

**Aus dem Institut für Tierernährung**

**Peter Lebzien  
Carsten in der Wiesche**

**Gerhard Flachowsky  
Frantisek Zadrazil**

**Zum Potenzial höherer Pilze bei der Umwandlung von  
Getreidestroh in Futter- und Lebensmittel**

Manuskript, zu finden in [www.fal.de](http://www.fal.de)

Published in: Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 258,  
pp. 51-53

**Braunschweig  
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)  
2003**

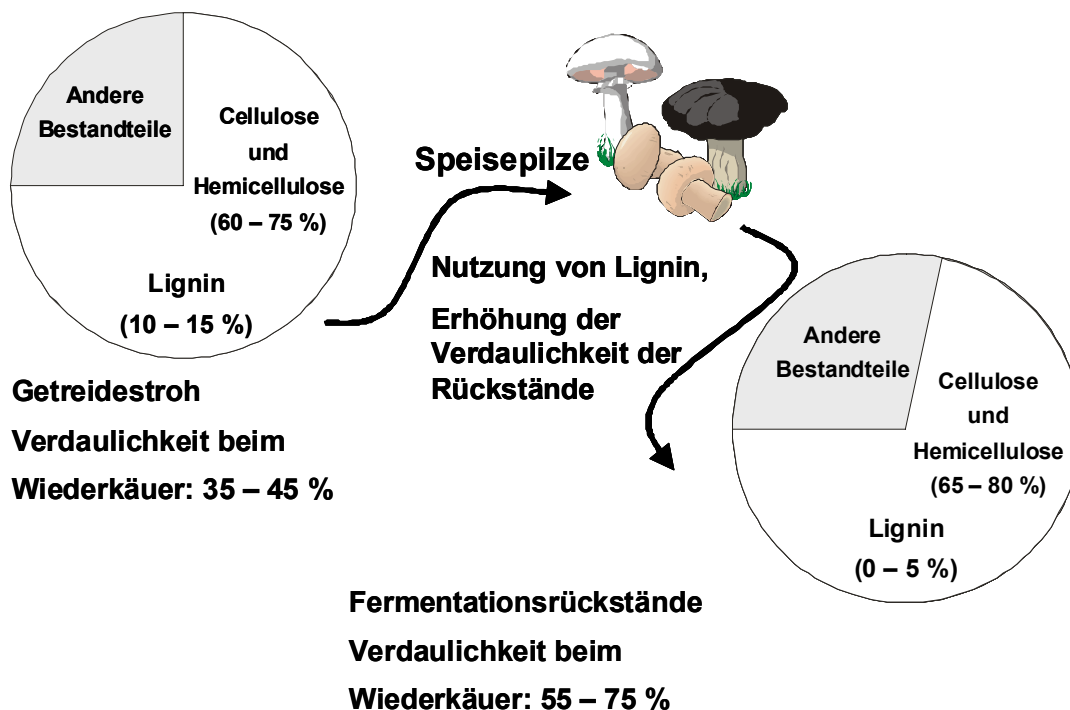
## Zum Potenzial höherer Pilze bei der Umwandlung von Getreidestroh in Futter- und Lebensmittel

P. Lebzien<sup>1</sup>, G. Flachowsky, C. in der Wiesche, F. Zadrazil

### Einleitung

Die weltweit gesehen zunehmende Verknappung der Nährstoffreserven zwingt dazu, diese immer intensiver zu nutzen. Getreidestroh, als einer der mengenmäßig bedeutendsten nachwachsenden Rohstoffe, fällt zwar Jahr für Jahr in sehr großen Mengen (2-3 Milliarden Tonnen) an, ist jedoch als Nahrungsquelle für Menschen, Schweine und Geflügel nicht nutzbar, da ihnen die Verdauungsenzyme zum Abbau der Zellwandkohlenhydrate fehlen. Die Mikroorganismen im Pansen der Wiederkäuer sind zwar in der Lage, einen Teil der Zellwandkohlenhydrate, die 70-90% des Getreidestrohs ausmachen, abzubauen, werden dabei jedoch durch das in die Zellwände zu 10-15 % eingebaute Lignin behindert. Das hat zur Folge, dass die Verdaulichkeit des Strohs durch den Wiederkäuer mit 35-45 % nur sehr gering ist und somit sein relativ hoher Bruttoenergiegehalt nur schlecht genutzt werden kann. Aus diesem Grunde ist in den vergangenen Jahren eine Vielzahl von Versuchen durchgeführt worden, um die Verdaulichkeit des Strohs zu verbessern. Eine interessante Möglichkeit stellt der Aufschluss des Strohs durch Pilze dar. So sind eine Reihe höherer Pilze (*Basidiomyceten*) in der Lage Lignin weitgehend abzubauen und somit ansonsten unverdauliche Nährstoffe freizusetzen. Neben dem Aufschluss von Stroh für die Wiederkäuerernährung können hierbei Pilze produziert werden, die sowohl zu medizinischen Zwecken als auch als Nahrungsmittel nutzbar sind (Abb. 1).

