

Körnerkonservierung

Fabian Weigler, Jochen Mellmann

Kurzfassung

Globale Probleme wie Klimawandel und Bevölkerungswachstum zwingen die Landwirtschaft immer mehr zum Handeln. Sie muss immer produktiver werden, um die im Jahr 2050 auf 9 Mrd. Menschen angewachsene Weltbevölkerung zu ernähren. 2017 stand die Agritechnica unter dem Leitmotiv "Green Future – Smart Technology". Dieses Motiv spiegelt auch die technischen Entwicklungen im Bereich der Körnerkonservierung der letzten Jahre wieder. Die Hersteller präsentieren vielfältige Lösungen, mit denen die Landwirte noch effizienter und ressourcenschonender produzieren können sollen. Die Ressource Energie liegt nach Rohstoff und Personal an dritter Stelle im Kostengefüge landwirtschaftlicher Betriebe [1]. Der Trend zur weiteren Automatisierung von Prozessen, verbunden mit intelligenten Datenmanagementsystemen ist dabei ungebrochen. Auch die Forderung nach mehr Nachhaltigkeit dringt verstärkt auf die Höfe.

Schlüsselwörter

Körnerfrüchte, Trocknung, Belüftung, Kühlung, Feuchtkonservierung, Landwirtschaft 4.0

Grain preservation

Fabian Weigler, Jochen Mellmann

Abstract

Global challenges such as climate change and increase of human population increasingly force the worldwide agriculture to action. Agriculture must become more productive in order to feed a growing population that reaches 9 billion in 2050. The "Agritechnica" fair in 2017 had the guiding theme "Green Future – Smart Technology". This key note has also been reflected by the technological developments in the area of grain preservation over the last years. The producers present manifold technical solutions for more efficient and resources saving production of the farmers. Behind resources and personnel, the resource energy ranges at third position within the cost structure of agricultural enterprises [1]. The trend of further process automation is unbroken associated with intelligent data management systems. In addition, the farmers are increasingly faced with the requirements for sustainability.

Keywords

Grain, drying, ventilation, cooling, wet preservation, Agriculture 4.0

Allgemeines

Die Ernten 2017/18 waren durchwachsen. Während die gesamtdeutsche Getreideernte im Jahr 2017 sich nach den Rückschlägen im Vorjahr wieder auf ein Normalmaß einstellte und nur geringfügig unter dem Fünf-Jahres-Durchschnitt lag, war die Ernte 2018 vielen Orts weit unterdurchschnittlich [2]. Zwar lag der Weizenertrag auf Vorjahresniveau, jedoch brachte die Wintergerste ca. 30 Prozent weniger. Der Silomais musste notreif geerntet werden. Schuld waren der nasse Herbst 2017 und die Dürre 2018, die sich auch bereits negativ auf die Ernte 2019 auswirke.

Die landwirtschaftliche Produktion steht vor ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Herausforderungen. Die Aufgaben werden komplexer aufgrund der Vielfalt der landwirtschaftlichen Produkte und der Zielgruppen mit ihren individuellen Ansprüchen.

Beim Konservieren von Getreide sollten die Witterung und der spätere Verwendungszweck beachtet werden. Allgemein unterscheidet man für die verschiedenen Ausgangsbedingungen drei Arten der Körnerkonservierung. Das wohl gängigste Verfahren ist nach wie vor die Trocknung des Getreides auf Lagerfeuchte [3].

Um Feuchtigkeit und Wärme wirksam kontrollieren zu können und einen möglichst homogenen Getreidestapel zu erhalten, sollten Verunreinigungen aus dem Erntegut entfernt werden. Nur homogene Getreidestapel lassen sich durch gezielte Luftströmung trocknen und kühlen [4].

Soll das Getreide feucht verfüttert werden, kann es auch in einem gasdichten Lager oder Schlauch vor dem Kontakt mit Sauerstoff geschützt werden. Das luftdichte Lagern von Getreide kann jedoch nur bis zu einem Feuchtegehalt von 20 Prozent durchgeführt werden.

Beim dritten Verfahren wird das Getreide mit Hilfe von Säuren, wie Propion- oder Ameisensäure, konserviert. Die saure Atmosphäre tötet Schimmelpilze, Hefen und Bakterien ab und macht das Getreide so lange haltbar. Oft ist die Säurekonservierung das kostengünstigste Konservierungsverfahren. Außerdem hat es ernährungsphysiologische Vorteile, da die Säure die Futtereffizienz verbessert [3].

