gadegast (ST)	D 4	33 - 40	93	8,7	574	Roggen
Baruth (SN)	D <sub>3</sub>	32	165	8,6	626	Roggen, Triticale
Bernburg (ST)	Lö 1	96 - 98	80	8,9	483	Weizen, Triticale
Roda (SN)	Lö 4	68	224	8,6	711	Weizen, Triticale
Burkersdorf (TH)	V 5	36	440	7,0	642	Weizen, Triticale
Kirchengel (TH)	Lö 1	60 - 65	305	7,8	568	Weizen, Triticale

Die Höhe der tatsächlichen N-Düngung und des  $N_{\min}$  zu Vegetationsbeginn kann den Abbildungen 1 und 2 entnommen werden. Dabei wird deutlich, dass durchaus Unterschiede zwischen den Standorten zu verzeichnen waren.



**Abbildung 1:** Höhe der tatsächlichen N-Düngung und des  $N_{min}$  zu Vegetationsbeginn zu Winterweizen (kg N/ha)



**Abbildung 2:** Höhe der tatsächlichen N-Düngung und des  $N_{min}$  zu Vegetationsbeginn zu Winterroggen (kg N/ha)

Folgende Bonituren und Analysen wurden durchgeführt:

- Termine: Aussaat, Aufgang, Ernte
- Bestandesdichte zu Vegetationsbeginn, Ährenzahl vor Ernte
- Unkraut-, Krankheit-, Schädlingsbonituren, Beschreibung Wachstums- und Witterungsverlauf
- Kornertrag, Feuchte zur Ernte
- Analyse der Körner: TS, TKG, Rohprotein-, Stärkegehalt nur an einigen Proben: Vollkorn-Anteil, Hektolitergewicht, Ethanolausbeute, DON-Gehalt
- Bodenproben ( $N_{\min}$ ): zur Aussaat (3 Tiefen), zu Vegetationsbeginn (3 Tiefen), nach Ernte (2 Tiefen)

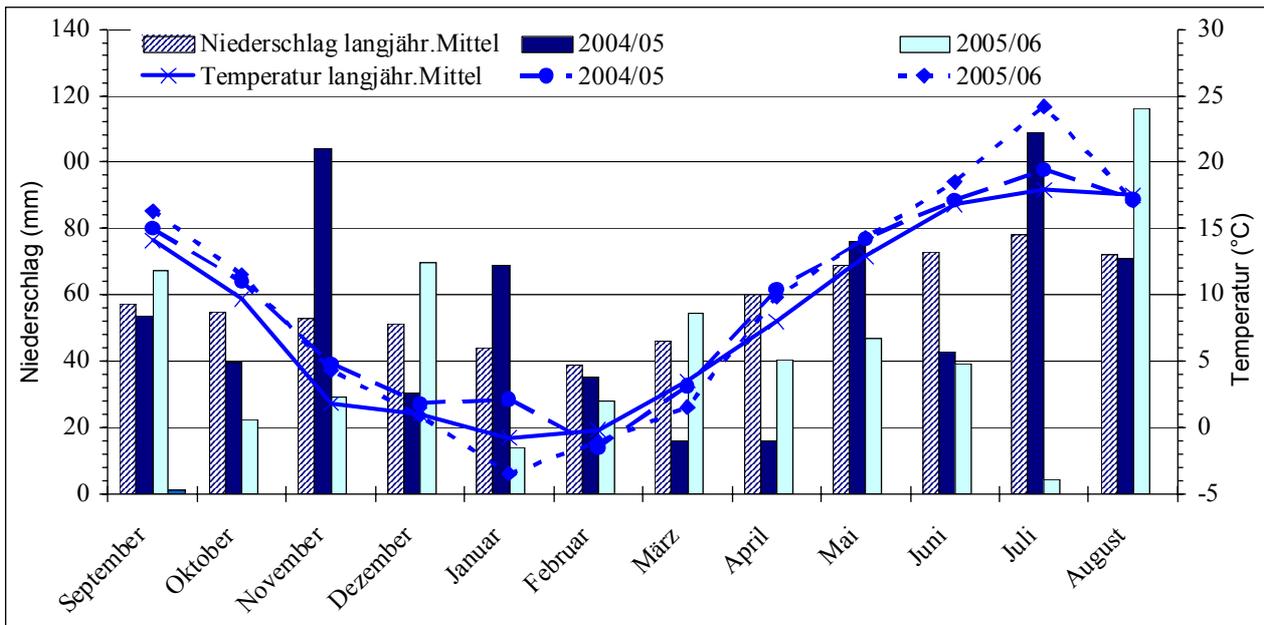
Ein grundlegendes Problem besteht nach wie vor darin, dass erhebliche Unklarheiten über künftig anzusetzende Kriterien für die Qualität und die Bezahlung von Ethanolgetreide bestehen. Die Ethanolausbeute als Kriterium für die aus der gelieferten Ware erzeugbaren Ethanolmenge ist noch nicht einfach und schnell bestimmbar. Von den Verarbeitern werden derzeit u. a. Stärke- oder Proteingehalt, Belastung mit Mycotoxinen, Hektolitergewicht und Fallzahl genannt. Hinzu kommen weitere Kriterien wie z. B. Kornfeuchte, Besatz, Schmach- und Bruchkorn-Anteil. Je nach Verarbeiter kommen derzeit unterschiedliche Kriterien mit abweichenden Grenzwerten zur Anwendung. Dies ist keine gute Voraussetzung für eine gezielte Optimierung der Anbauverfahren. Als Kriterien bei der Vorstellung und Wertung der Ergebnisse werden daher Kornertrag, Stärkegehalt und -ertrag, Proteingehalt und TKG herangezogen.

## **Ergebnisse und Wertung**

### **Witterung und generelle Einschätzung der Auswertbarkeit**

Die bisher ausgewerteten Erntejahre 2005 und 2006 waren durch einen sehr unterschiedlichen Witterungsverlauf gekennzeichnet. In Abbildung 3 wird dies am Beispiel der Versuchsstation Baruth deutlich. Insbesondere das Jahr 2005/06 war hier durch sehr geringe Niederschläge besonders im Sommer und weit überdurchschnittliche Temperaturen gekennzeichnet.

Aufgrund dessen waren z. T. gegenläufige Tendenzen bei einzelnen Versuchsmerkmalen zu verzeichnen. Des Weiteren traten erhebliche Standortunterschiede auch zwischen den einzelnen Lö-Standorten bzw. D-Standorten auf. Durch eine gemeinsame Auswertung der Jahre werden daher teilweise Unterschiede ausgeglichen. Mit Vorliegen der Ergebnisse des abschließenden dritten Versuchsjahrs 2006/07 werden die Daten gemeinsam verrechnet, so dass fundierte Aussagen erwartet werden können. Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse für die jeweiligen Standorte zusammengefasst dargestellt (D, Lö, V-Standorte).



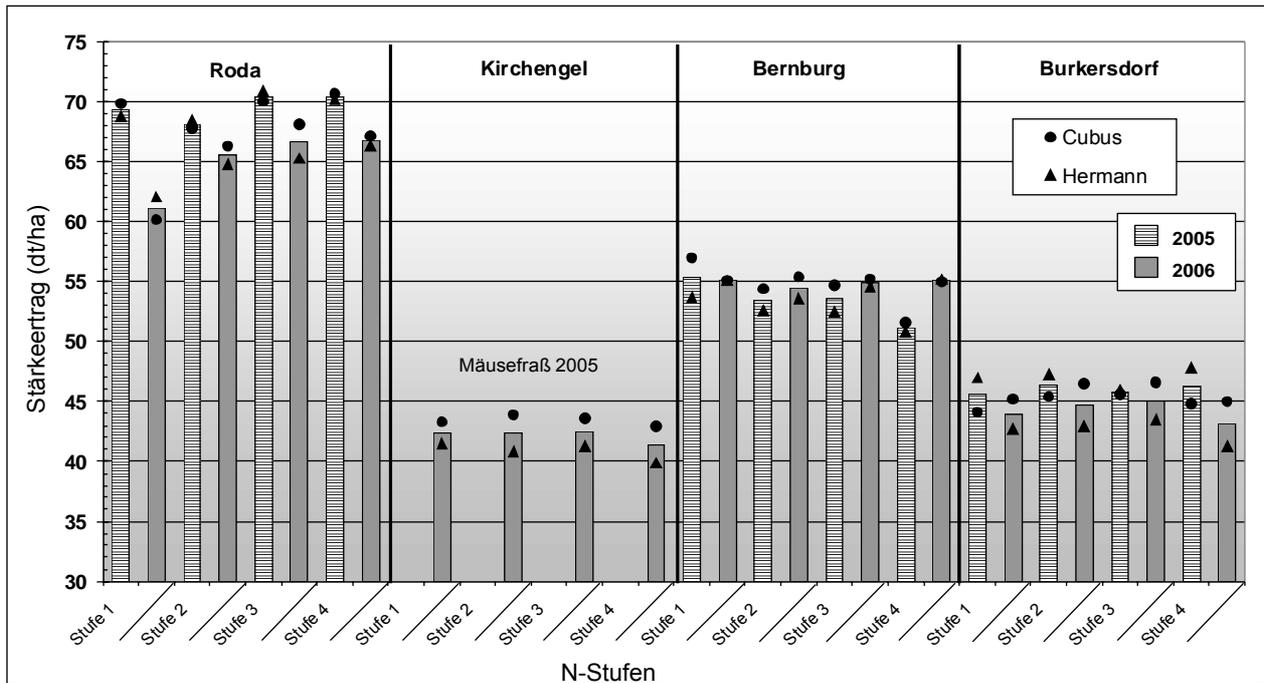
**Abbildung 3:** Niederschlag und Durchschnittstemperatur während der Versuchsjahre 2004/05 und 2005/06 im Versuchsfeld Baruth

In Güterfelde wurde im Jahre 2004/05 die gesamte Stickstoffgabe zur Roggensorte „Rasant“ und zur Triticalesorte „Grenado“ erst zum Schossen verabreicht. Am Standort Kirchengel wurde die Versuchsanlage im Jahr 2004/05 so stark durch Mäusefraß geschädigt, dass keine Auswertung möglich war.

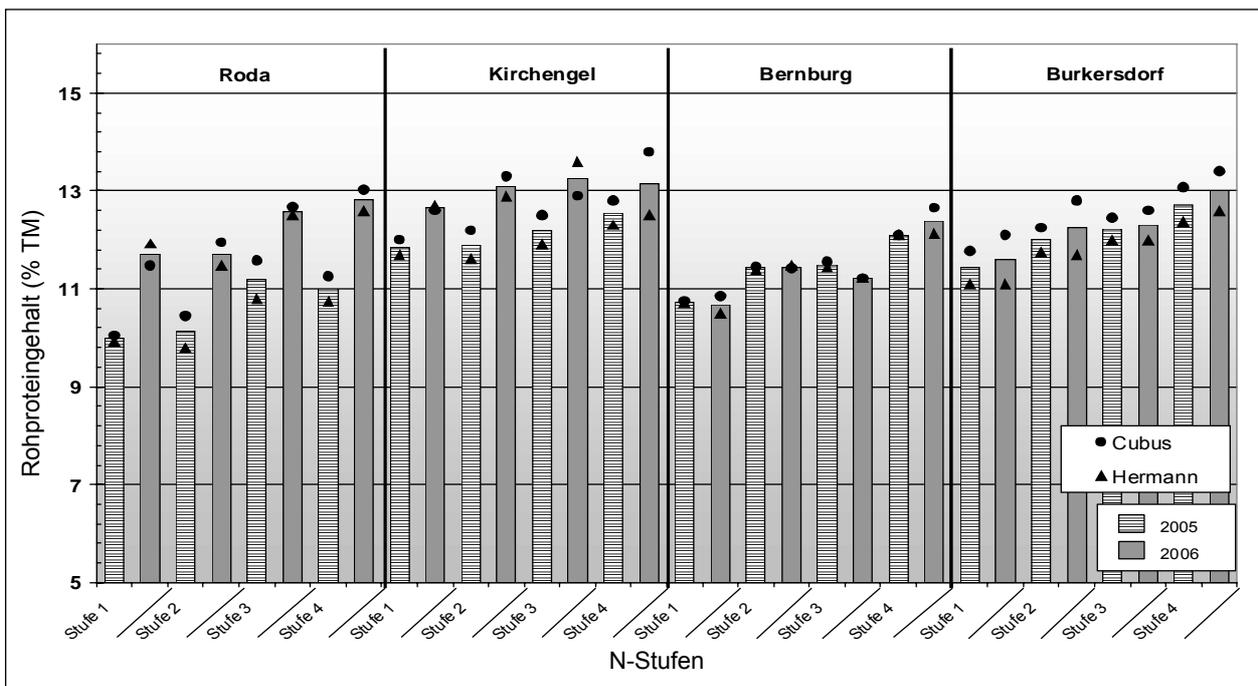
## Weizen

Im entscheidenden Kriterium Stärkeertrag zeigten sich deutliche Jahres- und Sortenunterschiede. Dabei sind die Tendenzen auf den einzelnen Prüfstandorten durchaus unterschiedlich (Abb. 4). Tendenziell zeigte die Sorte „Cubus“ bessere Ergebnisse. Während in Roda die mit der N-Düngung steigenden Erträge die sinkenden Stärkegehalte überlagerten, ist an den anderen Standorten kein positiver Effekt der N-Düngung auf den Stärkeertrag feststellbar. Demgegenüber ist der erwartete Anstieg des Rohprotein Gehaltes an allen Standorten klar erkennbar (Abb. 5). Dies, sowie die insgesamt hohen Werte, ist in Anbetracht der Prämierung niedriger RP-Gehalte durch Cropenergies in Zeit finanziell von erheblicher Bedeutung. Die durch die abgestufte N-Düngung bedingten Differenzen im RP-Gehalt erreichten je Standort und Jahr im Mittel der Sorten maximal 1,7 % (Bernburg, 2006). Die entsprechenden Differenzen im Stärkegehalt sind insbesondere an den Standorten Roda und Kirchengel gering und erreichen maximal 1,73 % (Burkersdorf, 2006).

Insgesamt erscheint eine angemessene 1. und eine etwas höhere 2. Stickstoffgabe (3. Stufe) etwas besser als eine hohe 1. N-Gabe. Die weiter erhöhte 1. N-Gabe (Stufe 4) erzielt keine positiven Effekte. Insgesamt ist die Relation zwischen steigendem Stärkeertrag und der jeweiligen abgestuften Vergütung nach Stärke- oder Proteingehalt zu berücksichtigen.