Abbildung 1: Nutzung von Getreidestroh zur Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln



### Versuche an der FAL

Im Laufe der letzten Jahre ist am Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde der FAL in Zusammenarbeit mit Gastwissenschaftlern aus Indien, Indonesien, Tschechien und Nigeria ein Screening mit ca. 300 Basidiomyceten-Stämmen durchgeführt worden. Aufgrund dessen wurden bestimmte Spezies ausgewählt, die eine besonders gute Eignung zur mikrobiellen Aufbereitung von Stroh erwarten ließen. Mit diesen wurde im Labormaßstab Weizenstroh beimpft und für eine unterschiedliche Anzahl von Tagen sowie bei unterschiedlichen Temperaturen

<sup>1</sup> Institut für Tierernährung, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), 38116 Braunschweig, Bundesallee 50, E-Mail: peter.lebzien@fal.de

bebrütet. Anschließend wurden die Substratverluste, die Zusammensetzung und die *in vitro*- (Tilley und Terry, 1963) oder *in situ*- (Ørskov und McDonald, 1979) Verdaulichkeiten des Pilzmycel-Weizenstroh-Gemisches bestimmt. Die getesteten Pilzarten ließen sich nach ihrer Fähigkeit – die *In-vitro* Verdaulichkeit des Substrates zu verändern, in drei Gruppen einteilen:

- Gruppe 1: Die *In-vitro*-Verdaulichkeit des Substrates stieg durch die Bebrütung an
- Gruppe 2: Die *In-vitro*-Verdaulichkeit des Substrates war nur unwesentlich beeinflusst
- Gruppe 3: Die *In-vitro*-Verdaulichkeit des Substrates wurde durch die Bebrütung verschlechtert.

Dabei wurde bei einigen Pilzarten der jeweilige Effekt durch eine höhere Bebrütungstemperatur gesteigert und bei anderen vermindert.

Die Ergebnisse mit einem typischen Vertreter der Gruppe 3 sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Änderungen im Ligningehalt und in der Substratverdaulichkeit nach 30- und 60-tägiger Bebrütung von Weizenstroh mit *Volvaria Volvacea* bei 30, 35 und 40°C (in der Wiesche et al., 2003)

Bebrütungs- Temperatur	Bebrütungsdauer			
	30 Tage		60 Tage	
	Verdaulichkeit (%)	Ligningehalt (%)	Verdaulichkeit (%)	Ligningehalt (%)
Unbeh. Stroh	40.0	19.6	40.0	19.6
30°C	29.2	23.0	19.0	23.2
35°C	21.6	23.3	14.4	25.1
40°C	18.8	24.8	9.7	25.6

Im Verlauf der Bebrütung reicherte sich Lignin an und die Verdaulichkeit des Substrates nahm ab. Dies war umso ausgeprägter je höher die Bebrütungstemperatur war. In den meisten Fällen konnte jedoch ein Abbau des Lignins und eine Erhöhung der *In-vitro*- bzw. *In-sacco*-Verdaulichkeit beobachtet werden (Tabellen 2 und 3).

Tabelle 2: Ligninabbau und *In-vitro*-Verdaulichkeit nach der Inkubation von Weizenstroh mit verschiedenen Pilzen (Permana et al., 2002)

Pilz	Ligninabbau (%)	<i>In-vitro</i> -Verdaulichkeit (%)
Kontrolle	--	47.5 <sup>a</sup>
<i>Auricularia sp.</i>	28.2 <sup>c</sup>	58.9 <sup>d</sup>
<i>Coriolus versicolor</i>	43.9 <sup>d</sup>	60.0 <sup>d</sup>
<i>Lentinus edodes</i>	20.5 <sup>a</sup>	64.4 <sup>e</sup>
<i>Pleurotus ostreatus</i>	25.5 <sup>bc</sup>	52.6 <sup>b</sup>
<i>Polyporus sp.</i>	23.4 <sup>ab</sup>	57.0 <sup>c</sup>

Ungleiche Buchstaben in einer Spalte kennzeichnen sign. Differenzen ( $P < 0.05$ )

Je nach Art des Pilzes wurden zwischen 20 und 44 % des Lignins abgebaut, was zu einer Erhöhung der *In-vitro*-Verdaulichkeit um 9.5 bis 16.9 Prozentpunkte führte. Allerdings ging nicht zwangsläufig der höchste Ligninabbau mit der größten Steigerung in der *In-vitro*-Verdaulichkeit einher.

