

# Einfluss der Getreideart auf physikalische Kenngrößen von Feuchtgetreide

*Das Interesse an der Verwertung von Feuchtgetreide nimmt aufgrund tendenziell steigender Energiekosten zu. Versuche mit verschiedenen Getreidearten ergaben, dass es deutliche Unterschiede bezüglich physikalischer Kenngrößen gibt, die für die Qualitätserhaltung von Feuchtgetreidekonservaten eine hohe Bedeutung haben.*

Während in Mitteleuropa die Ernte von Getreide mit einem Feuchtegehalt über 20 % die Ausnahme darstellt, wird in Regionen mit ungünstigeren Erntebedingungen wie in Skandinavien und Großbritannien regelmäßig mit Feuchtegehalten bis über 30 % geerntet. Bereits bei einem Feuchtegehalt von mehr als 14 % kann Getreide ohne entsprechende Maßnahmen nicht ohne hohes Verderbrisiko gelagert werden.

Für Marktfrüchte ist die Trocknung auf Feuchtegehalte unter 14 % die gängigste Konservierungsmethode. Die Kosten dafür sind in den letzten fünf Jahren aufgrund der

Lagerungskosten zu senken und die Qualität von Feuchtgetreidekonservaten zu erhalten [2]. Die qualitätsbestimmenden Einflüsse wurden in Labor- und Praxisversuchen untersucht.

## Material und Methode

Zur Ernte 2006 wurde Gerste mit Feuchtegehalten von 31 und 16 % sowie Weizen mit 28 und 21 % Feuchte mit einem Axialmäh-drescher (John Deere, CTS 9780) geerntet.

Mit einer Folienschlauchpresse mit integrierter Getreidequetsche (Crimper Bagger, Typ Murska 2000 2x2) wurden nachfolgend jeweils etwa 13 t des Feuchtgetreides in Folienschläuche mit einer Länge von 7 bis 8 m gepresst.

Der Walzenabstand in der Getreidequetsche betrug 0,1 mm und war somit geringer gewählt als der vom Hersteller empfohlene Minimalabstand von 0,3 mm, um eine maximale Zerkleinerung durch die Quetsche zu erreichen. Zur Bewertung des Einflusses eines chemischen Silierzusatzes der Wirkungsrichtung 2 (Verbesserung der aeroben Stabilität) wurden von jeder Getreideart und Feuchtestufe ein Schlauch mit 4 l Kofa-grain-pH-5 je Tonne Frischmasse behandelt, ein zweiter Schlauch enthielt die unbehandelte Kontrolle. Die gewählte Aufwandmenge basiert auf Versuchen des Vorjahres [3].

Zur Ermittlung der Gärqualität, der Gärverluste sowie des Temperaturverlaufs innerhalb der Schläuche über die Lagerdauer wurden Bilanznetze mit Temperaturloggern nach einer modifizierten „buried bag-Methode“ eingelegt [3]. Die Bilanznetze wurden in vierfacher Wiederholung mit einem Abstand von 1 m in Längsrichtung eingelegt. Die Schläuche wurden gleichzeitig Ende September nach einer Lagerdauer von etwa zwei Monaten geöffnet. Anschließend erfolgte über 18 Tage eine zweitägige Entnahme von etwa 30 cm mit einem Siloblockschneider. Aus den Bilanznetzen wurden nach einer Rückwaage Proben für die Analyse der Gärqualitätsparameter und Keimgehalte gezogen.