Im Zuge von Landwirtschaft 4.0 halten nun auch die Digitalisierung und Automatisierung Einzug in die landwirtschaftliche Konservierungstechnik. Durch deren Einsatz soll die Arbeitsproduktivität und vor allem die Arbeitseffizienz gesteigert werden. Jedoch schreitet die Umsetzung langsamer voran als in den Medien beschrieben. Jeder Landwirt muss entscheiden, was sich für seinen Betrieb lohnt, denn große Technologiesprünge gehen immer mit entsprechend hohen Anschaffungskosten einher.

Trocknung

In der Trocknungstechnik wird der Ruf nach energieeffizienten Trocknungsanlagen immer lauter [1]. Gleichzeitig steigen der Kostendruck und der Anspruch an die Qualität der Endprodukte. Einen hohen Stellenwert haben die Energie- und Treibstoffkosten. Der Anteil an den landwirtschaftlichen Gesamtkosten liegt bei etwa 13 Prozent [5].

Ein Schwerpunkt bei Trocknerneuentwicklungen ist die Anwendung von Virtual-Reality bzw. Augmented-Reality-Verfahren, die z.B. bei der Anlagenplanung, Inbetriebnahme und Prozessoptimierung eingesetzt werden. Einen hohen Stellenwert haben auch leichte Reinigbarkeit und Hygienic Design [6].

Die Bühler Business Unit Aerioglide zeigte auf der ACHEMA bandbasierte Trocknungssysteme mit einfachem Zugang zur Reinigung und Wartung. Beachtung von Hygienic-Design-Prinzipien wie schräge Flächen, integriertes CIP-System und Wolfram-Inertgas (WIG)-Schweißverfahren führen zu reduzierten Reinigungszeiten. Neben dem Anlagenbau ist Bühler Digital Services bestrebt, in Ausrichtung auf Internet of Things (IoT) und Industrie 4.0 voll vernetzte Anlagen zu realisieren, die sich selbstständig verbessern, indem kontinuierlich Informationen zwischen einzelnen Maschinen mit intelligenten Sensorsystemen ausgetauscht werden [6; 7].

Die intelligente Trocknersteuerung "Ecointelligence" der Firma Bühler vereint somit zahlreiche Vorteile: Neben klarer Prozessvisualisierung, übersichtlicher Rezeptverwaltung und vollständiger Nachverfolgbarkeit liefert diese Trocknersteuerung auch hilfreiche Diagnosemöglichkeiten und nivelliert Abweichungen zur gewünschten Zielfeuchte automatisch. Dies führt zu einer selteneren Übertrocknung und somit zu einem geringen Energieverbrauch [8].

Um die Trocknungsprozesse effizienter zu gestalten, suchte Riela nach einem zuverlässigen System für In-situ bzw. nach Prozess-Feuchtemesseinrichtungen. Die Wahl fiel auf das System Litronic-FMS der Fa. Liebherr, ein System zur Bestimmung der Feuchte in Schüttgütern und Materialien unterschiedlichster Industriebereiche. Die Sensoren werden im Trocknereingang und -ausgang installiert und überwachen direkt im Materialfluss den Feuchtegehalt des Produkts [9].

Am Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V. (ATB) wurden in Zusammenarbeit mit der Firma Neuero Forschungsarbeiten zur Energieeffizienzsteigerung bei der Getreidetrocknung durchgeführt [10]. Auf Grundlage umfangreicher experimenteller und numerischer Untersuchungen wurden zwei optimierte Apparategestaltungen für die Dächerschachttrocknung entwickelt, die auf der Trocknergeometrie des Durchlauf Trockners vom Typ NDT basieren [11].

Die Ingenieure der Petkus Technologie GmbH, Wutha-Farnroda, haben einen Fließbett-trockner "DF" konstruiert, dessen ungewöhnliche Z-Form auffällt, siehe **Bild 1**. Die Z-Form ist ein wahres Raumwunder, weil sie erstens höchst variable Batch- und Trocknungsregime ermöglicht und zweitens außerdem eine hohe Kapazität bei gleichzeitig geringer Stellfläche vorweist. Pro Quadratmeter Stellfläche wird nahezu die doppelte Siebfläche und damit eine höhere Trocknungsleistung erzielt [12].