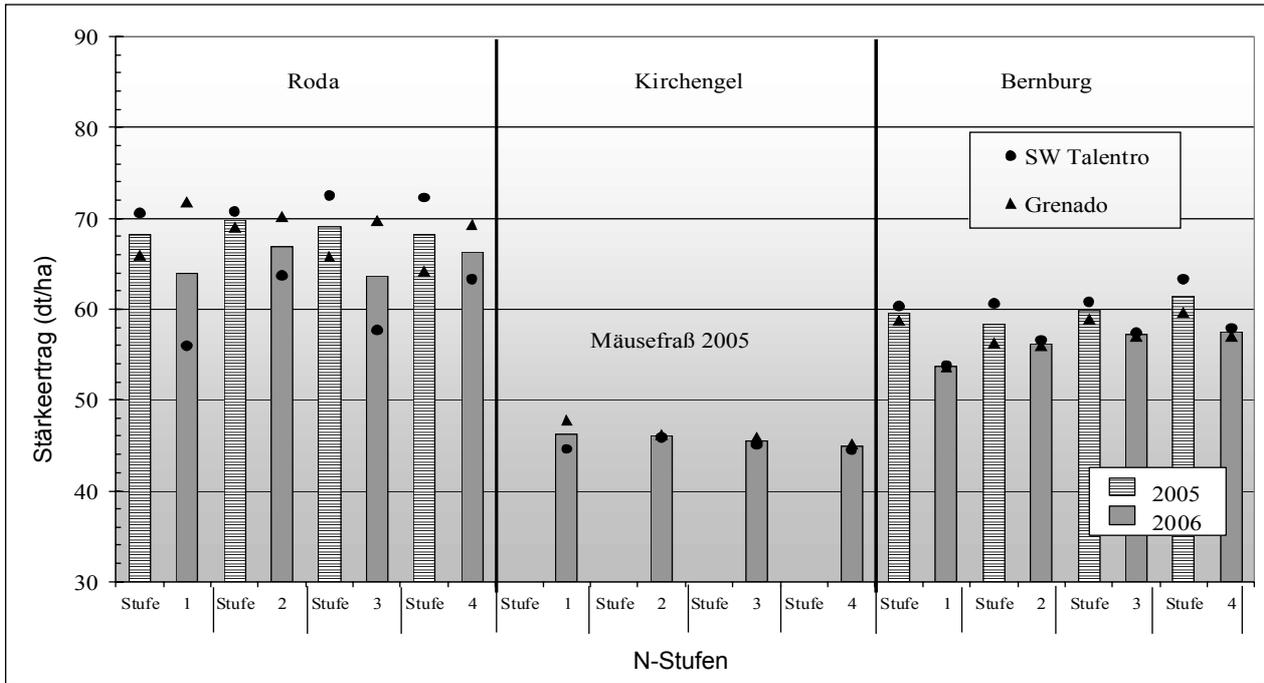
**Abbildung 4:** Stärkeertrag von Weizen (dt/ha) in Abhängigkeit von N-Düngung und Sorte



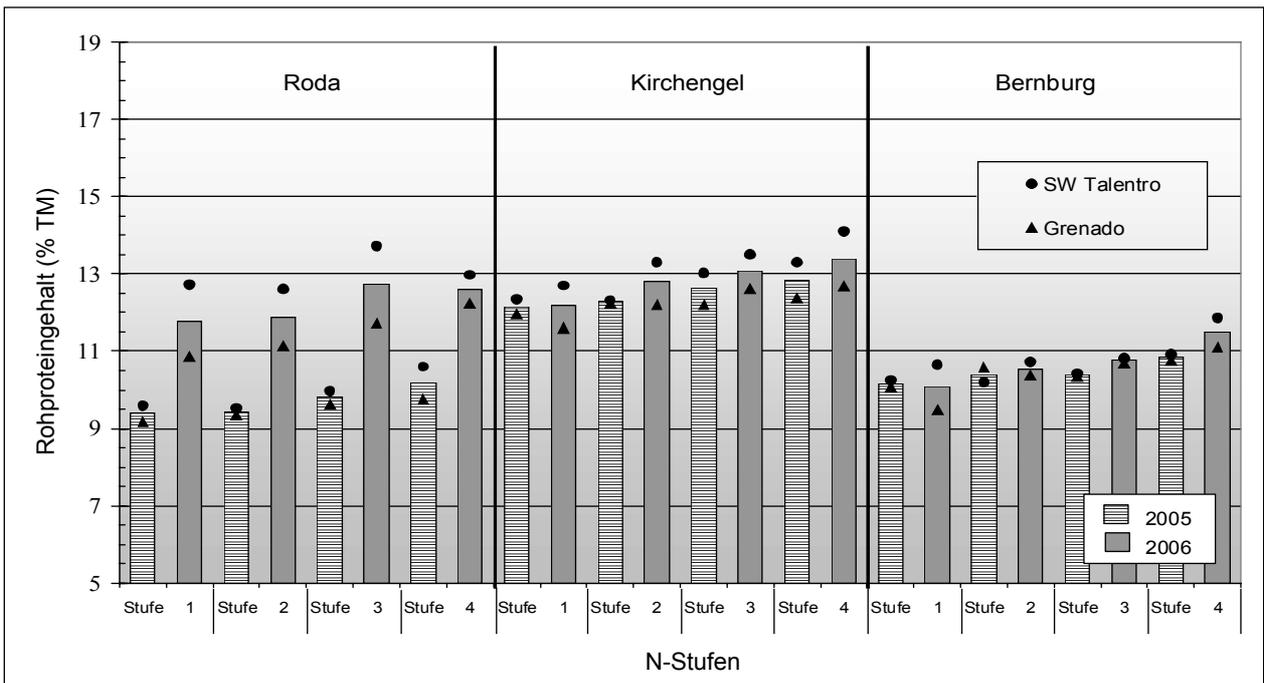
**Abbildung 5:** Rohproteingehalt von Weizen (% in TM) in Abhängigkeit von N-Düngung und Sorte

## Triticale

Triticale erzielte auf den Lö-Standorten 2005 höhere Stärkeerträge als 2006, verbunden mit meist deutlich geringeren Proteingehalten (Abb. 6 und 7). Die Wirkung der abgestuften N-Düngung war jedoch in den Jahren, Standorten sowie den Sorten durchaus unterschiedlich. Während in Bernburg und Kirchengel „SW Talentro“ tendenziell besser abschnitt, konnte er in Roda nur 2005 mehr überzeugen, 2006 jedoch „Grenado“. Für den Standort Roda könnte insgesamt eine höhere 1. N-Gabe günstiger sein, die erhöhte 2. N-Gabe bringt keinen Vorteil. In Bernburg wird hingegen mit der höchsten N-Düngung auch der größte Stärkeertrag erreicht.

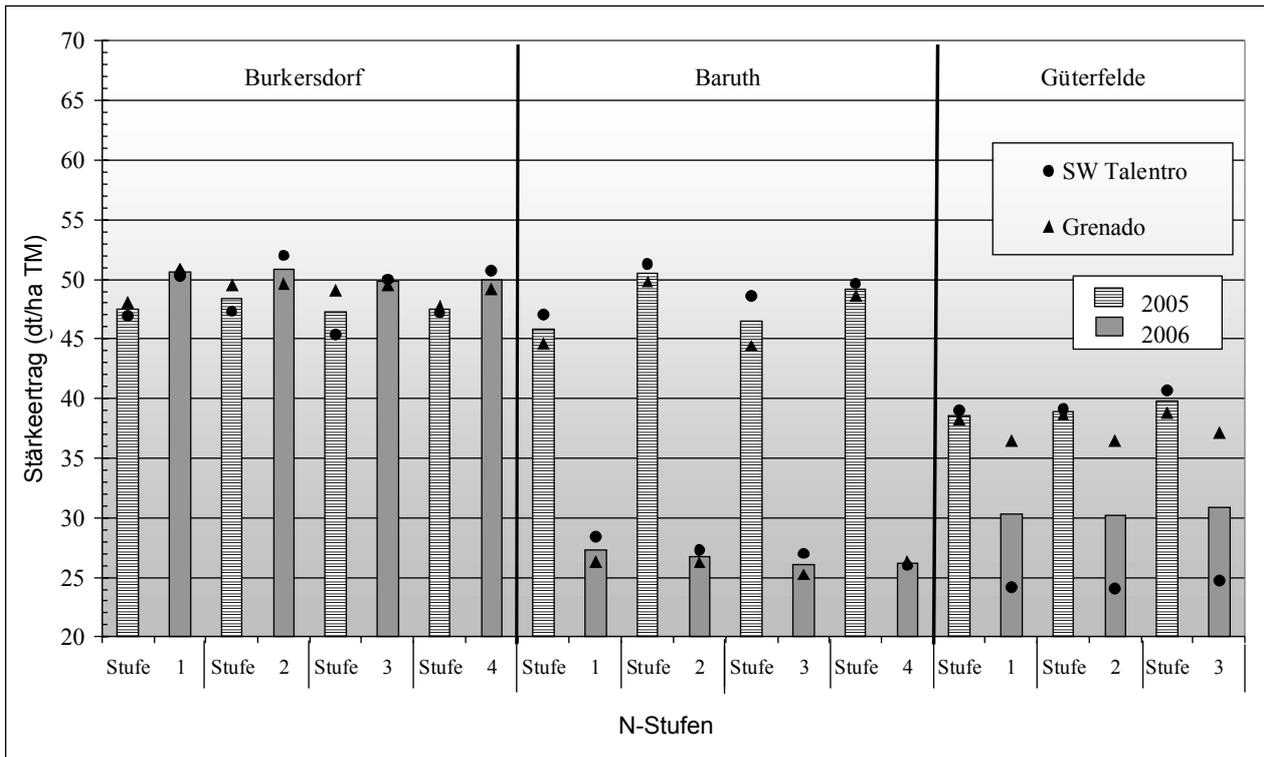


**Abbildung 6:** Stärkeertrag von Triticale (dt/ha) auf Lö-Standorten in Abhängigkeit von N-Düngung und Sorte



**Abbildung 7:** Rohproteingehalt von Triticale (% in TM) auf Lö-Standorten in Abhängigkeit von N-Düngung und Sorte

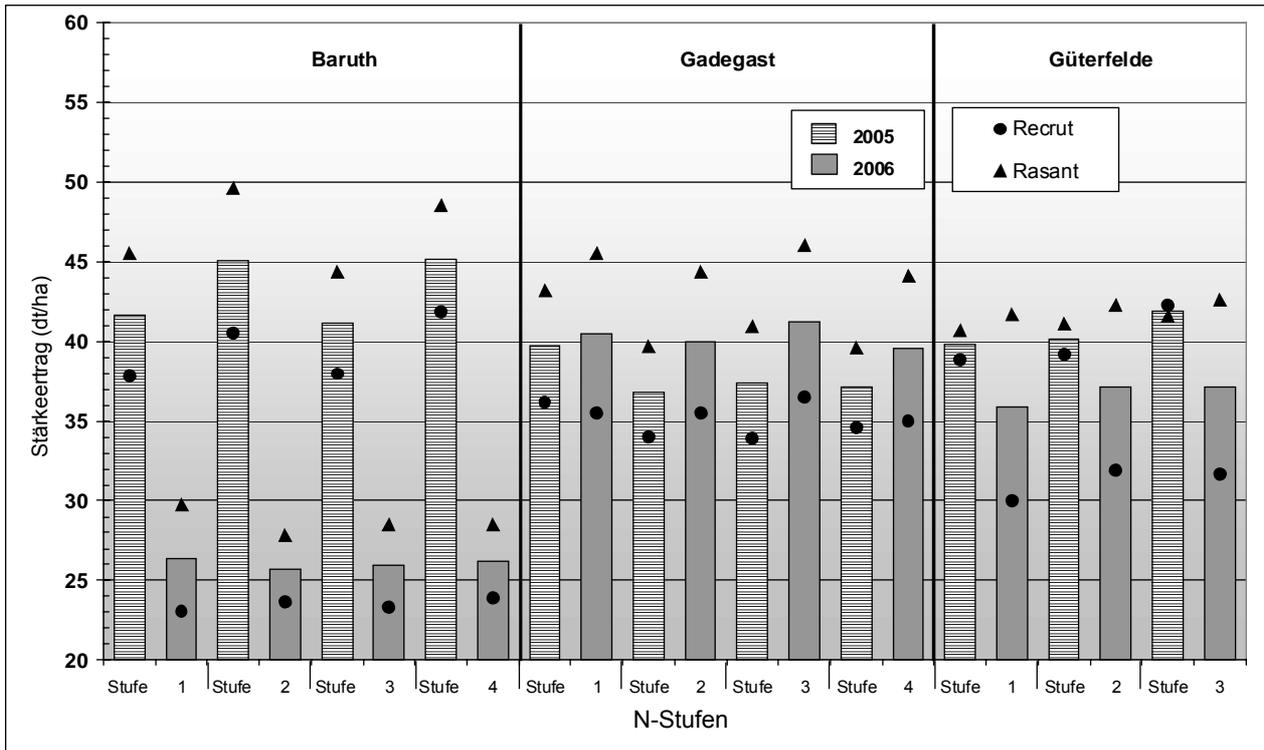
Auf den D-Standorten schlagen sich die ungünstigeren Bedingungen des Jahres 2006 in erheblichen Stärkemindererträgen gegenüber 2005 nieder (Abb. 8) - bei deutlich höheren Rohproteingehalten. Die Reaktion auf die abgestufte N-Düngung ist uneinheitlich. Insgesamt erzielt „SW Talentro“ höhere Stärkeerträge (außer 2006 in Güterfelde). Am V-Standort Burkersdorf ist keine klare Tendenz bezüglich der Sorte erkennbar. Die geringste geprüfte N-Düngung scheint hier jedoch ausreichend. Dies könnte bei Berücksichtigung der Bezahlung nach Rohprotein-/Stärkegehalt nach den vorliegenden vorläufigen Ergebnissen eventuell auch für die D-Standorte zutreffen.



