



Getreide ist als Futtermittel eine unentbehrliche Grundlage für die Tierhaltung. Die Qualität spielt eine entscheidende Rolle für eine leistungsorientierte moderne Landwirtschaft.

Die Getreidequalität hat sich deutlich verbessert

Gravierende Veränderungen der Pilzbelastung in den letzten Jahrzehnten

Getreide und Getreideprodukte haben in der Nutztierhaltung seit jeher die Bedeutung von unentbehrlichen Futtermitteln gehabt. Insbesondere für die heutige intensive Landwirtschaft sind qualitativ hochwertige Futtermittel unabdingbar. Ein entscheidendes und in seiner Tragweite nicht zu unterschätzendes Qualitätskriterium von Einzel- und Mischfuttermitteln ist die mikrobiologische Belastung mit Pilzen und Bakterien.

Bakterien, Hefen, Schimmel- und Schwärzepilze können als Verderb auslöser, Infektionserreger oder aber als Toxinproduzenten zu erheblichen Ertrags einbußen führen. Schon früh wurde auf die immense Bedeutung der Qualität von Getreide hingewiesen, was auch zu einer erheblichen Optimierung im Anbau, bei der Ernte und der Lagerung geführt hat. Dies kann durch Untersuchungsdaten von Getreide, die an der LUFA Speyer ein halbes Jahrhundert zurückreichen, belegt werden.

2011 war ein gutes Jahr für Pilzkrankheiten

Gerade das Erntejahr 2011 war durch die extremen Wetterbedingungen mit

einem sehr trockenen Frühjahr sowie dem Wechsel von warmen und nasskalten Witterungsabschnitten im Sommer für den Anbau von Getreide schwierig und führte zu messbaren Qualitäts- und Ertragseinbußen. Im Hinblick auf die mikrobiologische Qualität existierte beim Getreide ein entsprechend hoher Befallsdruck durch feldbürtige Hefen, Schimmel- und Schwärzepilze, was sich im Keimgehalt widerspiegeln sollte.

An der LUFA Speyer wurden repräsentative Getreideproben ausgewählt und auf die Belastungen mit entsprechenden Mikroorganismen untersucht. Insbesondere bei der Verarbeitung von belasteten Getreidepartien zu wirtschaftseigenen Mischfuttermitteln

waren entsprechende Probleme im Tierbestand nicht auszuschließen: Schimmelpilz können unter bestimmten Bedingungen Giftstoffe (Mykotoxine) freisetzen oder neben Bakterien als Infektionserreger bei Tieren Krankheiten verursachen.

Mikroorganismen im wirtschaftseigenen Getreide

In der Vergleichsuntersuchung wurden repräsentative Getreideproben (Weizen, Gerste, Hafer) aus den Erntejahren 2009 bis 2011 untersucht. Die Keimgehalte wurden mit den Keimgehalten früherer Untersuchungen der LUFA Speyer von 1965 bis 1980 verglichen. Für die Bewertung wurden die Mikroorganismen ausgezählt, verschiedenen Gruppen zugeordnet und die mikrobiologische Qualität durch die VDLUFA bestimmt.

Da Mikroorganismen in ihrer Schadwirkung auf Tiere sehr unterschiedlich wirken können, ist für die mikrobiologische Qualitätsbewertung eine differenzierte Betrachtung der vorgefundenen Organismen von großer Bedeutung: Aus dem Keimspektrum lassen sich mögliche Mykotoxinbelastungen, Infektionsgefahren, Futterwertverminderungen, das Risiko eines Lagerverderbs oder die Herkunft einer mikrobiologischen Kontamination abschätzen.

Die Mikroflora hat sich über die Jahrzehnte deutlich verändert

Für das Erntejahr 2011 hielt sich überraschenderweise trotz der ungünstigen Witterung die Belastung mit Bakterien, Hefen, Schimmel- und Schwärzepilzen in Grenzen: bei Gerste waren die Keimzahlen an Mikroorganismen im Wesentlichen mit den Keimzahlen der Vorjahre (2010 und 2009) vergleichbar. Entsprechendes wurde für Weizen und Hafer gefunden.