Nach Entnahme der letzten Bilanznetze wurden am 19. Tag nach Schlauchöffnung

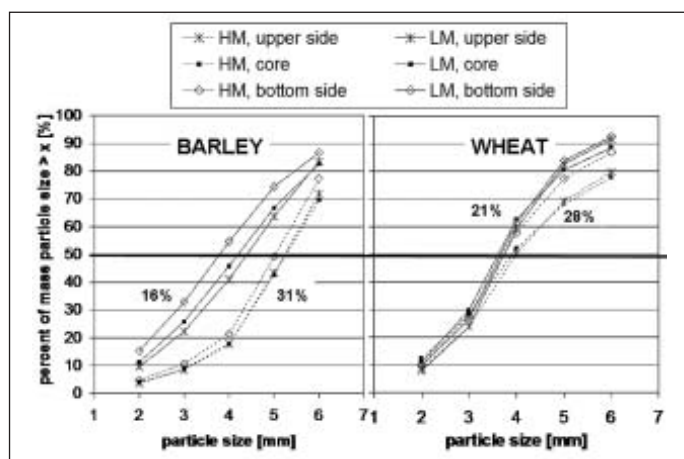


Bild 1: Partikelgrößenverteilung von gequetschtem Feuchtgetreide in Abhängigkeit von Einlagerungsfeuchte und Entnahmeposition am Folienschlauch

Fig. 1: Particle size of crimped grain versus moisture content (W.B.) at storing and position of extraction at the silage bag

M.Sc. Momme Matthiesen ist wissenschaftlicher Mitarbeiter, Dr. Andrea Wagner ist Privatdozentin, Prof. Dr. Wolfgang Büscher ist Leiter der Abteilung „Verfahrenstechnik der Tierischen Erzeugung“ am Institut für Landtechnik der Universität Bonn, Nussallee 5, 53115 Bonn; e-mail: m.matthiesen@uni-bonn.de

## Schlüsselwörter

Feuchtgetreide, physikalische Kenngrößen, Folienschlauch, aerobe Stabilität

## Keywords

Moist grain, physical parameters, silage bag, aerobic stability

## Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 07402 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/localliteratur.htm> abrufbar.

höheren Energiekosten jedoch über 20 % gestiegen, so dass bei Feuchtegehalten von 16 % Trocknungskosten von etwa 10 €/t, bei 20 % Feuchte bereits von etwa 25 €/t anfallen. Lagerungsverfahren, die eine Konservierung von Getreide ohne vorherige Trocknung ermöglichen, werden daher zunehmend interessant. Es können sowohl ganze Getreidekörner als auch gequetschte oder gemahlene Körner eingelagert werden. Werden für letztere geringere Lagerungsdichten als 1000 kg/m<sup>3</sup> erreicht, sind ab Feuchtegehalten von 16% mindestens 6 l Propionsäure je Tonne Frischmasse für eine stabile Lagerung notwendig [1].

Das Folienschlauchverfahren, bei dem erntefrisches Getreide mit hohen Feuchtegehalten in einem Arbeitsgang gequetscht, optional mit Siliermittel besprüht und in einen Folienschlauch gepresst wird, verspricht die

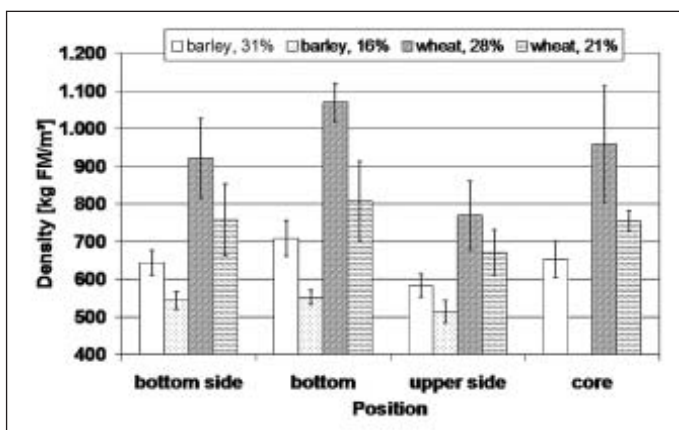


Bild 2: Lagerungsdichte von gequetschtem Feuchtgetreide (Gerste und Weizen) unterschiedlicher Feuchtegehalte an verschiedenen Positionen im Folienschlauch

Fig. 2: Density of crimped barley and wheat with different moisture contents (W.B.) at various positions within the silage bag

Aufnahmen der Anschnittsfläche mit einer Thermografiekamera gemacht.