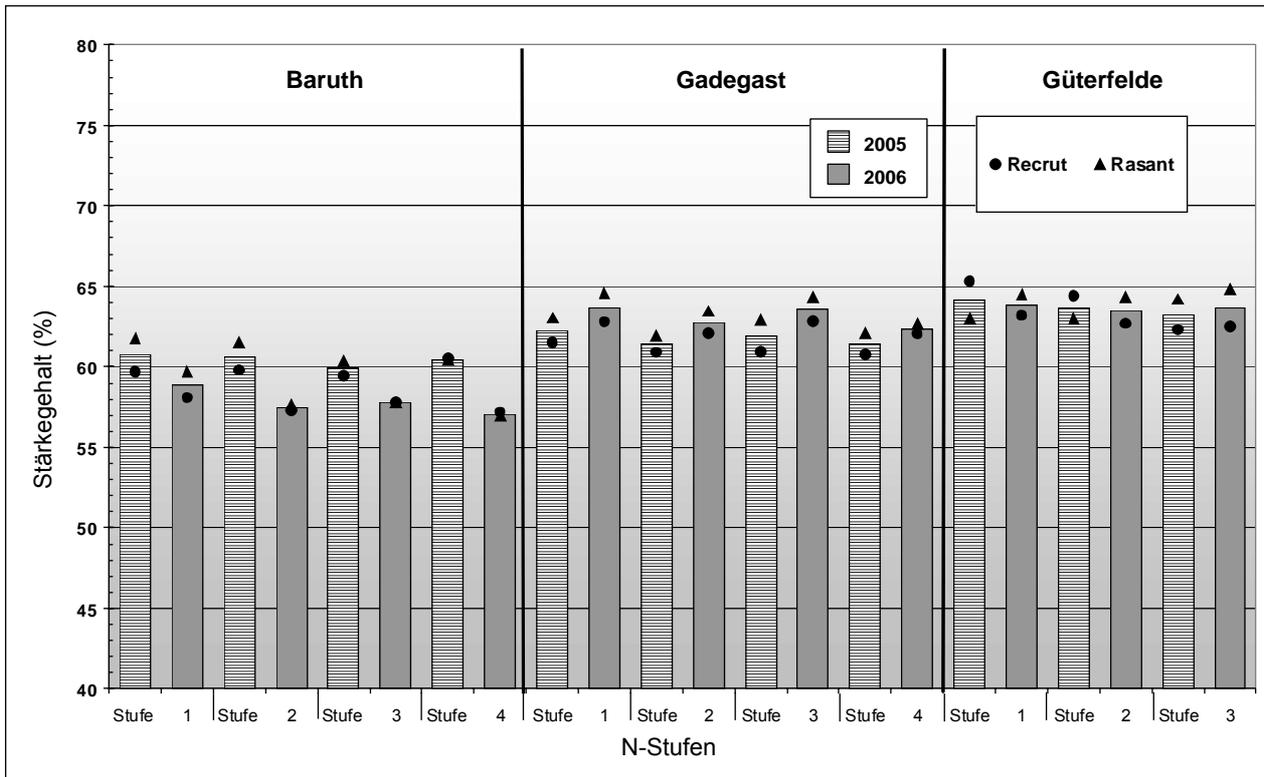
**Abbildung 8:** Stärkeertrag von Triticale (dt/ha) auf V- und D-Standorten in Abhängigkeit von N-Düngung und Sorte

## Roggen

Beim Roggen zeigte sich über alle Standorte und Jahre die Sorte „Rasant“ klar „Recrut“ überlegen. Dies beruht auf höheren Stärkegehalten, vor allem aber dem höheren Korn-ertrag (Abb. 9 und 10). Für die abgestufte N-Düngung konnte keine einheitliche Wirkung beobachtet werden. Während in Baruth tendenziell die 2. und 4. Stufe bessere Ergebnisse erzielen, trifft dies in Gadegast eher für die 1. und 3. Stufe zu. In Güterfelde werden mit steigender N-Düngung auch steigende Stärkeerträge erzielt. Die durch die abgestufte N-Düngung bedingten Unterschiede im Stärkegehalt sind gering (Abb. 10). Die Unterschiede Proteingehalte erreichen im Mittel der Sorten Werte um 1, in Baruth um 1,35 %.



**Abbildung 9:** Stärkeertrag von Roggen (dt/ha) in Abhängigkeit von N-Düngung und Sorte



**Abbildung 10:** Stärkegehalt von Roggen (% in TM) in Abhängigkeit von N-Düngung und Sorte

## Artenvergleiche

Von entscheidender Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit der Ethanolherstellung aus Getreide ist u. a. die Ethanolausbeute (l Ethanol/kg Getreide). Hier schneiden nach ROSENBERGER (2005) Weizen und Triticale annähernd gleich ab, während Roggen deutlich abfällt. Dies ist auf den geringeren Stärke-Anteil und die roggen-spezifischen Inhaltsstoffe zurückzuführen.

Bei den vorliegenden Untersuchungen erzielte Roggen in Güterfelde in beiden Jahren höhere Stärkeerträge als Triticale. In Baruth war er 2006 ebenbürtig, 2005 dem Triticale unterlegen (Tab. 3). Während im Rohproteingehalt ähnliche Werte erreicht werden (Roggen 11,5 %, Triticale 11,8 %) liegt der Stärkegehalt von Triticale weit über dem von Roggen (66,3 bzw. 61,5 %). Dies kann bei der Vergütung ein erheblicher Vorteil sein.

**Tabelle 3:** Stärkeertrag von Roggen und Triticale im Mittel der jeweils zwei geprüften Sorten an den Standorten Baruth und Güterfelde (dt/ha)

	Baruth				Güterfelde			
	Roggen		Triticale		Roggen		Triticale	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
Stufe 1	41,7	26,4	45,8	27,3	39,8	35,9	38,6	30,3
Stufe 2	45,1	25,7	50,5	26,8	40,2	37,1	38,9	30,2
Stufe 3	41,2	25,9	46,5	26,1	41,9	37,2	39,8	30,9
Stufe 4	45,2	26,20	49,1	26,2				
Mittel	43,3	26,1	48,0	26,6	40,6	36,7	39,1	30,5

Gegenüber Weizen erweist sich Triticale an allen Standorten im Stärkeertrag als ebenbürtige (Roda) oder bessere Alternative (Burkersdorf, Bernburg, Tab. 4).

**Tabelle 4:** Stärkeertrag von Weizen und Triticale im Mittel der jeweils zwei geprüften Sorten und der Jahre 2005 und 2006 (dt/ha)

	Roda		Bernburg		Burkersdorf	
	Weizen	Triticale	Weizen	Triticale	Weizen	Triticale
Stufe 1	65,2	66,1	55,2	56,6	44,8	49,1
Stufe 2	66,8	68,4	54,0	57,4	45,5	49,6
Stufe 3	68,6	66,4	54,3	58,5	45,4	48,5
Stufe 4	68,6	67,3	53,2	59,5	44,7	48,7
Mittel	67,3	67,0	54,2	58,0	45,1	49,0

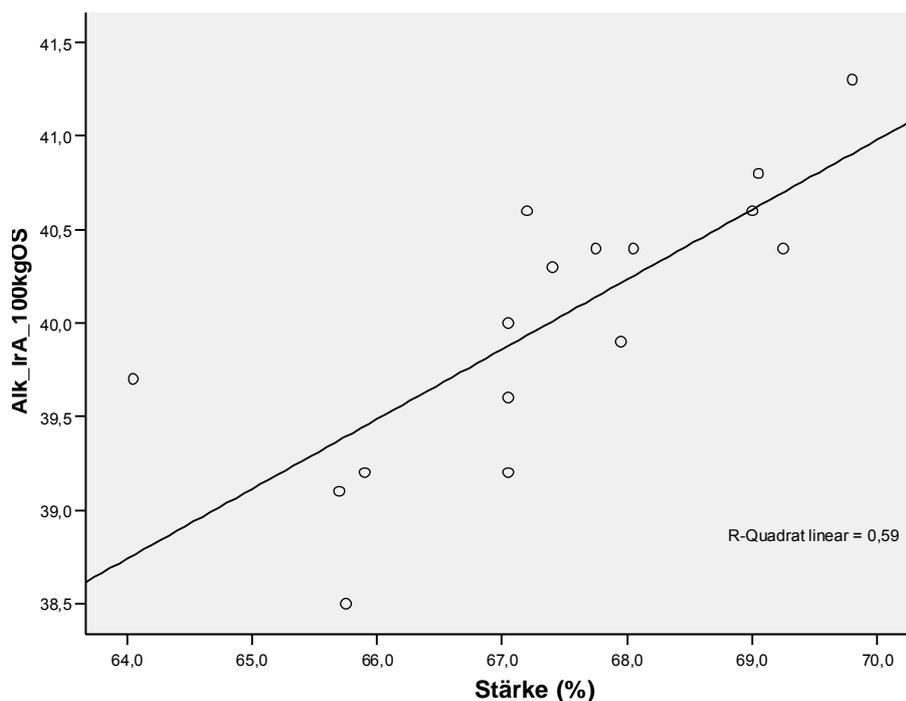
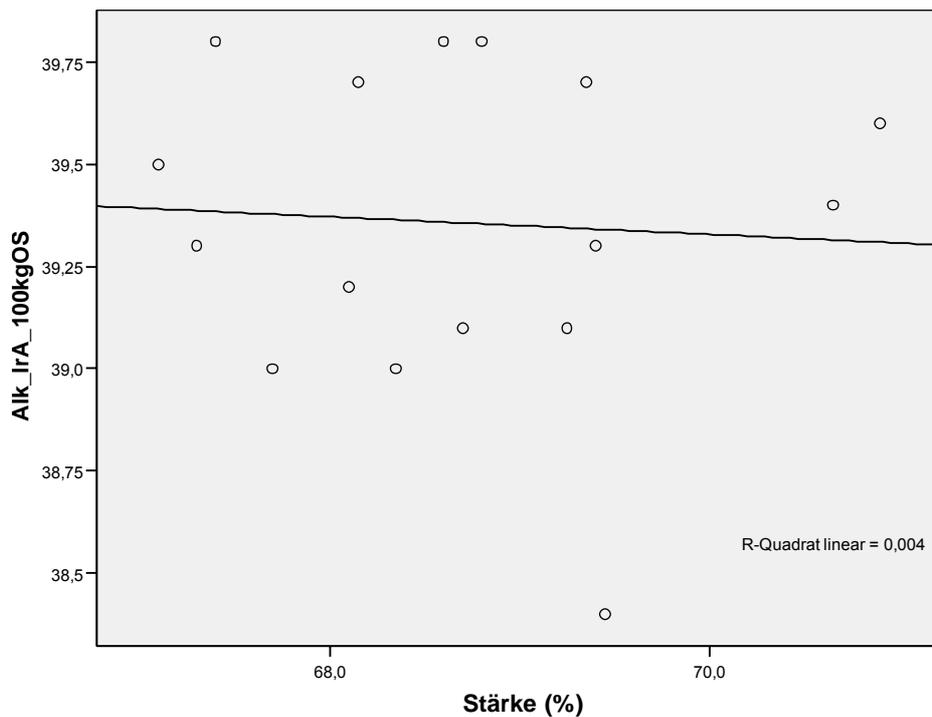
**Tabelle 5:** Durchschnittswerte von Korn- und Stärkeertrag, Rohprotein- und Stärkegehalt in den geprüften N-Düngungsstufen als Mittel über Sorten, Jahre und Standorte

	N-Düngung	Kornertrag dt/ha	Rohprotein % in TM <sup>1)</sup>	Stärke % in TM <sup>2)</sup>	Stärkeertrag dt/ha
<b>Roggen</b> D-Standorte	Stufe 1	69,5	10,9	62,3	37,3
	Stufe 2	70,5	11,4	61,6	37,5
	Stufe 3	70,3	11,6	61,7	37,5
	Stufe 4	71,0	12,2	60,3	37,0
	<b>Durchschnitt</b>	<b>70,3</b>	<b>11,5</b>	<b>61,5</b>	<b>37,3</b>
<b>Triticale</b> D-Standorte	Stufe 1	60,5	11,4	67,9	35,5
	Stufe 2	63,6	12,1	66,5	36,6
	Stufe 3	63,6	12,3	66,2	35,8
	Stufe 4	67,2	11,4	64,5	37,7
	<b>Durchschnitt</b>	<b>63,7</b>	<b>11,8</b>	<b>66,3</b>	<b>36,4</b>
<b>Triticale</b> Lö- und V- Standorte	Stufe 1	94,0	11,1	68,7	55,7
	Stufe 2	96,4	11,4	68,4	56,7
	Stufe 3	96,0	11,8	68,0	56,1
	Stufe 4	97,0	12,1	67,8	56,5
	<b>Durchschnitt</b>	<b>95,8</b>	<b>11,6</b>	<b>68,2</b>	<b>56,2</b>
<b>Weizen</b> Lö- und V- Standorte	Stufe 1	89,3	11,3	69,1	52,0
	Stufe 2	90,6	11,7	68,7	52,4
	Stufe 3	91,5	12,1	68,6	52,9
	Stufe 4	90,9	12,5	68,2	52,2
	<b>Durchschnitt</b>	<b>90,6</b>	<b>11,9</b>	<b>68,7</b>	<b>52,4</b>

<sup>1)</sup> bei Verarbeitung bei Cropenergies: von 11 bis 9 % Protein Vergütungszuschlag für sinkende Proteingehalte

<sup>2)</sup> bei Verarbeitung bei VERBIO: ab 55 % Stärke bei 85 % TS Bonuszahlung für steigende Stärkegehalte

Eine Korrelation von Stärkegehalt und Ethanolergiebigkeit war leider kaum nachweisbar (Abb. 11). Dabei zeigten sich zusätzlich extrem unterschiedliche Werte bei den geprüften Sorten. Zu berücksichtigen ist hier allerdings die geringe Probenanzahl.



**Abbildung 11:** Korrelation von Stärkegehalt und Ethanolergiebigkeit bei Wintertriticale an den Standorten Roda und Baruth im Jahr 2005 bei den Sorten „Talentro“ (oben) und „Grenado“ (unten) (jeweils 16 Werte je Sorte)

## Schlussfolgerungen

Aus den Ergebnissen der bisher zweijährigen Untersuchungen können erste Schlussfolgerungen für die N-Düngung und die Artenwahl beim Anbau von Ethanolgetreide gezogen werden. Diese sind jedoch vorläufig und vor Übertragung auf weitere Standorte zu überprüfen.