Die Satz-trocknung in sogenannten Silotrocknern ist in den vergangenen Jahren aufgrund ihrer betriebswirtschaftlichen Vorteile sowie des niedrigen Verbrauchs an Wärmeenergie immer interessanter geworden. Die Silotrockner werden in der Raps- oder Getreidetrocknung meist im Zwei-Tages-Rhythmus betrieben.

Im Gegensatz zu allen Satz- und Durchlauf-trocknungsverfahren, die immer bei konstanten Trocknungstemperaturen betrieben werden, arbeitet die Lagerbelüftungstrocknung immer mit

gleichbleibender relativer Luftfeuchte in der Trocknungsluft. Deshalb sollte die Regelung derartiger Anlagen immer sensorgestützt erfolgen, um einen optimalen und störungsfreien Prozess gewährleisten zu können. Die Trocknungsluft wird nur sehr gering angewärmt, dadurch dauert der Trocknungsvorgang aber in den meisten Fällen 10 bis 15 Tage.

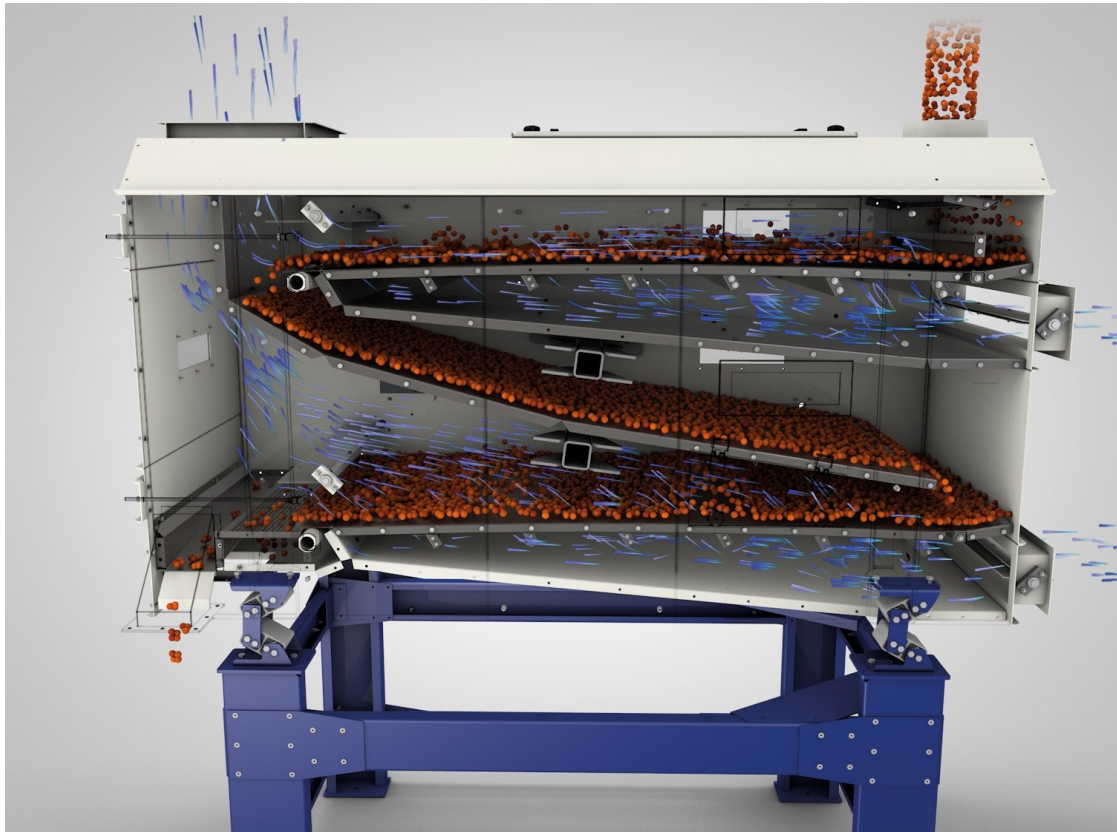


Bild 1: Schema eines Fließbett-Trockners "DF" mit ungewöhnlicher Z-Form: (Grafik: PETKUS Holding GmbH).

Figure 1: Scheme of a fluid bed dryer "DF" with unusual Z-shape: (Graphic: PETKUS Holding GmbH).