Die Lagerungsdichte wurde an verschiedenen Positionen der Anschnittsfläche mit einem Stechzylinder (10 cm Durchmesser und 20 cm Tiefe) ermittelt.

Zur Bestimmung der Partikelgrößen wurde 200 g Material aus den Stechzylindern bei 105 °C getrocknet und mit einem Siebturm in die Partikelgrößen ≤ 2 mm, 2 bis 3 mm, 3 bis 4 mm, 4 bis 5 mm, 5 bis 6 mm und ≥ 6 mm fraktioniert.

Weiterhin wurden zum Zeitpunkt der Einlagerung entnommene Proben mit einer Materialprüfmaschine (Maximaldruck 0,2 MPa) auf ihre mögliche Verdichtung untersucht [3].

## Ergebnisse und Diskussion

Die Ernte von Feuchtgetreide im unüblichen Feuchtebereich von 30% ergab unter den Bedingungen von 2006 keine technischen Probleme. Das Erzielen einheitlicher Feuchtegehalte ist jedoch nur bedingt möglich, da zum einen durchschnittliche tägliche Feuchteabnahmen von bis zu 3% registriert wurden und andererseits Tagesschwankungen von bis zu 5% auftreten können.

Der Einfluss des Feuchtegehaltes auf die Zerkleinerung durch die Getreidequetsche wird in Bild 1 dargestellt. Während bei der Gerste eine deutliche Zunahme der mittleren Partikelgröße mit zunehmendem Feuchtegehalt zu erkennen ist, sind die Unterschiede bei Weizen geringer. Ein Grund dafür liegt im Aufbau der Getreidekörner. Die Spelzen der Gerste reduzieren bei steigendem Feuchtegehalt die Zerkleinerung der Körner durch Quetschwalzen zunehmend, so dass weniger Bruchstücke auftreten und die Körner in zunehmendem Maße gequetscht und damit größer werden. Des Weiteren wird deutlich, dass die durchschnittliche Partikelgröße auch von der Entnahmeposition abhängig ist. Im unteren Bereich des Folienschlauches sind geringfügig mehr Partikel < 3 mm auf-

zufinden. Durch die rotierende Förder-schnecke und den Pressdruck wird das Getreide im Mündungsbereich der Förder-schnecke zusätzlich zerkleinert.

Die Spelzen der Gerste bedingen neben der Reduzierung des Zerkleinerungsgrades auch eine größere Rückfederung des verdichteten Materials, was zu einer deutlich verringerten Verdichtung gegenüber Weizen führt. Die Untersuchungen mit der Materialprüfmaschine ergaben, dass nach einer Verdichtung mit 0,2 MPa die Rückfederungen bei Gerste zu einer Abnahme der Lagerungsdichte um 28% (bei 31% Feuchte) und 17% (bei 16% Feuchte) führten. Bei Weizen hingegen nahm die Lagerungsdichte nur um 10% (bei 28% Feuchte) und 9% (bei 21% Feuchte) ab.

Bild 2 zeigt, dass die erreichbaren Frischmassedichten im Folienschlauch bei feuchter Gerste bei etwa 700 kg/m<sup>3</sup> liegen, bei feuchtem Weizen jedoch über 1000 kg/m<sup>3</sup> erreichen. Eine Zunahme des Feuchtegehaltes kann hier die zu erreichende Lagerungsdichte deutlich stärker erhöhen, als es bei Gerste möglich ist. Die trockenen Varianten weisen eine um jeweils 300 kg geringere Lagerungsdichte auf.

Durch die geringere erzielbare Dichte ist das Porenvolumen von gequetschter Gerste gegenüber Weizen deutlich größer. Dadurch ist der Gasaustausch bei Luftkontakt erhöht und ein Verderb setzt früher ein.