Folgende N-Düngungsstrategie wird vorgeschlagen, wobei Standortunterschiede zu beachten sind:

- Um die Zielstellung einer hohen Ethanolausbeute durch niedrige Rohprotein- und hohe Stärkegehalte zu erreichen ist auf eine N-Spätdüngung zu verzichten.
- Im Herbst und Frühjahr sollte keine organische Düngung verabreicht werden.
- Weizen, evtl. auch Triticale sollten auf besseren Standorten eine verhaltene, nicht zu hohe 1. N-Gabe zu Vegetationsbeginn unter Beachtung von  $N_{min}$  und Bestandessituation erhalten; die Schossergabe sollte in optimaler Höhe (Nutzung Nitrat-Schnelltest oder N-Tester) möglichst bis EC 31/32, in Regionen mit langsamer Abreife und in Höhenlagen auch bis spätestens EC 37-39 verabreicht werden.
- Roggen und Triticale sollten auf leichten Standorten die 1. N-Gabe in optimaler Höhe erhalten, dem folgt eine leicht reduzierte 2. N-Gabe bis EC 31/32 (zu Roggen evtl. auch bis EC 37-39).

Auf leichten Standorten ist nach den bisherigen Ergebnissen dieser Versuchsreihe im Stärkeertrag kein eindeutiger Vorteil von Roggen oder Triticale feststellbar. Ergebnisse aus mehrjährigen und mehrortigen Anbauversuchen im Land Brandenburg bestätigten jedoch eine Überlegenheit des Roggens. Der Stärkegehalt ist bei Triticale jedoch wesentlich höher. Der Anteil der „vergärbaren Substanz“ wurde nur in wenigen Proben bestimmt, so dass noch keine Schlussfolgerungen möglich sind.

Gegenüber Weizen erweist sich Triticale an allen Standorten im Stärkeertrag als ebenbürtige oder bessere Alternative. Im Proteingehalt liegt Triticale auf den Lö- und V-Standorten leicht unter Weizen, im Stärkegehalt auf gleichem Niveau.

Die Aussagen zur Vorzüglichkeit der Arten haben vorläufigen Charakter. Es sind weitere Untersuchungen nötig. Hinweise hierzu geben u. a. ADAM, et al. (2007).

### **Weitere Hinweise:**

- Um Bestandesunterschiede insbesondere auf heterogenen Schlägen zu berücksichtigen und Voraussetzungen für qualitativ einheitliche Partien zu gewährleisten, ist eine sensorgestützte oder GPS-gesteuerter Ausbringung anzustreben.
- Es ist auf eine ausreichend hohe Makro- und Mikronährstoffversorgung zu achten.
- Beim Pflanzenschutz sind nach bisherigem Kenntnisstand im Anbau von Ethanolgetreide keine Abstriche gegenüber dem Qualitätsgetreideanbau möglich.
- Erweiterung der Ergebnisbasis durch Einbeziehung weiterer regionaler Ergebnisse. Dabei sind standortangepasste Varianten ausreichend zu berücksichtigen.

### **Weiterer Handlungsbedarf, offene Fragen**

Ein Problem stellt die noch ungenügende Kenntnis der Grundlagen für hohe Ethanolausbeuten dar. Gegenwärtig erfolgt die Orientierung an Stärke- oder Proteingehalt, die aber nur ungenügend mit den Ethanolausbeuten korrelieren. Hier sind dringend grundlegende Untersuchungen gefordert, um die Anforderungen der Verarbeitung an schnell, exakt und preiswert zu bestimmenden Qualitätsparametern festzumachen. Vorteilhaft und anzustreben wären hier einheitliche Kriterien der verschiedenen Verarbeiter.

Auf dieser Grundlage kann eine weitere Optimierung der Anbauverfahren erfolgen. Handlungsbedarf besteht u. a. bei der Aufklärung der offensichtlichen Wechselwirkungen zwischen Sorte, Standort und Jahreswitterung auf die Ethanolausbeute. Noch nicht abschließend geklärt ist die Einsatzstrategie für stabilisierte N-Dünger beim Ethanolgetreideanbau.

## Literatur

- ADAM, L.; FAHLENBERG, E. und BARTHELMES, G. (2007): Aktuelle Strategien für den Bioethanolgetreideanbau, S. 3 - 13, 25. Fachtagung Acker- und Pflanzenbau, Bioethanolgetreide, 30.05.2007, Güterfelde
- ALBERT, E. (2006): Bedarfsgerechte Düngung von Getreide zur Bioethanolherstellung sowie Wahl der Getreideart, Fachtagung Getreide zur Ethanolproduktion, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 02.02.2006, Nossen
- NOLTE, B. (2006): Weizen für die Ethanolproduktion der Südzucker Bioethanol GmbH Zeitz, Fachtagung Getreide zur Ethanolproduktion, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 02.02.2006, Nossen
- ROSENBERGER, A. (2005): Identification of Top- performing Cereal Cultivars for Grain- to- ethanol Operations
- SENN, T. (2006): Persönliche Mitteilungen, Detmold, 25.04.06
- VETTER, A.; FARACK, M.; GRUNERT, M.; WEBER, M. (2005): Empfehlungen zum Anbau von Winterweizen zur Herstellung von Bioethanol und zur Verwertung der anfallenden Nebenprodukte. (Infoblatt)
- ZIEHE, M. (2006): Marktentwicklung und Qualitätsanforderung für Getreide zur Bioethanolherstellung am Standort Zörbig - Was ist zu erwarten? Fachtagung Getreide zur Ethanolproduktion, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 02.02.2006, Nossen

*Autoren:* Dr. Michael Grunert  
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Fachbereich Bodenkultur und Pflanzenbau  
Gustav-Kühn-Straße 8  
04159 Leipzig

Dr. Lothar Adam  
Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung Brandenburg  
Referat Acker- und Pflanzenbau, Güterfelde  
Berliner Straße  
14532 Güterfelde

Dr. Lothar Boese  
Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt  
Strenzfelder Allee 22  
06406 Bernburg

# Substitutionswert und Preiswürdigkeit von Schlempefuttermitteln

Dr. Jürgen Müller (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft)

---

## Zielstellung

Anhaltspunkte für die Preiswürdigkeit von Schlempefuttermitteln sollen rechnerisch ermittelte Austauschverhältnisse zum Ersatz typischer Vergleichsfuttermittel liefern.

## Methode

Die Gehaltswerte an Energie und Rohnährstoffen in den Referenzfuttermitteln und im Substitut bilden die Ausgangsgrößen in einem linearen Gleichungssystem. In Abhängigkeit von der Anzahl an Referenzfuttermitteln (= Anzahl linearer Gleichungen  $m$ ) und der Anzahl gebrauchswertbestimmender Parameter (= Anzahl der Gleichungsvariablen  $n$ ) wird ein adäquates Austauschverhältnis ermittelt. Ist die Anzahl der Variablen und die Anzahl der Gleichungen identisch ( $m = n$ ), kann das Gleichungssystem eindeutig aufgelöst werden. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, so sind mehrere, d. h. keine eindeutigen Lösungen möglich.

In ( $m - 1$  bzw.  $n - 1$ ) aufeinander folgenden Rechenschritten wird jeweils eine der Gleichungen nach einer Variablen aufgelöst und dieser Term in die verbleibenden Gleichungen eingesetzt.

Aus den futterwertgleichen Austauschmengen und den jeweiligen Preisen der Referenzfuttermittel ergibt sich der Grenzpreis für das Substitut.

## Substitutionswert von Trockenschlempe in Rationen für Milchkühe

Futterweizen und Sojaextraktionsschrot sind typische Krafffutterkomponenten in Leistungsrationen für Milchkühe. Sie haben einen eigenen Handelswert (Preis) und können deshalb als Referenz zur Grenzpreisermittlung genutzt werden. Bei Berücksichtigung von Nettoenergie-Laktation (NEL) und nutzbarem Rohprotein (nXP) als gebrauchswertbestimmende Parameter ist ein adäquater Austausch der Vergleichsfuttermittel durch Trockenschlempe rechnerisch zu ermitteln (Tab. 1).

Unter den angegebenen Bedingungen führt der Ersatz von 0,0008 kg TM Winterweizen und 0,8567 kg TM Sojaextraktionsschrot in der Ration durch 1,0 kg TM Trockenschlempe zu keiner Veränderung im Gehalt an Energie und nutzbarem Rohprotein (= **isokalorische und isonitrogene Futtermischung**). Wird danach die Preiswürdigkeit der Trockenschlempe beurteilt, dann erreicht diese einen Wert von 19,61 €/dt TM bzw. 18,53 €/dt FM.

Der rechnerische Lösungsansatz ergibt allerdings im Falle der Trockenmasseaufnahme, den Gehaltswerten an Rohfett, Rohfaser, Rohasche und der ruminalen N-Bilanz keine identische Substitution (Kontrollrechnung in Tab. 2)! Bezogen auf die Referenzfuttermischung Winterweizen und Sojaextraktionsschrot (= 0,8575 kg TM) erhöht sich mit dem Ersatz durch Trockenschlempe (= 1,0000 kg TM) die erforderliche Trocken-

masseaufnahme um etwa 17 % (infolge niedriger Energiekonzentration in der Trockenschlempe). Der Rohfettgehalt liegt 54,1 g über dem Wert der Referenzfuttermittel, die zu ersetzen sind (= 519 %). Weiterhin sind in der Trockenschlempe der Rohfasergehalt um 17,6 g höher (= 131 %), der Rohaschegehalt in etwa gleich hoch (= 101 %) und die ruminale N-Bilanz um 9,4 g niedriger (= 66 %).

**Tabelle 1:** Gebrauchswertermittlung von Trockenschlempe in Rationen für Milchkühe (Austauschmethode nach KÖHNE)  
 Futterwertangaben Referenzfutter: DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer  
 Futterwertangaben Substitut: <http://www.cropenergies.com/de/ProtiGrain/Produkt>  
 (Produktbeschreibung)

	Position [1]	Referenzfutter		Substitut Trockenschlempe [4]
		Winterweizen [2]	Sojaextr.-schrot [3]	
o1	Preis in €/dt Frischmasse (FM); Preisbasis 08/2007	19,00	26,00	x,xx
o2	Trockenmasse in g/kg FM	880	880	945
o3	Preis in €/dt Trockenmasse (TM)	16,72	22,88	x,xx
<b>natürliche Gehaltswerte an Energie und Rohnährstoffen:</b>				
o4	Nettoenergie-Laktation NEL in MJ/kg TM	8,51	8,63	7,40
o5	nutzbares Rohprotein nXP in g/kg TM	172	308	264
o6	Rohfett XL in g/kg TM	20	15	67
o7	Rohfaser XF in g/kg TM	29	67	75
o8	Rohasche XA in g/kg TM	19	67	58
o9	ruminale N-Bilanz RNB in g/kg TM	-5,0	32,0	18,0
<b>nach rechnerischer Eliminierung Energiewert Weizen:<sup>1)</sup></b>				
10	nutzbares Rohprotein nXP* in g/kg TM	0,0	133,6	114,4
11	Rohfett XL* in g/kg TM	0,0	-5,3	49,6
12	Rohfaser XF* in g/kg TM	0,0	37,6	49,8
13	Rohasche XA* in g/kg TM	0,0	47,7	41,5
14	ruminale N-Bilanz RNB* in g/kg TM	0,0	37,1	22,3
15	Austauschverhältnis der Futtermittelmengen in kg TM	0,0008	0,8567	
16		0,8575		1,0000
17	Gebrauchswert (Substitutions- bzw. Tauschwert) in €/dt TM			<b>19,61</b>
18	Gebrauchswert (Substitutions- bzw. Tauschwert) in €/dt FM			<b>18,53</b>

<sup>1)</sup> Rechenweg am Beispiel

(Zeile 10, Spalte 3): 133,6 g nXP\* je kg TM Sojaextr.-schrot nach Eliminierung Energiewert Weizen  
 = 308 g nXP je kg TM Sojaextr.-schrot - 8,63 MJ NEL je kg TM Sojaextr.-schrot / 8,51 MJ NEL je kg TM Winterweizen x 172 g nXP je kg TM Winterweizen

(Zeile 10, Spalte 4): 114,4 g nXP\* je kg TM Trockenschlempe nach Eliminierung Energiewert Weizen  
 = 264 g nXP je kg TM Trockenschlempe - 7,40 MJ NEL je kg TM Trockenschlempe / 8,51 MJ NEL je kg TM Winterweizen x 172 g nXP je kg TM Winterweizen

**Tabelle 2:** Kontrollrechnung für den rechnerisch ermittelten Austausch von Winterweizen und Sojaextraktionsschrot durch Trockenschlempe in Rationen für Milchkühe nach Tabelle 1

	Position [1]	Referenzfutter		Substitut Trockenschlempe [4]	Differenz <sup>1)</sup> [4] - ([2] + [3]) [5]
		Winterweizen [2]	Sojaextr.-schrot [3]		
o1	Austauschverhältnis der Futtermittelmengen in kg TM (Übertrag Tabelle 1 Z15)	0,0008	0,8567	1,000	0,142
o2	NEL in MJ (Zo1 x Tabelle 1 Zo4)	0,01	7,39	7,40	0,0
o3	nutzbares Rohprotein in g (Zo1 x Tabelle 1 Zo5)	0,1	263,9	264,0	0,0
o4	Rohfett in g (Zo1 x Tabelle 1 Zo6)	0,0	12,9	67,0	54,1
o5	Rohfaser in g (Zo1 x Tabelle 1 Zo7)	0,0	57,4	75,0	17,6
o6	Rohasche in g (Zo1 x Tabelle 1 Zo8)	0,1	57,4	58,0	0,5
o7	ruminale N-Bilanz in g (Zo1 x Tabelle 1 Zo9)	0,0	27,4	18,0	-9,4

<sup>1)</sup> Differenz zwischen der Summe aller gebrauchswertbestimmenden Parameter im Referenzfutter und im Substitut

Inwieweit sich die festgestellten Abweichungen von einem adäquaten Austauschverhältnis bei einigen der Rohnährstoffen (Tab. 2, Zeilen o4 bis o7) in einer Tagesration von mehr als 20 kg TM je Kuh wieder relativieren, ist von dem betroffenen Anteil an der Ration abhängig.

Aus fachlicher Sicht der Tierernährung sind die im beschriebenen Gleichungssystem nach KÖHNE benutzten Parameter - für jeden Anwendungsfall neu (!) - einer kritischen Wertung zu unterziehen. Sowohl das Spektrum an Energie- und Nährstoffgehalten als auch die Rang- und Reihenfolge, nach denen bei der Rationsgestaltung bilanziert wird, sind sehr sorgfältig zu prüfen.