Lagerung

Warum ist die Pflege von Körnerfrüchten im Lager unbedingt notwendig? Diese Frage stellen sich Verantwortliche für das Lagern von Körnerfrüchten vor allem nach der Ernte jedes Jahr aufs Neue [13].

Der Nachreifeprozess von Körnerfrüchten geschieht heutzutage im Lager. Das Beherrschen dieses Prozesses erfordert immer häufiger eine hohe Sachkunde des Lagerverantwortlichen und ein gezieltes technisch-technologisches Handeln [13; 14]. Was geschieht während dieses Nachreifeprozesses, welche Faktoren bestimmen das Klima und was bewirken negative Klimaveränderungen in der Körnerschüttung?

Im Lager schaffen eine Reihe von Faktoren optimale Lebensbedingungen für Schädlinge und Mikroorganismen. Neben der Kornfeuchte sorgen vorhandene Nährstoffe im Korn dafür, dass Kleinstlebewesen ausreichend Nahrung haben. Darüber hinaus spielen die Temperatur im Lager, der pH-Wert und der Sauerstoffgehalt eine wesentliche Rolle für die Entwicklung

von Schädlingen. Ein Befall der neuen Ernte geht häufig von Schädlingen aus überlagerten Vorräten von Getreide oder Futtermitteln aus. In den Lagerräumen können sie aber auch in Ritzen, Ecken, Fugen oder Schächten sowie Fördereinrichtungen, Maschinen und Geräten überleben. Dem stehen verschiedenste Maßnahmen entgegen, um Getreidelager für die nächste Ernteperiode zu sichern [3; 15].

Bei unsachgemäßer Lagerung können sehr hohe Qualitäts- und Mengenverluste des sehr sensiblen Lebensmittels-Getreides auftreten. Praxisratgeber [16] bieten einen guten Überblick, wenn es um die Frage geht, für wen die Getreidelagerung interessant ist und welche Voraussetzungen geschaffen werden müssen.

Auch die Silierung in Folienschläuchen der BAG Budissa Agroservice GmbH aus Bautzen erfreut sich als flexible Lagervariante nach wie vor großer Beliebtheit [17]. Vorteile der Lagerung in Folienschläuchen sind:

- luft- und wasserdicht,
- sofortiger Luftabschluss,
- UV-stabil,
- sauber und futterhygienisch,
- leistungsfähig,
- geringe Investition,
- kurze Amortisation,
- feuchte und trockene Produkte können gelagert werden,
- passend für jede Betriebsgröße.

Belüftung und Kühlung

Getreide atmet weiter, wenn es gelagert wird – dies sollte für einen Lagerverantwortlichen kein Geheimnis sein. Mit dem Getreidebelüftungssystem Polycool der Fa. Evans & Pearce lassen sich Getreide, Raps oder Kartoffeln effizient belüften. Das System ist aus 35 Jahren Forschung und Entwicklung hervorgegangen. Das Polycool-Getreidebelüftungssystem setzt sich aus einer Säule und einem Gebläse zusammen und wird vertikal in die Getreideschüttung eingebracht. Durch die Verwendung eines widerstandsfähigen Hightech-Kunststoffs sind die Belüftungssäulen robust und unzerstörbar [18].

Um die Erntequalität zu sichern, ist es zwingend erforderlich, Getreide- und Ölsaaten schnell auf lagerstabile Verhältnisse zu bringen. Stand der Technik dafür sind vollautomatisch arbeitende Getreidekühlgeräte. Eine ökologische Getreidekonservierung verspricht das Unternehmen FrigorTec GmbH. Dabei saugt ein Gebläse die Umgebungsluft an und kühlt diese in einem Luftkühler (Verdampfer) auf die gewünschte Temperatur ab. Eine nachgeschaltete "HygromatTM"-Einrichtung erwärmt vollautomatisch die kalte Luft wieder. Dadurch wird die relative Feuchte gesenkt und den Verhältnissen der Getreideschüttung angepasst. Diese kalte und getrocknete Luft wird über Luftverteilungssysteme des Flachlagers oder der Siloan-

lage durch das Getreide gedrückt [19]. Zu den wichtigsten Belüftungseinrichtungen zählen Wellblechkanal, Unterflurkanal, Belüftungsschlauch, Belüftungskonus und Teleskopkanal.