Der Vergleich der aktuellen Keimzahl Daten und der Anwesenheit ausgewählter Schimmelpilze mit früheren Untersuchungen zeigt, dass sich bei der Mikroflora auf wirtschaftseigenem Getreide in den letzten Jahrzehnten en-

Tabelle 1: Übersicht über Indikatorkeime für eine Bewertung der mikrobiologischen Qualität							
Indikatorkeime	Aerobe, mesophile Bakterien			Schimmel- und Schwärzepilze			Hefen
		Pseudomonaden, Enterobakterien, Gelbkeime, sonstige Bakterien	Bacillus spp., Staphylokokken/ Mikrokokken	Streptomyceten	Schwärzepilze, Acremonium spp., Verticillium spp., Fusarien, Aureobasidium spp., sonstige Schimmelpilze	Aspergillen, Penicillien, Wallemia spp., sonstige Schimmelpilze	Mucoraceen
Organismen gelten als	produkttypisch (feldbürtig)	verderbanzeigend	verderbanzeigend	produkttypisch (feldbürtig)	verderbanzeigend	verderbanzeigend	verderbanzeigend

Tabelle 2: 4 Qualitätsstufen zur mikrobiologischen Bewertung von Futtermitteln

Qualitätsstufe	Keimgehalt überschreitet den Orientierungswert	Qualitätsbewertung
1	nicht	normal
2	bis zum 5-Fachen	geringgradig herabgesetzt
3	bis zum 10-Fachen	herabgesetzt
4	mehr als das 10-Fache	verdorben

Basis für die Qualitätsstufe ist der Keimgehalt an ausgewählten Mikroorganismen

orme Veränderungen abgespielt haben.

Die Ergebnisse zeigen aufschlussreiche Entwicklungen: Die Verteilung der Keimzahlen an Bakterien, Hefen, Schimmel- und Schwärzepilzen weist bei den einzelnen Kornarten Unterschiede auf; die Keimbelastung und das Keimpektrum ist bei Hafer umfangreicher als bei Gerste oder Weizen.

Belastungen mit Fusarien und Aspergillen haben abgenommen

Bestimmt man die Anzahl der Proben, die bestimmte Keimgehalte überschreiten, so können interessante Vergleiche angestellt und Entwicklungen erkannt werden. Diese aktuellen Untersuchungen zeigen, dass sich die Keimzahlbelastung bei wirtschaftseigenem Getreide in den vergangenen Jahrzehnten erkennbar verbessert hat. Aspergillen – typische Indikatoren eines Lagerbefalls – spielen in wirtschaftseigenem Getreide im Gegensatz zu früheren Jahrzehnten keine herausragende Rolle mehr.

Die Bedeutung der Penicillien sowie der Fusarien, die ebenso

wie die Aspergillen gefürchtete Mykotoxinbildner sind, hat in der Summe ebenfalls abgenommen, wenngleich sie in mehr oder weniger vielen Proben noch vorhanden sind. Auch die Belastung mit Mucor/Rhizopus-Arten hat deutlich abgenommen – Schimmelpilzen, die auf zu hohe Wassergehalte hindeuten.

Der Keimbesatz mit typischen Feldpilzen wie Alternaria/Epicoccum/ Cladosporium- Arten und Hefen reduzierte sich dagegen weniger auffällig und lag teilweise über den Werten, die in den letzten Jahrzehnten gefunden wurden. Auffällig ist auch, dass Schimmelpilze der Gattung Acremonium in vielen Proben mit hohen Keimgehalten nachweisbar waren. Dies deckt sich mit aktuellen Untersuchungen, die bei Stroh durchgeführt wurden.

Analytik auf Leit-Toxine sollte angepasst werden

Die gängige Mykotoxin-Analytik auf so genannte Leit-Toxine zur Bewertung des Hygienestatus sollte überdacht und angepasst werden. Tatsächliche mikrobiologische Belastungen und



Typisches Aussehen von Stroh im Erntejahr 2011. In Proben waren sehr hohe Keimgehalte an Schwärzepilzen, Hefen und Acremonien nachweisbar.

Tabelle 3: Häufigkeiten einiger Pilze bei ausgewählten Getreidearten

	Weizen			Gerste			Hafer		
	1965-1980 > 50 Tsd. KBE/g	2009/10/11 (n=24) > 50 Tsd. KBE/g	> 5 Tsd. KBE/g	1965-1980 > 50k KBE/g	2009/10/11 (n=30) > 50k KBE/g	> 5k KBE/g	1965-1980 > 50k KBE/g	2009/10/11 (n=27) > 50k KBE/g	> 5k KBE/g
Alternaria/Epicoccum/ Cladosporium-Arten	38,0	8,7	31,3	40,6	16,7	40,0	70,9	53,5	67,8
Fusarium spp.	14,3	-	-	12,5	-	10,0	16,4	12,1	27,1
Verticillium spp.	+	-	-	-	-	-	14,5	1,8	1,8
Acremonium spp.	k.A.	-	8,7	k.A.	6,7	20,0	k.A.	46,2	61,8
Hefen	38,0	10,9	46,6	31,2	40,0	80,0	63,6	70,8	81,5
Penicillium spp.	57,1	-	6,1	81,2	-	3,3	60,0	13,2	18,0
Aspergillus spp.:									
- A. candidus	33,3	-	-	59,4	-	-	30,9	-	-
- A. flavus	14,3	-	-	18,7	-	-	12,7	-	-
- A. fumigatus	9,5	-	-	9,4	-	-	14,5	-	-