Da die Referenzfuttermittel mehr oder weniger starken Preisschwankungen unterliegen, ändert sich in Abhängigkeit davon auch der Grenzpreis für Trockenschlempe (Tab. 3).

**Tabelle 3:** Grenzpreise für Trockenschlempe in €/dt FM (94,5 % TM; 7,40 MJ NEL, 264 g nXP je kg TM) in Abhängigkeit von den Preisen der Referenzfuttermittel (adäquate Substitution von MJ NEL, nXP in Rationen für Milchkühe)<sup>1)</sup>

		Sojaextraktionsschrotpreis (€/dt FM) (88,0 % TM; 8,63 MJ NEL, 308 g nXP je kg TM)						
		22,00	23,00	24,00	25,00	26,00	27,00	28,00
Futterweizenpreis (€/dt FM) (88,0 % TM; 8,51 MJ NEL, 172 g nXP je kg TM)	14,00	15,68	16,40	17,11	17,82	18,53	19,24	19,96
	15,00	15,68	16,40	17,11	17,82	18,53	19,25	19,96
	16,00	15,68	16,40	17,11	17,82	18,53	19,25	19,96
	17,00	15,68	16,40	17,11	17,82	18,53	19,25	19,96
	18,00	15,69	16,40	17,11	17,82	18,53	19,25	19,96
	19,00	15,69	16,40	17,11	17,82	18,53	19,25	19,96
	20,00	15,69	16,40	17,11	17,82	18,54	19,25	19,96

<sup>1)</sup> Hinweis:

Die angegebenen Tauschwerte für die Trockenschlempe gelten nur in Bezug auf die angegebenen Referenzfuttermittel mit ihren spezifischen Gehaltswerten. Das Austauschverhältnis sichert in Milchviehrationen den adäquaten Ersatz von Energie (MJ NEL) und nutzbarem Rohprotein (nXP). Andere Nährstoffe sind nicht ausbalanziert! In Extremfällen können diese allerdings limitierend wirken und müssten bei der Ermittlung des Substitutionsverhältnisses vorrangig berücksichtigt werden.

Aus den Datenreihen der Tabelle 3 ist ersichtlich, dass wegen des niedrigen Austauschanteils der Winterweizenpreis bei der Grenzpreisermittlung fast keinen Einfluss hat. In der Regressionsgleichung ist lediglich der Koeffizient für den Sojaextraktionsschrotpreis (= 0,7124) von Bedeutung:

$$\text{Trockenschlempepreis (€/dt FM)} = \text{Futterweizenpreis (€/dt FM)} \times 0,0006 + \text{Sojaex.-schrotpreis (€/dt FM)} \times 0,7124 - 4,2-13$$

Näherungsweise kann deshalb der Grenzpreis für Trockenschlempe in Rationen für Milchkühe direkt über den Preis für Sojaextraktionsschrot bestimmt werden.

Einen futterwirtschaftlichen Vorteil bietet danach der Einsatz von Trockenschlempe in Rationen für Milchkühe, wenn der Preis dafür unter 71 % des Marktpreises für Sojaextraktionsschrot liegt.

### **Substitutionswert von Trockenschlempe in Rationen für Jung- und Mastrinder**

Die Substitutionswertermittlung von Trockenschlempe in Rationen für Jung- und Mastrinder erfolgt ebenfalls mit Hilfe von Futterweizen und Sojaextraktionsschrot als Vergleichsfuttermittel. Allerdings orientieren sich die Fütterungsnormen für Aufzucht- und Mastrinder und die energetische Futterbewertung an anderen Bezugsgrößen. Das Austauschverhältnis der Futtermittel in Rationen für Jung- und Mastrinder ist so zu wählen, dass dabei die Umsetzbare Energie (ME) und Rohprotein (XP) als wertbestimmende Parameter unverändert bleiben (Tab. 4).

Bei Ersatz von 0,2305 kg TM Winterweizen und 0,6631 kg TM Sojaextraktionsschrot in Rationen für Jung- und Mastrinder durch 1,0 kg TM Trockenschlempe bleibt der Gehalt an Energie und Rohprotein unverändert. Daraus ergibt sich ein rechnerischer Tauschwert für die Trockenschlempe von 19,03 €/dt TM bzw. 17,98 €/dt FM.

Das Substitutionsverhältnis für die Parameter Trockenmasseaufnahme, Rohfett-, Rohfaser-, Rohaschegehalt und ruminale N-Bilanz ist allerdings nicht ausgeglichen (Kontrollrechnung in Tab. 5)!

**Tabelle 4:** Gebrauchswertermittlung von Trockenschlempe in Rationen für Jung- und Mastrinder (Austauschmethode nach KÖHNE)  
 Futterwertangaben Referenzfutter: DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer  
 Futterwertangaben Substitut: <http://www.cropenergies.com/de/ProtiGrain/Produkt>  
 (Produktbeschreibung)

Position [1]	Referenzfutter		Substitut Trockenschlempe [4]	
	Winterweizen [2]	Sojaextr.-schrot [3]		
o1	Preis in €/dt Frischmasse (FM); Preisbasis 08/2007	19,00	26,00	x,xx
o2	Trockenmasse in g/kg FM	880	880	945
o3	Preis in €/dt Trockenmasse (TM)	16,72	22,88	x,xx
	<b>natürliche Gehaltswerte an Energie und Rohnährstoffen:</b>			
o4	Umsetzbare Energie ME in MJ/kg TM	13,37	13,75	12,20
o5	Rohprotein XP in g/kg TM	138	510	370
o6	Rohfett XL in g/kg TM	20	15	67
o7	Rohfaser XF in g/kg TM	29	67	75
o8	Rohasche XA in g/kg TM	19	67	58
o9	ruminale N-Bilanz RNB in g/kg TM	-5,0	32,0	18,0
	<b>nach rechnerischer Eliminierung Energiewert Weizen:<sup>1)</sup></b>			
10	Rohprotein XP* in g/kg TM	0,0	368,1	244,1
11	Rohfett XL* in g/kg TM	0,0	-5,6	48,8
12	Rohfaser XF* in g/kg TM	0,0	37,2	48,5
13	Rohasche XA* in g/kg TM	0,0	47,5	40,7
14	ruminale N-Bilanz RNB* in g/kg TM	0,0	37,1	22,6
15	Austauschverhältnis der Futtermittelmengen in kg TM	0,2305	0,6631	
16		0,8936		1,0000
17	Gebrauchswert (Substitutions- bzw. Tauschwert) in €/dt TM			<b>19,03</b>
18	Gebrauchswert (Substitutions- bzw. Tauschwert) in €/dt FM			<b>17,98</b>

<sup>1)</sup> Rechenweg am Beispiel

(Zeile 10, Spalte 3): 368,1 g XP\* je kg TM Sojaextr.-schrot nach Eliminierung Energiewert Weizen = 510 g XP je kg TM Sojaextr.-schrot - 13,75 MJ ME je kg TM Sojaextr.-schrot / 13,37 MJ ME je kg TM Winterweizen x 138 g XP je kg TM Winterweizen

(Zeile 10, Spalte 4): 244,1 g XP\* je kg TM Trockenschlempe nach Eliminierung Energiewert Weizen = 370 g XP je kg TM Trockenschlempe - 12,20 MJ ME je kg TM Trockenschlempe / 13,37 MJ ME je kg TM Winterweizen x 138 g XP je kg TM Winterweizen

**Tabelle 5:** Kontrollrechnung für den rechnerisch ermittelten Austausch von Winterweizen und Sojaextraktionsschrot durch Trockenschlempe in Rationen für Jung- und Mastrinder nach Tabelle 4

Position [1]	Referenzfutter		Substitut Trockenschlempe [4]	Differenz <sup>1)</sup> [4] - ([2] + [3]) [5]	
	Winterweizen [2]	Sojaextr.-schrot [3]			
o1	Austauschverhältnis der Futtermittelmengen in kg TM (Übertrag Tabelle 4 Z15)	0,2305	0,6631	1,000	0,1064
o2	ME in MJ (Z01 x Tabelle 4 Z04)	3,08	9,12	12,20	0,0
o3	Rohprotein in g (Z01 x Tabelle 4 Z05)	31,8	338,2	370,0	0,0
o4	Rohfett in g (Z01 x Tabelle 4 Z06)	4,6	9,9	67,0	52,5
o5	Rohfaser in g (Z01 x Tabelle 4 Z07)	6,7	44,4	75,0	23,9
o6	Rohasche in g (Z01 x Tabelle 4 Z08)	4,4	44,4	58,0	9,2
o7	ruminale N-Bilanz in g (Z01 x Tabelle 4 Z09)	-1,2	21,2	18,0	-2,0

<sup>1)</sup> Differenz zwischen der Summe aller gebrauchswertbestimmenden Parameter im Referenzfutter und im Substitut

Welche möglichen Konsequenzen die Abweichungen von einem ausbalancierten Austauschverhältnis bei den Rohnährstoffen nach Tabelle 4, Zeilen 04 bis 07 haben, kann fachlich nur die Tierernährungslehre beurteilen.

Die Grenzpreisveränderungen in Abhängigkeit von den jeweiligen Preisen der Referenzfuttermittel sind entsprechend dem Austauschverhältnis der Trockenschlempe in Rationen für Aufzucht- und Mastrinder in Tabelle 6 angegeben.

**Tabelle 6:** Grenzpreis für Trockenschlempe in €/dt FM (94,5 % TM; 12,20 MJ ME, 370 g XP je kg TM) in Abhängigkeit von den Preisen der Referenzfuttermittel (adäquate Substitution von MJ ME, XP in Rationen für Jung- und Mastrinder)<sup>1)</sup>

Futterweizenpreis (€/dt FM) (88,0 % TM; 13,37 MJ ME, 138 g XP je kg TM)	Sojaextraktionsschrotpreis (€/dt FM) (88,0 % TM; 13,75 MJ ME, 510 g XP je kg TM)							
	22,00	23,00	24,00	25,00	26,00	27,00	28,00	
14,00	14,82	15,37	15,92	16,47	17,02	17,57	18,12	
15,00	15,01	15,56	16,11	16,66	17,21	17,76	18,32	
16,00	15,20	15,75	16,30	16,85	17,40	17,96	18,51	
17,00	15,39	15,94	16,49	17,05	17,60	18,15	18,70	
18,00	15,58	16,13	16,69	17,24	17,79	18,34	18,89	
19,00	15,77	16,33	16,88	17,43	17,98	18,53	19,08	
20,00	15,97	16,52	17,07	17,62	18,17	18,72	19,27	

<sup>1)</sup> Hinweis:

Die angegebenen Tauschwerte für die Trockenschlempe gelten nur in Bezug auf die angegebenen Referenzfuttermittel mit ihren spezifischen Gehaltswerten. Das Austauschverhältnis sichert in Rationen für Jung- und Mastrinder den adäquaten Ersatz von Energie (MJ ME) und Rohprotein (XP). Andere Nährstoffe sind nicht ausbalanciert! In Extremfällen können diese allerdings limitierend wirken und müssten bei der Ermittlung des Substitutionsverhältnisses vorrangig berücksichtigt werden.

Im Vergleich zum Grenzpreis für Trockenschlempe in Rationen für Milchkühe liegt der Grenzpreis in Rationen für Jung- und Mastrinder um 0,56 €/dt FM niedriger. Die Ursache dafür liegt in dem niedrigeren Anteil an austauschbaren Sojaextraktionsschrot und dem dafür höheren Anteil an austauschbaren Futterweizen. In der Regressionsgleichung ist das auch an den Koeffizienten für die Preise der Vergleichsfuttermittel zu erkennen:

$\text{Trockenschlempepreis (€/dt FM)} = \text{Futterweizenpreis (€/dt FM)} \times 0,1917 + \text{Sojaex.-schrotpreis (€/dt FM)} \times 0,5514 + 2,9714$
--

## Substitutionswert von Trockenschlempe in Rationen für Schweine

Die Substitutionswertermittlung von Trockenschlempe in Rationen für (Mast-)Schweine basiert wiederum auf den Vergleichsfuttermitteln Futterweizen und Sojaextraktionsschrot, wegen der besonderen Bedeutung limitierender Aminosäuren wird allerdings zusätzlich auch noch L-Lysin Monohydrochlorid herangezogen. Das Austauschverhältnis der Futtermittel ist unter der Maßgabe zu ermitteln, dass Umsetzbare Energie (ME), Rohprotein (XP) und Lysin als wertbestimmende Parameter konstant bleiben (Tab. 7).