Bei Weizen ist der negative Einfluss des Feuchtegehaltes auf die Partikelzerkleinerung geringer. Kleinere Partikel lassen sich besser verdichten; das Porenvolumen sinkt. Bei steigendem Wassergehalt kommt es zu einer "Verkleisterung" der stärkehaltigen Weizenkörner, wodurch der Gasaustausch reduziert werden kann. Feuchtegehalte über 25% führen allerdings bei Weizen zu Verklumpungen, deren Auflösung bei der nachfolgenden Verwertung mit erhöhtem Arbeitsaufwand verbunden sein kann.

Die Untersuchungen zur aeroben Stabilität von Feuchtgetreide ergaben eine deutli-

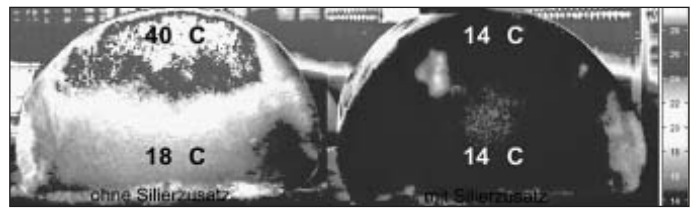


Bild 3: Thermografiebild von Gerste (31% Feuchte) im Folienschlauch. Links: Intensive Nacherwärmung der unbehandelten Variante im Randbereich; rechts: mit chemischem Zusatz kann eine Nacherwärmung deutlich verzögert werden

Fig. 3: Thermography picture of barley in the silage bag with 31% moisture content (W.B.). Left: Intensive secondary fermentation of the control variant; right: secondary fermentation can be decelerated significantly with a chemical additive

che Abhängigkeit von Getreideart und Einlagerungsfeuchte. Temperaturmessungen innerhalb der Schläuche und an der Anschnittsfläche dokumentierten den einsetzenden Verderbprozess. Bild 3 zeigt Aufnahmen einer Thermografiekamera, die 19 Tage nach Schlauchöffnung von Gerste mit einem Feuchtegehalt von 31% entstanden.

Ohne einen chemischen Silierzusatz setzt ein intensiver Verderb ein, der im Randbereich zu Temperaturen > 40°C führt. Ähnliche Ergebnisse wurden bei Weizen mit 21% Feuchte im Folienschlauch ermittelt. Mit einem chemischen Zusatz von 4 Liter je Tonne Frischmasse konnte bei allen Getreide- und Feuchtevarianten die Nacherwärmung im Untersuchungszeitraum von 18 Tagen unterdrückt werden. Bei unbehandeltem Weizen mit 28% Einlagerungsfeuchte war hingegen keine deutliche Nacherwärmung über den Untersuchungszeitraum zu ermitteln. Auch bei Feuchtegehalten zwischen 15 und 18% ist eine Nacherwärmung nicht unbedingt nachzuweisen. Die Ermittlung von Keimgehalten (Hefen, Schimmelpilze) zeigt jedoch, dass alle Varianten ohne einen chemischen Zusatz stark erhöhte Werte aufweisen, die einen Verderb bestätigen.

## Fazit

Getreideart und Einlagerungsfeuchte haben deutlichen Einfluss auf die Qualitätssicherung von Feuchtgetreidekonservaten. Bei Gerste führt eine Zunahme der Erntefeuchte zwar zu einer Erhöhung der Lagerungsdichte, die negative Beeinflussung der Zerkleinerung bedingt jedoch eine unzureichende Stabilität unter Lufteinfluss. Bei Weizen sind negative Effekte bezüglich der Zerkleinerung bei Zunahme der Erntefeuchte gering. Es können Lagerungsdichten erreicht werden, die per se zu hohen Stabilitäten führen können.

Der Einsatz eines chemischen Zusatzes ist für die Qualitätssicherung aller Feuchtgetreidearten zu empfehlen.