Angegeben sind die Anzahl der Proben (%) der Erntejahre 2009-2011, in denen mehr als 50 Tausend bzw. 5 Tausend Schimmelpilze nachgewiesen werden konnten. Die Zahlen stehen im Vergleich zu Untersuchungen der LUFA Speyer aus den Jahren 1965-1980. n = Probenanzahl, KBE/g = Kolonie-bildende Einheiten pro Gramm, k.A. = keine Angaben, + = Häufigkeiten unter 5 %, - = jeweiliger Pilz nicht nachweisbar

Gefährdungen werden dadurch möglicherweise nicht erkannt. Aspergillen sind praktisch nur noch in Ausnahmefällen vorhanden: die Analyse des Mykotoxins Ochratoxin A ist daher im Wesentlichen in begründeten Schadensfällen sinnvoll, da es vorzugsweise von Aspergillus ochraceus gebildet. Dieser gefährliche Schimmelpilz ist aus wirtschafts eigenem Getreide praktisch verschwunden.

Die Häufigkeit und die Keimzahlbelastung von Getreide mit Fusarien hat sich signifikant verringert: die Bestimmung der klassischen Leit-Toxine Deoxynivalenol und Zearalenon ist dennoch in vielen Fällen auch weiterhin hilfreich. Bei Getreide, Maissilagen, Maiskörnern und dessen Verarbeitungsprodukten treten immer wieder erhöhte Mykotoxinwerte auf.

Durch die Ergebnisse wird deutlich, dass sich die Keimzahl stark verringert

hat, die einzelnen Proben aber häufig noch mit Fusarien belastet sind. Gerade hohe Gehalte an Fusarientoxinen können wie die Praxis zeigt fatale Folgen für die leistungsorientierte Tierhaltung haben.

Veränderungen bei der Strohqualität

Die für Getreidekörner erkennbare Entwicklung zu geringeren Keimzahlen trifft jedoch nicht für das Getreidestroh zu, das in der Regel als Einstreu Verwendung findet. Wegen seiner Strukturwirksamkeit hat Stroh aber noch immer in verschiedenen Bereichen auch eine Bedeutung als physiologisch nützlich Futtermittel.

Bei Stroh zeigen Vergleichsuntersuchungen der letzten Jahrzehnte, dass sich die Keimzahlen und das Keimspektrum auffällig erhöht haben. Die Werte für Bakterien, Hefen, Schimmel- und Schwärzepilze haben sich teilweise um den Faktor 10 und mehr erhöht. Gerade im Erntejahr 2011 waren durch die Witterungsbedingungen sehr hohe Keimgehalte vorhanden.

Vorherrschend waren Kontaminationen mit Schwärzepilzen und Hefen, die auch im Getreide zu den dominierenden Mikroorganismen zählten. Hier belegen die Keimzahlbestimmungen der letzten Jahrzehnte, dass sich die Qualität offenbar durch veränderte Erntetechniken, Lagerformen und Lagerbedingungen verschlechtert hat. Entsprechende Auswirkungen durch mikrobiologisch belastetes Stroh auf die Tiergesundheit und Leistung können hier nicht ausgeschlossen werden.

Mykotoxinanalysen helfen hier nicht weiter, wie in verschiedenen Studien gezeigt wurde. Tierhalter sollten

diese Feststellung bei Verwendung von Stroh berücksichtigen und auf eine angemessene mikrobiologische Qualität achten.

Keimzahlbestimmung als wichtiges Bewertungskriterium

Die konsequente Prüfung der mikrobiologischen Beschaffenheit von Futtermitteln hat in den letzten Jahrzehnten zu einer bemerkenswerten Verbesserung der Futtermittelhygiene geführt und damit eine wesentliche

Auf einen Blick



Die Ergebnisse weisen deutlich eine veränderte Situation hin, die eine Neugewichtung beziehungsweise Neuausrichtung der gängigen Mykotoxin-Analytik sinnvoll erscheinen lassen: Aspergillen und Fusarien haben an Bedeutung verloren, Schwärzepilze, Hefen und andere Schimmelpilze dagegen zugenommen. Hier eignet sich insbesondere die klassische mikrobiologische Keimzahlbestimmung zur Abschätzung der Verfütterbarkeit und des Hygienestatus.