**Tabelle 7:** Gebrauchswertermittlung von Trockenschlempe in Rationen für (Mast-)Schweine (Austauschmethode nach KÖHNE)  
 Futterwertangaben Referenzfutter: DLG-Futterwerttabellen Schweine  
 Futterwertangaben Substitut: <http://www.cropenergies.com/de/ProtiGrain/Produkt>  
 (Produktbeschreibung)

	Position [1]	Referenzfutter			Substitut Trockenschlempe [5]
		Winterweizen [2]	Sojaextr.-schrot [3]	L-Lysin HCl [4]	
o1	Preis in €/dt Frischmasse (FM); Preisbasis 08/2007	19,00	26,00	300,00	x,xx
o2	Trockenmasse in g/kg FM	880	880	985	945
o3	Preis in €/dt Trockenmasse (TM)	16,72	22,88	295,50	x,xx
	<b>natürliche Gehaltswerte an Energie und Rohnährstoffen:</b>				
o4	Umsetzbare Energie ME in MJ/kg TM	15,67	14,82	16,63	11,26
o5	Rohprotein XP in g/kg TM	138	513	792	370
o6	Lysin in g/kg TM	3,9	30,3	780	0,8
	<b>nach rechnerischer Eliminierung Energiewert Weizen:<sup>1)</sup></b>				
o7	Rohprotein XP* in g/kg TM	0,00	382,49	645,55	270,84
o8	Lysin* in g/kg TM	0,00	26,61	775,86	-2,00
	<b>nach rechnerischer Eliminierung Energiewert Weizen und Rohproteinwert Sojaextr.-schrot:<sup>2)</sup></b>				
o9	Lysin** in g/kg TM	-	0,00	730,95	-20,84
10	Austauschverhältnis der Futtermittelmengen in kg TM	0,0336	0,7562	-	
11		0,7613			1,0000
12	Gebrauchswert (Substitutions- bzw. Tauschwert) in €/dt TM				<b>9,44</b>
13	Gebrauchswert (Substitutions- bzw. Tauschwert) in €/dt FM				<b>8,92</b>

<sup>1)</sup> Rechenweg

(Zeile 07, Spalte 3):  $382,49 \text{ g XP* je kg TM Sojaextr.-schrot nach Eliminierung Energiewert Weizen} = 513 \text{ gXP je kg TM Sojaextr.-schrot} - 14,82 \text{ MJ ME je kg TM Sojaextr.-schrot} / 15,67 \text{ MJ ME je kg TM Winterweizen} \times 138 \text{ g XP je kg TM Winterweizen}$

(Zeile 07, Spalte 4):  $645,55 \text{ g XP* je kg TM L-Lysin HCl nach Eliminierung Energiewert Weizen} = 792 \text{ g XP je kg TM L-Lysin HCl} - 16,63 \text{ MJ ME je kg TM L-Lysin HCl} / 15,67 \text{ MJ ME je kg TM Winterweizen} \times 138 \text{ g XP je kg TM Winterweizen}$

(Zeile 07, Spalte 5):  $270,84 \text{ g XP* je kg TM Trockenschlempe nach Eliminierung Energiewert Weizen} = 370 \text{ g XP je kg TM Trockenschlempe} - 11,26 \text{ MJ ME je kg TM Trockenschlempe} / 15,67 \text{ MJ ME je kg TM Winterweizen} \times 138 \text{ g XP je kg TM Winterweizen}$

(Zeile 08, Spalten 3 bis 5 analog)

<sup>2)</sup> Rechenweg

(Zeile 09, Spalte 4):  $730,95 \text{ g Lysin** je kg TM L-Lysin HCl nach Eliminierung Energiewert Weizen und Rohproteinwert Sojaextr.-schrot} = 775,86 \text{ g Lysin* je kg TM L-Lysin HCl} - 645,55 \text{ g XP* je kg TM L-Lysin HCl} / 382,49 \text{ g XP* je kg TM Sojaextr.-schrot} \times 26,61 \text{ g Lysin* je kg TM Sojaextr.-schrot}$

(Zeile 09, Spalte 5):  $-20,84 \text{ g Lysin** je kg TM Trockenschlempe nach Eliminierung Energiewert Weizen und Rohproteinwert Sojaextr.-schrot} = -2,00 \text{ g Lysin* je kg TM Trockenschlempe} - 270,84 \text{ g XP* je kg TM Trockenschlempe} / 382,49 \text{ g XP* je kg TM Sojaextr.-schrot} \times 26,61 \text{ g Lysin* je kg TM Sojaextr.-schrot}$

Mit 1,0 kg TM Trockenschlempe können unter Zugabe von 0,0285 kg TM L-Lysin Monohydrochlorid in Rationen für (Mast-)Schweine 0,0336 kg TM Winterweizen und 0,7562 kg TM Sojaextraktionsschrot ersetzt werden. Unter Verwendung der in Tabelle 7 Zeile 01 angegebenen Preise für die Referenzfuttermittel errechnet sich ein monetärer Tauschwert für die Trockenschlempe von 9,44 €/dt TM bzw. 8,92 €/dt FM. Dieses Aus-

tauschverhältnis sichert die unveränderte Bereitstellung von Energie, Rohprotein und Lysin (Kontrollrechnung in Tab. 8).

**Tabelle 8:** Kontrollrechnung für den rechnerisch ermittelten Austausch von Winterweizen, Sojaextraktionsschrot und L-Lysin Monohydrochlorid durch Trockenschlempe in Rationen für (Mast-)Schweine nach Tabelle 7

Position [1]	Referenzfutter			Substitut Trockenschlempe [5]	Differenz <sup>1)</sup> [5] - ([2] + [3] + [4]) [6]	
	Winterweizen [2]	Sojaextr.-schrot [3]	L-Lysin HCl [4]			
o1	Austauschverhältnis der Futtermittelmengen in kg TM (Übertrag Tabelle 7 Z10)	0,0336	0,7562	-0,0285	1,000	0,2387
o2	ME in MJ (Z01 x Tabelle 7 Z04)	0,53	11,21	-0,47	11,26	0,0
o3	Rohprotein in g (Z01 x Tabelle 7 Z05)	4,64	387,9	-22,57	370,0	0,0
o4	Lysin in g (Z01 x Tabelle 7 Z06)	0,1	22,9	-22,2	0,8	0,0

<sup>1)</sup> Differenz zwischen der Summe gebrauchswertbestimmenden Parameter im Referenzfutter und im Substitut

Eine wertadäquate Substitution der Futtermittel hinsichtlich anderer Parameter (Trockenmasse, Rohfett-, Rohfaser-, Rohasche u. a. m.) ist damit allerdings nicht zu gewährleisten.

Die Grenzpreise für die Trockenschlempe in Rationen für (Mast-)Schweine variieren in Abhängigkeit von den jeweiligen Preisen der Referenzfuttermittel (Tab. 9).

Mit höheren Preisen für Sojaextraktionsschrot und Futterweizen steigt auch der Grenzpreis für Trockenschlempe in Rationen für (Mast-)Schweine, wobei sich die Preisveränderungen für Sojaextraktionsschrot deutlicher niederschlagen. Um die Lysinversorgung auf dem gleichen Niveau beizubehalten, ist der Einsatz von Trockenschlempe an die Aufwertung durch synthetisches L-Lysin Monohydrochlorid gekoppelt. Steigt der Preis dafür an, reduziert sich der monetäre Spielraum für den Einsatz der Trockenschlempe. Der Grenzpreis sinkt also in diesem Fall. Die Koeffizienten der Regressionsgleichung machen dieses Wechselverhältnis anschaulich:

$\begin{aligned} &\text{Trockenschlempepreis (€/dt FM) =} \\ &\text{Futterweizenpreis (€/dt FM) x 0,0280} + \text{Sojaex.-schrotpreis (€/dt FM) x 0,6289} \\ &\quad + \text{L-Lysin Monohydrochloridpreis (€/dt FM) x -0,0265} + 1,0812 \end{aligned}$
--

**Tabelle 9:** Grenzpreis für Trockenschlempe in €/dt FM (94,5 % TM; 11,26 MJ ME, 370 g XP, 0,8 g Lysin je kg TM) in Abhängigkeit von den Preisen der Referenzfuttermittel (adäquate Substitution von MJ ME, XP, Lysin in Rationen für (Mast-)Schweine)<sup>1)</sup>

		Sojaextraktionsschrotpreis (€/dt FM) (88,0 % TM; 14,82 MJ ME, 513 g XP, 30,3 g Lysin je kg TM)															
		22,00		23,00		24,00		25,00		26,00		27,00		28,00			
Futterweizenpreis (€/dt FM) (88,0 % TM; 15,67 MJ ME, 138 g XP, 3,9 g Lysin je kg TM)	14,00	6,27 3,61	4,94 2,28	6,89 4,24	5,57 2,91	7,52 4,87	6,20 3,54	8,15 5,50	6,82 4,17	8,78 6,13	7,45 4,80	9,41 6,76	8,08 5,43	10,04 7,38	8,71 6,06		
	15,00	6,29 3,64	4,97 2,31	6,92 4,27	5,60 2,94	7,55 4,90	6,22 3,57	8,18 5,53	6,85 4,20	8,81 6,15	7,48 4,83	9,44 6,78	8,11 5,46	10,07 7,41	8,74 6,09		
	16,00	6,32 3,67	4,99 2,34	6,95 4,30	5,62 2,97	7,58 4,92	6,25 3,60	8,21 5,55	6,88 4,23	8,84 6,18	7,51 4,86	9,47 6,81	8,14 5,48	10,09 7,44	8,77 6,11		
	17,00	6,35 3,70	5,02 2,37	6,98 4,32	5,65 3,00	7,61 4,95	6,28 3,63	8,24 5,58	6,91 4,25	8,86 6,21	7,54 4,88	9,49 6,84	8,17 5,51	10,12 7,47	8,80 6,14		
	18,00	6,38 3,72	5,05 2,40	7,01 4,35	5,68 3,03	7,63 4,98	6,31 3,65	8,26 5,61	6,94 4,28	8,89 6,24	7,57 4,91	9,52 6,87	8,19 5,54	10,15 7,50	8,82 6,17		
	19,00	6,40 3,75	5,08 2,42	7,03 4,38	5,71 3,05	7,66 5,01	6,34 3,68	8,29 5,64	6,96 4,31	8,92 6,27	7,59 4,94	9,55 6,90	8,22 5,57	10,18 7,52	8,85 6,20		
	20,00	6,43 3,78	5,11 2,45	7,06 4,41	5,73 3,08	7,69 5,04	6,36 3,71	8,32 5,67	6,99 4,34	8,95 6,29	7,62 4,97	9,58 6,92	8,25 5,60	10,21 7,55	8,88 6,23		
	*)		300 350 400 450		L-Lysin Monohydrochloridpreis (€/dt FM) (98,5 % TM; 16,63 MJ ME, 792 g XP, 780 g Lysin je kg TM)												

<sup>1)</sup> Hinweis:

Die angegebenen Tauschwerte für die Trockenschlempe gelten nur in Bezug auf die angegebenen Referenzfuttermittel mit ihren spezifischen Gehaltswerten. Das Austauschverhältnis sichert in Rationen für (Mast-)Schweine den adäquaten Ersatz von Energie (MJ ME), Rohprotein (XP) und Lysin. Andere Nährstoffe sind nicht ausbalanciert! In Extremfällen können diese allerdings limitierend wirken und müssten bei der Ermittlung des Substitutionsverhältnisses vorrangig berücksichtigt werden.

## Substitutionswert von Pressschlempe

Bis zum Redaktionsschluss lagen noch keine endgültig bestätigten Futterwertangaben für die Pressschlempe(n) vor. Somit fehlen auch die Berechnungsgrundlagen zur Substitutionswertermittlung in Rationen für Milchkühe, Jung- und Mastrinder sowie Schweine. Die angegebenen Berechnungsmethoden können jedoch analog dafür genutzt werden.

## Zusammenfassung

1. Die Preiswürdigkeit von Schlempefuttermitteln lässt sich nach dem Wert herkömmlicher Futtermittel beurteilen, die in Rationen für Milchkühe, Jung- und Mastrinder sowie für Schweine ersetzt werden können.
2. Werden Winterweizen, Sojaextraktionsschrot und synthetisches Lysin mit ihren jeweiligen Bezugspreisen (Basis 08/2007) als Vergleichsfuttermittel herangezogen und die wertgleichen Austauschverhältnisse nach bedarfsspezifischen Kennwerten

ermittelt, dann ergeben sich monetäre Grenzpreise von 18,00 bis 18,50 €/dt für den Einsatz der Trockenschlempe in Rationen für Rinder und etwa 9,00 €/dt in Rationen für (Mast-)Schweine. Aus fachlicher Sicht der Tierernährung sind die Parameter und deren Rangfolge, nach denen die Austauschverhältnisse zu bilanzieren sind, entsprechend den konkreten Einsatzbedingungen zu werten!

Vergleichsfuttermittel	Preis €/dt FM (08/2007)	TM (%)	gebrauchswertbestimmende Parameter zur rechnerischen Ausbilanzierung des Futtermittel- tauschs in Rationen für ...						
			Milchkühe		Jung- und Mastrinder		(Mast-)Schweine		
			NEL (MJ/kg TM)	nutzbares Rohprotein (g/kg TM)	ME (MJ/kg TM)	Rohprotein (g/kg TM)	ME (MJ/kg TM)	Rohprotein (g/kg TM)	Lysin (g/kg TM)
Winterweizen	19,00	88,0	8,51	172	13,37	138	15,67	138	3,9
Sojaextraktionsschrot	26,00	88,0	8,63	308	13,75	510	14,82	513	30,3
L-Lysin	300,00	98,5	-	-	-	-	16,63	792	780
Austauschfuttermittel	Tauschwert €/dt FM								
Trockenschlempe	<b>18,53</b>	94,5	7,40	264					
	<b>17,98</b>	94,5			12,20	370			
	<b>8,92</b>	94,5					11,26	370	0,8

- Überlegungen zur Preiswürdigkeit von Austauschfuttermitteln sollten stets bis hin zu vorlagefertigen Rationen reichen. Also neben dem eigentlichen Warenwert der Futtermittel sind auch Beschaffung, Aufbereitung, Konservierung, Lagerung und technologische Handhabung zu berücksichtigen.
- Der Tauschwert alternativ einsetzbarer Futtermittel gilt nur für ein spezifisches Bedingungs- und Preisgefüge. Verallgemeinernd gilt jedoch: Übersteigt der tatsächliche Preis den Tauschwert, ist es wirtschaftlich nachteilig, solche Futtermittel zu verwenden, wenn nicht andere Gründe wie Verfügbarkeit, Fütterungstechnik, Akzeptanz durch die Tiere usw. dafür sprechen.

# Analytisch-methodische Untersuchungen zur Qualitätssicherung von Getreide und Schlempe in der Bioethanolherstellung (Laboranalytik)

*Dr. Matthias Leiterer, Jürgen Bargholz (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft), Dr. Dierk Martin (Südzucker AG) und Doris Krieg (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft)*

---

## Aufgabenstellung

Zielstellung des Teilprojektes „Analytisch-methodische Untersuchungen zur Qualitätssicherung von Getreide und Schlempe in der Bioethanolherstellung“ war die Erarbeitung von Voraussetzungen für eine möglichst einheitliche Analyse und Bewertung ausgewählter Qualitätsparameter für Ethanolgetreide und Schlempe. Im Rahmen dieser Aufgabenstellung wurden nachfolgende analytische Schwerpunkte bearbeitet:

- Abstimmung eines einheitlichen Referenzverfahrens für die Analyse des Gesamtstärkegehaltes in Weizen, Triticale und Roggen als Grundlage für die Entwicklung von Kalibrationen für die NIRS (Nahinfrarotspektrometrie);
- Erarbeitung und Validierung einer NIRS-Kalibration für die quantitative Analyse der „vergärbaren Stärke“ (Ethanolausbeute) in Weizen und Triticale und
- Durchführung von Vergleichsuntersuchungen in unterschiedlichen Laboratorien zur Ermittlung von statistischen Kenngrößen zur Genauigkeit (Wiederholbarkeit, Vergleichbarkeit) der Analysendaten für die Bewertung der Qualität und Futtertauglichkeit der Schlempe.