Tabelle 3: *In-sacco*-Trockensubstanzabbau (%) von Weizenstroh nach Bebrütung mit *Pleurotus tuber-regium* unter unterschiedlichen Bedingungen und unter Annahme unterschiedlicher Passageraten (%/h) durch den Pansen (Loose et al., 1998)

Inkubationsdauer (Tage)	Inkubationtemp. (°C)	Angenommene Passagerate durch den Pansen (%/h)			
		2	4	6	8
0	Raumtemp.	38.5	32.2	29.0	27.0
117	25	49.5	41.4	38.0	35.4
120	25	55.2	43.5	39.5	37.4
121	28	57.7	50.1	47.5	46.3
124	35	69.0	64.4	62.3	61.1

Alle Behandlungen führten zu einer deutlichen Verbesserung des *in sacco* ermittelten Trockensubstanzabbaus. Am ausgeprägtesten war dieser Effekt bei der Annahme hoher Passageraten, wie sie vor allem bei Tieren mit hoher Futteraufnahme zu erwarten sind. Allerdings war dann das Niveau des Abbaus, wie zu erwarten, insgesamt niedriger. Zudem nahm der Effekt mit der Dauer und der Temperatur der Bebrütung zu.

Bezüglich der Speisepilzproduktion gehen in der Wiesche et al. (2003), davon aus, dass aus einem kg Stroh ohne weitere Zusätze bis zu 1 kg Speisepilze (Frischmasse) produziert werden können.

### Schlussfolgerungen und weiterer Forschungsbedarf

Die Beimpfung von Getreidestroh mit Pilzen bietet potenziell die Möglichkeit, gleichzeitig den Futterwert des Strohs für Wiederkäuer zu erhöhen, als auch Speisepilze zu erzeugen. Dies könnte insbesondere in Ländern interessant sein, in denen nur unzureichende Mengen an hochwertigen Futtermitteln zur Verfügung stehen.

Vor der Einführung dieser Technologie zur Produktion von Wiederkäuerfutter im großtechnischen Maßstab, wäre aus Sicht der Tierernährung jedoch zu klären, ob die im *In-vitro*- bzw. *In-situ*-Versuch beobachteten Verbesserungen im Nährwert des Getreidestrohs auch im Tierexperiment nachzuvollziehen sind. Da bei der Anwendung von *In-vitro*- bzw. *In-situ*-Techniken weder die Akzeptanz des Produktes durch die Tiere, noch eine eventuelle Beeinflussung des Wiederkauperhaltens oder der Passagegeschwindigkeit durch den Verdauungstrakt durch die Behandlung erfasst werden, sind die mit ihnen gewonnen Ergebnisse nicht ungeprüft zu übertragen. Zudem wäre für einen gezielten Einsatz dieser Produkte die zu Verfügungstellung größerer Mengen an exakt definiertem und homogenem Material erforderlich.

In der Wiesche et al. (2003) kommen zu dem Schluss, dass insbesondere äußere Bedingungen die weitere Entwicklung dieser Technologie beeinflussen werden und dass zur Zeit insbesondere ökonomische Gründe ihre Anwendung begrenzen. In Zukunft könnten jedoch auch genetisch verbesserte Organismen Beiträge zur effektiveren Nutzung der Strohinhaltsstoffe leisten.

### Literatur

- In der Wiesche C, Zadrazil F, Flachowsky G (2003) Zur Umwandlung von Getreidestroh in Futter- und Lebensmittel durch höhere Pilze. *Mühle + Mischfutter* 140: 395-397
- Loose K, Isikhuemhen O S, Wagner K, Zadrazil F, Flachowsky G (1998) Trockensubstanzabbaubarkeiten von Weizenstroh nach Inkubation mit *Pleurotus tuber regium* im Pansen von Schafen. *Proc Soc Nutr Physiol* 7: 32 (abstract)
- Ørskov E R, McDonald J (1979) The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J Agric Sci* 92: 499-503
- Permana I G, ter Meulen U, Zadrazil F (2002) *In vitro* digestibility of wheat straw after fermentation with wood-decaying fungi. *Proc Soc Nutr Physiol* 11: 141 (abstract)
- Tilley J M A, Terry R A (1963) A two stage technique for *in vitro* digestion of forage crops. *J Br Grassl Soc* 18: 391-396