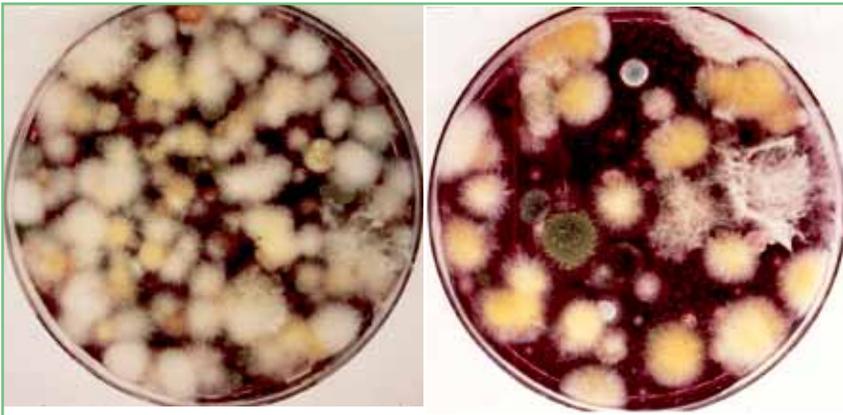
Viele dieser Schimmelpilze produzieren schädliche Stoffwechselprodukte: Weit über 500 verschiedene Mykotoxine sind bis heute bekannt. In vielen Fällen existiert noch keine oder nur eine unzureichende Routine-Diagnostik, so dass nur über die Bestimmung der Mikroorganismen die Abschätzung einer Gefährdung möglich ist.

Straub

Tabelle 4: Durchschnittliche Keimgehalte von ausgewählten Schimmelpilzen/Hefen

	Weizen (n=32)	Gerste (n=30)	Hafer (n=27)
Alternaria/Epicoccum/ Cladosporium-Arten	13.500	21.200	544.000
Fusarium spp.	250	1.600	10.000
Verticillium spp.	20	-	2.000
Acremonium spp.	1.700	24.800	459.000
Hefen	27.900	107.300	834.000
Penicillium spp.	3.700	670	38.000
Aspergillus spp.	7.900	3.100	700
Aspergillus- Glaucus-Gruppe	1.800	1.700	119.000
Mucor/Rhizopus-Arten	800	100	-
Sonstige	2.900	4.200	40.000

Angegeben sind die durchschnittlichen Keimgehalte pro Gramm der Erntejahre 2009-2011. n = Probenanzahl, KBE/g = Kolonie-bildende Einheiten pro Gramm, - = jeweiliger Pilz nicht nachweisbar



Schimmelpilzkolonien auf Agarplatten. Die in Getreide vorhandenen Schimmelpilze (z.B. Fusarien, linkes Bild) lassen sich auch in den daraus hergestellten hofeigenen Mischfuttermitteln wieder nachweisen (rechtes Bild). Die zählbaren Kolonien werden zur Bestimmung der Keimzahl in Futtermitteln herangezogen und als Kolonie-bildende Einheiten pro Gramm (KBE/g) angegeben. Die Anzahl der gezählten Kolonien spiegelt die ursprünglich vorhandene Keimzahl wider.

Grundlage der modernen Hochleistungslandwirtschaft geschaffen. Trotz aller Bemühungen gibt es – wie das Beispiel der Strohqualität veranschaulicht – auch negative Entwicklungen, bei der die Mikrobiologie auch künftig im Focus stehen muss.

Auch das Getreide der letzten Erntejahre weist noch immer messbare hohe Keimgehalte einzelner Schimmelpilze und Hefen auf. Die Ergebnisse machen aber auch klar, dass sich das Keimspektrum auf Futtermitteln verändern kann und bisher wenig relevante

Mikroorganismen (wie zum Beispiel Acremonien) in Futtermitteln vermehrt auftreten können.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die mikrobiologische Keimzahlbestimmung ein bewährtes und leistungsfähiges Analysenverfahren ist, das ein breites Spektrum an möglichen Gefährdungen für den Tierbestand erkennt: Infektionserreger (Enterobakterien, Staphylokokken), klassische Verderbanzeiger (Streptomyceten), bekannte Allergieförderer (z.B. Aspergillen), Feuchtigkeitsindikatoren (z.B. Mucraceen), feldbürtige Schimmelpilze (z.B. Schwärzepilze), potente Mykotoxinbildner (z.B. Fusarien) oder mögliche Auslöser eines Lagerbefalls (z.B. Hefen) – um nur eine Auswahl nennen.

Die Ergebnisse einer fachlich fundierten mikrobiologischen Untersuchung ermöglichen damit eine profunde Ursachenanalyse und adäquate Gegenmaßnahmen, die – wie die Ergebnisse anschaulich zeigen – die mikrobiologische Qualität in den letzten Jahrzehnten außerordentlich verbessert haben.

*Dr. Gerhard Strauß,
LUFA Speyer*