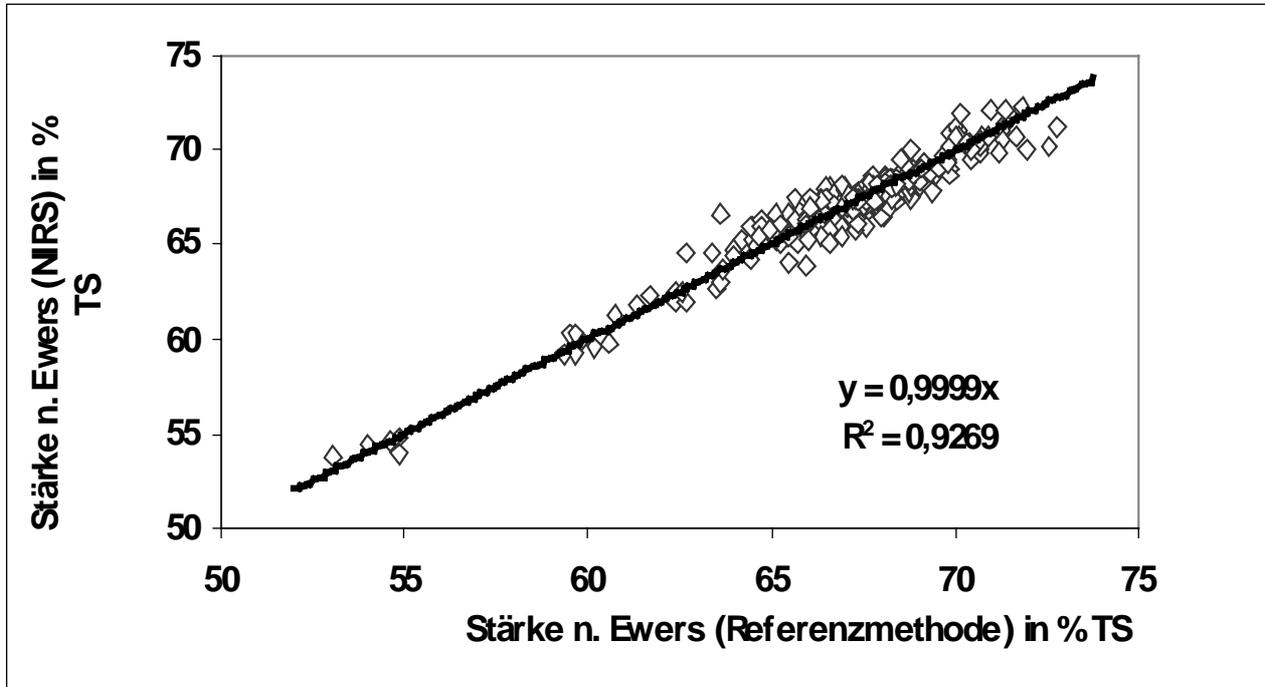
Zusätzlich sollte durch die Zusammenarbeit eine Vertiefung des analytischen Erfahrungsaustausches zwischen den am Mehrländerprojekt beteiligten Laboratorien angestrebt werden.

## Ergebnisse

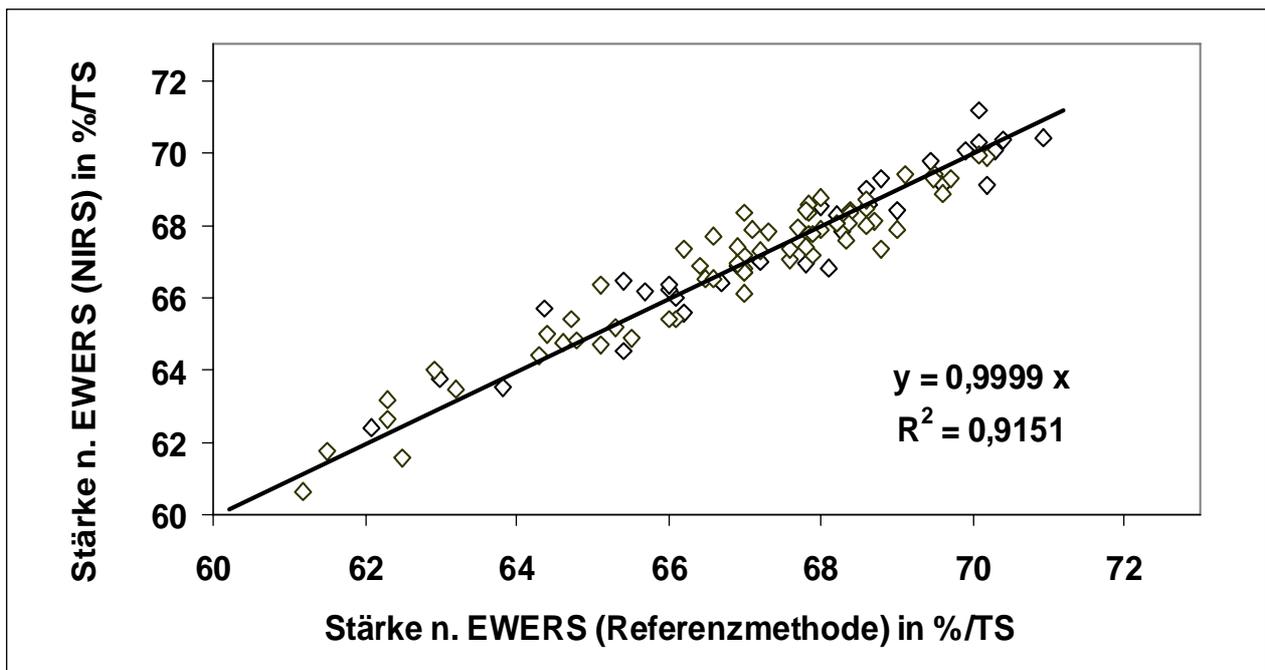
### Analyse des Stärkegehaltes in Weizen, Triticale und Roggen

Als einheitliche Referenzmethode für die Gesamtstärkebestimmung wurde die VDLUFA-Methode nach EWERS ausgewählt (VDLUFA-MB Bd. III, 7.2.1., 1. Erg. 1983). Das Prinzip dieser Methode basiert auf einer polarimetrischen Bestimmung nach salzsaurer Hydrolyse. Auf der Basis dieses Referenzverfahrens werden im Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten VDLUFA jährlich neu angepasste NIRS-Kalibrationen für die Analyse von Back- und Futterweizen, Brau- und Futtergerste, Triticale sowie Roggen bundesweit kommerziell angeboten (VDLUFA, 2003). Auch die bei der Cropenergies AG in Zeitz zur Getreideeingangskontrolle angewandte NIR-spektroskopische Bestimmung des Stärkegehaltes basiert auf der VDLUFA-Methode nach EWERS. Unter Verwendung der VDLUFA-Methode als Referenzverfahren wurden an der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) und an der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) zusätzlich NIRS-Kalibrationsdatensätze für die Analyse des Gesamtstärkegehaltes in Weizen, Triticale und Roggen (nur LfL) aufgebaut und validiert. Exemplarisch

sind hier die Ergebnisse der TLL für Weizen und Triticale dargestellt. Die Datensätze basieren auf insgesamt 255 Proben aus den Erntejahren 2003 bis 2006 für Weizen bzw. 97 Proben aus 2003 bis 2006 für Triticale (Abb. 1 und 2). Die experimentell ermittelten Standardfehler der NIRS-Kalibration  $SEP_{CAL}$  der beiden Kalibrationsdatensätze belegen die Eignung und Güte der entwickelten Kalibrationen (Tab. 1). Die Fehler der Validierungsproben 2006  $SEP_{VAL-IST}$  liegen signifikant unterhalb des maximal zulässigen Fehlers der Validierung  $SEP_{VAL-Obergrenze}$ .



**Abbildung 1:** NIRS-Kalibrationsdatensatz für die Gesamtstärkebestimmung nach EWERS für Weizen, 255 Proben der Erntejahre 2003 bis 2006



**Abbildung 2:** NIRS-Kalibrationsdatensatz für die Gesamtstärkebestimmung nach EWERS für Triticale, 97 Proben der Erntejahre 2003 bis 2006

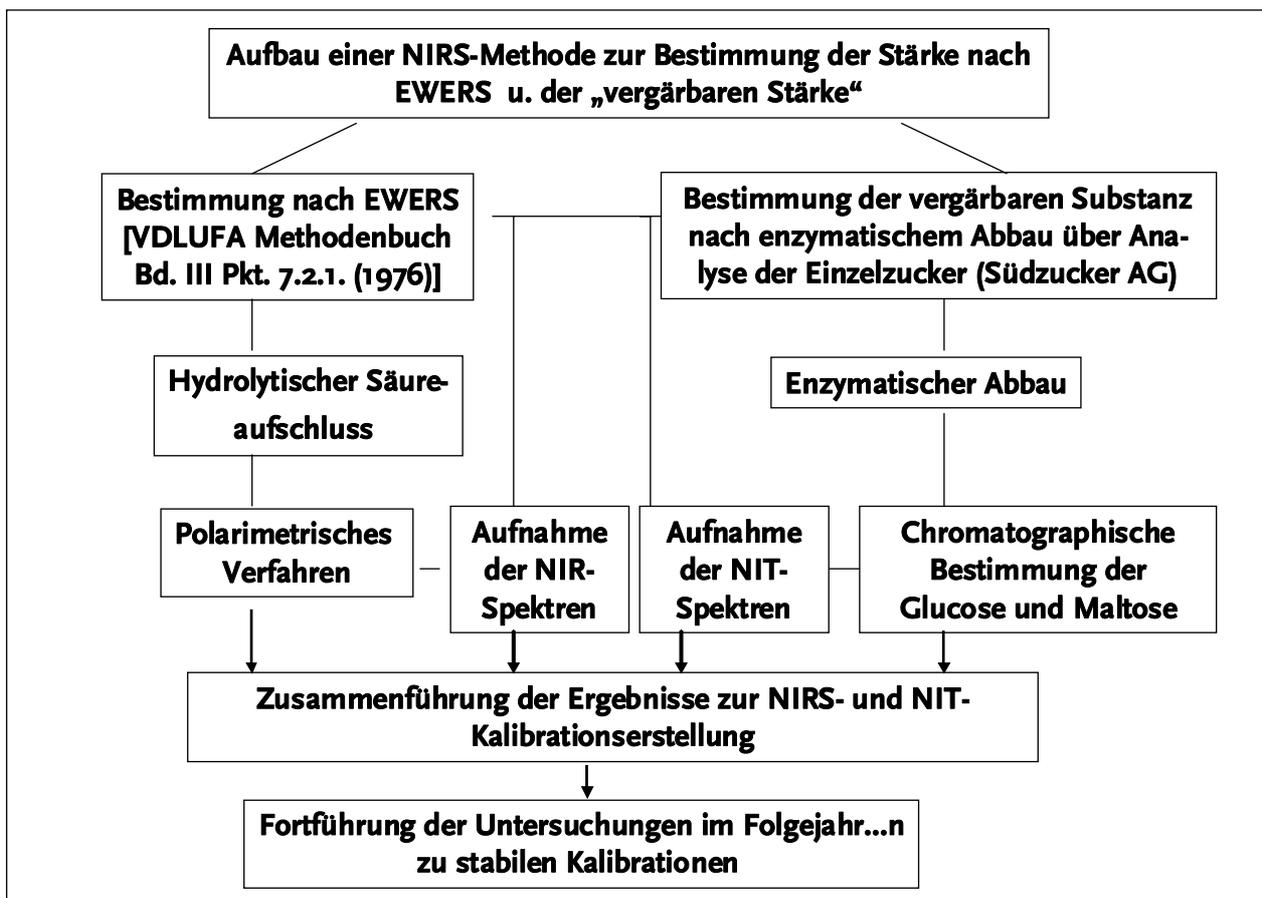
Beide NIRS-Kalibrationen werden anhand von ca. 20 ausgewählten Ernteproben jährlich aktualisiert und angepasst. Dabei kommt als Referenzverfahren die VDLUFA-Methode zum Einsatz (VDLUFA-MB Bd. III, 7.2.1., 1. Erg. 1983).

**Tabelle 1:** Ergebnis der Validierung der NIRS-Kalibrationen zur Bestimmung der Gesamtstärke nach EWERS in Weizen und Triticale, Ernteproben 2003 bis 2006

Getreideart	Probenzahl	Arbeitsbereich	SEP <sub>CAL</sub>	SEP <sub>VAL-IST</sub>
			SEP <sub>VAL-Obergrenze</sub> % der TS	
Weizen	255	53 - 73	0,79 1,04	0,90
Triticale	97	61 - 71	0,60 0,81	0,79

### Entwicklung und Validierung einer NIRS-Kalibration für die Bestimmung der „vergärbaren Stärke“ bzw. „Ethanolausbeute“ in Weizen und Triticale

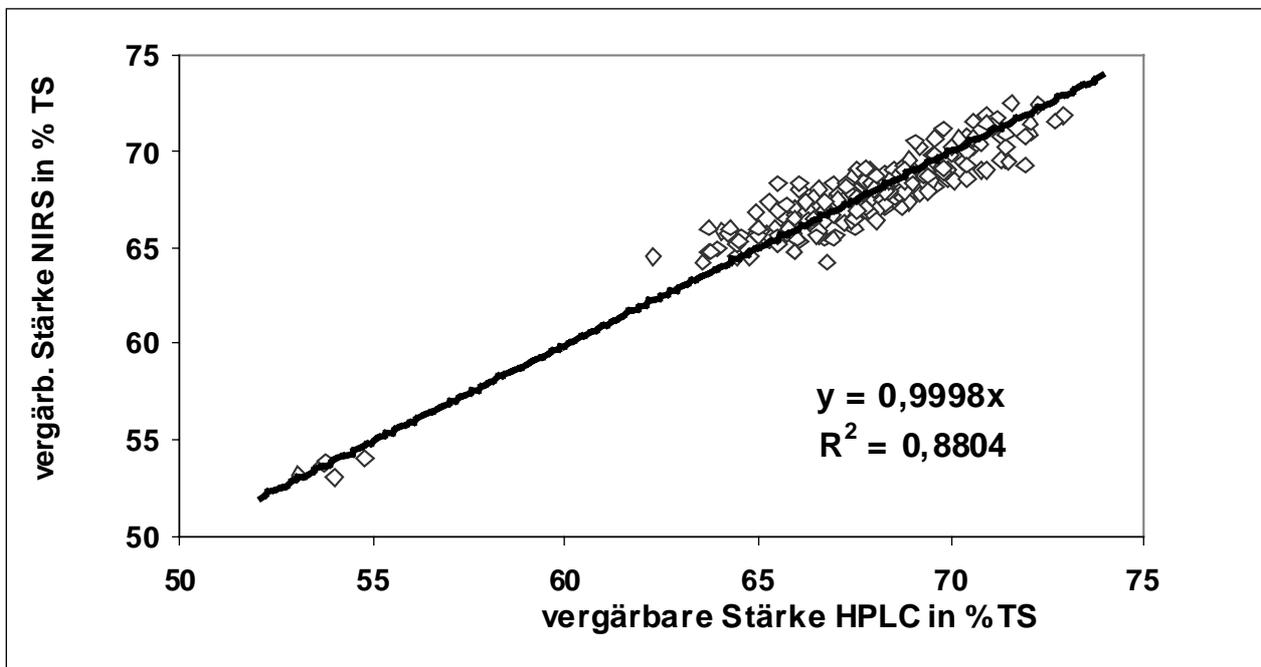
In Zusammenarbeit der TLL und der Südzucker AG erfolgte die Entwicklung einer NIRS-Kalibration für den neuen Qualitätsparameter „vergärbaren Stärke“ bzw. „Ethanolausbeute“ in Weizen und Triticale. Referenzverfahren und damit Basis für die NIRS-Kalibration bildet dabei die Bestimmung der vergärbaren Substanz nach enzymatischem Abbau über die Analyse der Einzelzucker Glucose und Maltose mit HPLC (Abb. 3).



**Abbildung 3:** Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes zur Entwicklung der NIRS-Kalibrationen für den Parameter „vergärbare Stärke“ in Weizen und Triticale

Die entwickelten NIRS-Kalibrationen (Stand 5/2007) beruhen auf zwei Referenzdatensätzen im Umfang von 200 Weizen- bzw. 74 Triticaleproben der Erntejahre 2003 bis 2005 (Beispiel Weizen - Abb. 4). Die Testberechnungen mit Proben aus der Ernte 2006 zeigen, dass die Kalibrationen noch nicht ausreichend stabil sind und mit ausgewählten Proben aus 2006 erweitert werden müssen (Tab. 2).

Deshalb wurden aus den Ernteproben 2006 weitere 49 Weizen- bzw. 22 Triticaleproben mit dem Schwerpunkt der Stärkegehalte im Bereich von 60 bis 65 % TS (Weizen) bzw. > 70 % (Triticale) gezielt ausgewählt, um die Datenbasis für die entsprechenden Konzentrationsbereiche und damit die Kenngrößen der NIRS-Kalibration weiter zu verbessern. Die Auswertung dieser Ergebnisse erfolgt bis zur Analyse der Ernteproben 2007. Frühere Vergleichsuntersuchungen zwischen den Ergebnissen der Gesamtstärkebestimmung nach EWERS (VDLUFA-MB Bd. III, 7.2.1., 1. Erg. 1983) und den Ergebnissen einer auf der Basis der CTB-Methode (Destillation des Ethanols nach Druckaufschluss, enzymatischer Spaltung und Vergärung) erstellten NIRS-Kalibration ergaben für Weizen statistisch gesicherte Unterschiede von 1 bis 2 % (BARGHOLZ et al., 2004).



**Abbildung 4:** NIRS-Kalibrationsdatensatz für den Parameter „vergärbare Stärke“ in Weizen nach der HPLC-Methode, 200 Proben der Erntejahre 2003 bis 2005

**Tabelle 2:** Ergebnisse der Validierung der NIRS-Kalibrationen zur Bestimmung der vergärbaren Substanz in Weizen und Triticale, Stand 05/2007, Ernteproben 2003 bis 2005

Getreideart	Probenzahl	Arbeitsbereich	SEP <sub>CAL</sub>	
			SEP <sub>VAL-Obergrenze</sub>	SEP <sub>VAL-Ist</sub> *
% der TS				
Weizen	200	53 - 73	1,0 1,32	1,08
Triticale	74	63,8 - 71,1	0,85 1,14	1,03

\* Validierung mit Ernteproben 2005

SEP<sub>CAL</sub> - Standardfehler der NIRS-Kalibration

SEP<sub>VAL-Obergrenze</sub> - maximal zulässiger Fehler der Validierung

SEP<sub>VAL-Ist</sub> - Fehler eines Validierungsprobensatzes

## Ermittlung von Kenngrößen zur Genauigkeit (Wiederholbarkeit, Vergleichbarkeit) der Analysendaten für die Bewertung der Qualität und Futtertauglichkeit der Schlempe

Die Wiederholpräzision eines Analysenverfahrens, d. h. die Reproduzierbarkeit der mit diesem Verfahren ermittelten Analyseergebnisse über einen eng begrenzten Zeitraum wird durch die Wiederholstandardabweichung  $s_r$ , bzw. den Wiederholvariationskoeffizient  $v_r$  charakterisiert. Die Ermittlung dieser Kenngrößen basiert dabei auf einer Mehrfachanalyse unter Wiederholbedingungen (gleiches Labor, gleiches Analysengerät, gleiche Person, gleiche Chemikaliencharge, kurzer Untersuchungszeitraum, gleiche Kalibration) für den gesamten Analysengang ohne Probenahme. Die Interlaborpräzision eines Analysenverfahrens charakterisiert die Reproduzierbarkeit der mit diesem Verfahren ermittelten Analyseergebnisse in unterschiedlichen Laboratorien unter Vergleichsbedingungen (unterschiedliche Analysengeräte, unterschiedliche Laborbedingungen, Chemikalien und Hilfsmittel, ggf. modifizierte Verfahren, unterschiedliche Personen). Als Kenngrößen für die ausschließlich aus Ringversuchen ableitbare Interlaborpräzision können die Vergleichsstandardabweichung  $s_R$ , der Vergleichsvariationskoeffizient  $v_R$ , die im Rahmen der Futtermittelanalytik des VDLUFA angewendeten Analysenspierräume (VDLUFA-MB Bd. III, Anhang, 4. Erg. 1997) sowie die erweiterte Messunsicherheit (EURACHEM/CITAC Leitfaden 2/2004) dienen.

Im Rahmen der von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft ausgerichteten 12. Futtermittelringanalyse Sachsen/Thüringen 2005 (KRIEG, 2006) sowie 13. Futtermittelringanalyse Sachsen/Thüringen 2006 (KRIEG, 2007) wurden die Weizenschlempe ProtiGrain der Südzucker AG Zeitz (Abb. 5) sowie eine Roggenpressschlempe der Mitteldeutschen BioEnergie GmbH & Co KG Zörbig (Abb. 5) hinsichtlich der Analytik der wichtigsten Parameter zur Charakterisierung der Qualität und Futtertauglichkeit untersucht (Tab. 3 und 4).



**Abbildung 5:** Ringversuchproben Weizenschlempe ProtiGrain der Südzucker AG Zeitz (links) und Roggenpressschlempe der MBE Zörbig (rechts)

An den beiden Ringversuchen 2005 und 2006 beteiligten sich 18 bzw. 19 Laboratorien aus Sachsen und Thüringen sowie 9 bzw. 11 aus weiteren Bundesländern. Sowohl die Wiederholvariationskoeffizienten als auch die Mehrzahl der ermittelten Vergleichsvariationskoeffizienten lagen in einem akzeptablen Bereich und belegen damit die gute Präzision der angewendeten Analysenverfahren für die Charakterisierung der meisten Futterqualitätsparameter. Für die Roh Nährstoffparameter Zucker, Stärke (Weizenschlempe und Roggenpressschlempe) und für die Gasbildung mittels Hohenheimer Futterwert-

test, HFT (Roggenpressschlempe) waren die Vergleichsvariationskoeffizienten jedoch zum Teil deutlich größer als 10 %. Die Ursachen für die Probleme bei der Bestimmung der Kohlenhydrate könnten zum einen in den im Vergleich zu anderen Futtermitteln niedrigen Zucker- und Stärkekonzentrationen sowie zum anderen in methodisch bedingten Abweichungen durch fehlende Matrixanpassungen liegen. Auch bei der Analyse der unerwünschten Stoffe traten teilweise erhöhte  $V_R$ -Werte auf. Möglicherweise ist dies ebenfalls auf fehlende Erfahrungen und Schwierigkeiten bei der Analyse der durch die Abreicherung der Kohlenhydrate anteilig stärker fetthaltigen Matrices in einzelnen Laboratorien zurückzuführen. Diese Vermutung wird zusätzlich durch die größere Anzahl von Ausreißerwerten für die beiden o. g. Probenmatrices im Vergleich zu weiteren in den gleichen Ringversuchen geprüften Futtermitteln gestützt (KRIEG, 2006, 2007).

**Tabelle 3:** Statistische Ringversuchskenndaten der Rohrnährstoffparameter für die Probe Weizenschlempe (KRIEG, 2006)

	TS g/kg	RA	RP	Rfa	Rfe	Stärke	Zucker	ELOS	HFT ml/200 mg
	g/kg TM								
MW	927,51	54,71	392,04	71,49	61,01	21,56	28,74	825,03	40,51
SR	3,82	1,64	8,22	5,33	4,42	7,02	5,15	27,94	4,78
VR (%)	0,41	3,00	2,10	7,46	7,24	32,55	17,91	3,39	11,80
N (max = 31)	29	27	28	25	24	20	22	11	8

**Tabelle 4:** Statistische Ringversuchskenndaten der Rohrnährstoffparameter für die Probe Roggenschlempe (KRIEG, 2007)

	TS g/kg	RA	RP	Rfa	Rfe	Stärke	Zucker	ELOS	HFT ml/200 mg
	g/kg TM								
MW	941,52	21,26	223,17	135,24	71,07	47,21	14,21	721,24	35,38
SR	3,66	0,86	4,89	13,57	6,03	17,13	4,64	81,24	1,78
VR (%)	0,39	4,04	2,19	10,04	8,48	36,30	32,66	11,26	5,03
N (max = 34)	31	28	29	26	27	22	22	12	8

## Zusammenfassung und Ausblick

Die im Rahmen des Mehrländerprojektes „Erzeugung von Ethanolgetreide und Schlempeverfütterung“ durchgeführten analytisch-methodischen Untersuchungen konzentrierten sich auf zwei Schwerpunkte. Dies sind die Entwicklung und Validierung von schnellen und kostengünstigen Verfahren zur Analyse der für die Effizienz der Bioethanolherstellung wichtigen Parameter „Gesamtstärke“ und „vergärbare Stärke“ in den Ernteprodukten mittels Nahinfrarotspektrometrie NIRS sowie die Ermittlung der Präzision, insbesondere der Vergleichspräzision zwischen unterschiedlichen Laboratorien, für die analytischen Parameter zur Charakterisierung der Qualität und Futtertauglichkeit der Gärückstände zur Verwendung als Futtermittel.

Für die Analyse des Parameters „vergärbare Stärke“ in Weizen und Triticale wurden zwei NIRS-Kalibrationsdatensätze aufgebaut und validiert. Sie basieren auf der Referenzanalyse der Einzelzucker mit HPLC nach enzymatischem Aufschluss. Die für eine

schnelle und kostengünstige Charakterisierung der Ethanolausbeute aus den Ernteprodukten Weizen und Triticale erstellten NIRS-Kalibrationen müssen für eine weitere Anwendung mit ca. 20 ausgewählten Ernteproben pro Kalibration jährlich angepasst werden. Der Einsatz dieser Kalibrationen wäre dann für die Ableitung der Sortenempfehlungen aus den jährlichen Landessortenversuchen für die unterschiedlichen Anbauregionen gut geeignet. Eine perspektivische Anwendung des Parameters „vergärbare Stärke“ zur Qualitätsbewertung der Rohstoffe für die Bioethanolproduktion im Hinblick auf deren finanzielle Bewertung ist denkbar, bedarf aber einer weiteren Prüfung, insbesondere durch die Bioethanolhersteller.

In zwei Futtermittelringversuchen unter Beteiligung von 27 bzw. 30 Laboratorien wurden die Kenngrößen für die Wiederhol- und Vergleichspräzision der wichtigsten Analyseparameter zur Charakterisierung der neuen Futtermittel am Beispiel der Weizenschlempe ProtiGrain der Südzucker AG Zeitz sowie einer Roggenpressschlempe der Mitteldeutsche BioEnergie GmbH & Co KG Zörbig ermittelt. Während die Mehrzahl der Qualitätsparameter mit einer guten Präzision analysiert werden konnten, wurden für die Roh Nährstoffparameter Zucker, Stärke und für die Gasbildung mittels Hohenheimer Futterwerttest (nur Roggenpressschlempe) erhöhte Vergleichsvariationskoeffizienten ermittelt.

Hinsichtlich einer Verbesserung der analytischen Präzision und Vergleichbarkeit der Roh Nährstoffparameter in den aus der Bioethanolproduktion anfallenden Futtermitteln sollte eine weitere analytisch-methodische Bearbeitung, z. B. im Rahmen der Fachgruppe Futtermittel des VDLUFA geprüft werden.

## Literatur

BARGHOLZ, J.; HORNE MANN, J.; WARSITZKA, CH. (2004): Vergleichende methodische Untersuchungen zur Bestimmung von Stärke in Weizen und Triticale unter dem Gesichtspunkt der Bioethanolproduktion. [http://www.tll.de/ainfo/ai\\_idx.htm](http://www.tll.de/ainfo/ai_idx.htm), TLL (2004), 12 S.

VDLUFA; TILLMANN, P. (2003): Arbeitsanleitung für NIRS-Untersuchungen an Getreide (Weizen, Gerste, Triticale, Roggen) und Erbsen im Rahmen des Qualitätssicherungssystem NIRS/NIT. <http://www.vdlufa.de/nirs/qual.html>, Kassel (2003), 10 S.

KRIEG, D. (2006): Auswertung der gemeinsamen Ringanalyse Futtermittel Sachsen/Thüringen 2005. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (2006), 150 S.

KRIEG, D. (2007): Auswertung der gemeinsamen Ringanalyse Futtermittel Sachsen/Thüringen 2006. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (2007), 154 S.

Mitautoren: *Dr. Dierk Martin*  
*Südzucker AG Mannheim/Ochsenfurt*  
*Zentralabteilung Forschung, Entwicklung und Services*  
*Wormser Straße 11*  
*67283 Obrigheim/Pfalz*

*Doris Krieg*  
*Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft*  
*Fachbereich Landwirtschaftliches Untersuchungswesen*  
*Gustav-Kühn-Straße 8*  
*04159 Leipzig*