Bei der sogenannten Nachreife summieren sich alle Lebensäußerungen im Korn. Stoffwechselfvorgänge vor allem der Mikroflora laufen im Nachreifeprozess ab. Das Korn atmet. Ein Luftaustausch in der Schüttung ist von Zeit zu Zeit zwingend notwendig. Welche wichtigen Kenntnisse nützen dem Lagerverantwortlichen, wenn er das Belüften richtig anwenden möchte? Mittels der Belüftungstabelle nach Dr. Theimer können Luftparameter ermittelt werden, die zur Belüftung von Getreide bzw. Raps mit einer Basislagerfeuchte von 14 % bzw. 7 % unbedenklich geeignet sind. Ein daraus entstandener Tabellenschieber liefert sogar feuchtebezogene Werte. Eine Faustregel zum Belüften von Getreide besagt, dass man bedenkenlos belüften kann, wenn die Belüftungstemperatur mindestens 6 K, besser 7 K unter der Getreidetemperatur liegt [13; 14].

Innerhalb der Luftverteilungssysteme entstehen bei nichtbeachten der Grundregeln aufgrund von konstruktiven Unzulänglichkeiten schlecht oder nicht belüftete Zonen. Luftwiderstände treten im gesamten System auf; vorrangiges Augenmerk ist auf die Widerstände in der Schüttung zu legen. Sie sind von der Luftgeschwindigkeit in der Schüttung und von der Schütthöhe des Getreides abhängig. Messeinrichtungen im Lagerhaus zur Kontrolle der Belüftung sind unbedingt erforderlich. Mindestens empfohlen werden ein Thermometer für die Kornschüttung, eines für die Außenluft und eines für die Luft im Lager. Zusätzlich werden Hygrometer für die Außenluft und die Luft im Lager sowie ein Feuchteschnellbestimmer für Körnerfrüchte empfohlen [13; 14].

Silos sind die ideale Lösung, um die Ernte eines ganzen Jahres sicher zu lagern. Durch die innerbetriebliche Lagerung wird es möglich, den optimalen Vermarktungszeitpunkt abzuwarten und die besten Verkaufspreise zu erzielen. Dabei ist es umso wichtiger, dass die Qualität des Getreides erhalten bleibt. Hierfür bilden die Bintec Getreidesilos eine sichere Basis, um auch über längere Zeit das Erntegut einfach und sicher zu lagern. Durch die intelligente Steuerung und die strömungstechnisch aufeinander abgestimmten Komponenten erreichen Bintec-Siloanlagen bei der Lagerbelüftungstrocknung eine sehr hohe Energieeffizienz. Diese ist höher als die durch die BLE bestimmte Referenzanlage. Die hohe Effizienz der Anlage macht dadurch eine Förderung durch das Bundesprogramm zur Förderung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft und im Gartenbau möglich [20].

Feuchtkonservierung

Beim Silieren gilt als Grundregel, dass die Silos nach dem Einfüllen bis zur Entnahme mindestens vier, besser sechs Wochen, geschlossen bleiben. Je länger die Silos luftdicht geschlossen sind und der Gärungsprozess stattfinden kann, desto stabiler sind die Silagen nach der Entnahme. In der Praxis wird der Silomais jedoch teilweise einsiliert und gleich mit der Entnahme und der Verfütterung begonnen. In einer Studie von Agroscope (Schweiz) wurde untersucht, wie sich das Aussilieren direkt nach dem Einsilieren oder erst nach einer zweimonatigen Lagerdauer auf die Gärqualität, die mikrobiologische Qualität und die aerobe Stabilität auswirkte. Es zeigte sich, dass eine sofortige Entnahme der Silagen nach dem Einsilieren aufgrund der noch nicht abgeschlossenen Gärung, des erhöhten Keimbesatzes und

der Instabilität der Silagen nicht empfohlen werden kann. Bei den gelagerten Silagen kann zusätzlich durch eine Vergrößerung der Entnahmeschicht oder durch den Einsatz eines wirksamen Siliermittels der Keimbesatz reduziert und die aerobe Stabilität verbessert werden [21].

Zusammenfassung

Die Digitalisierung eröffnet den landwirtschaftlichen Unternehmen tatsächlich ganz neue Möglichkeiten, um effizienter zu arbeiten, Kosten zu reduzieren und dadurch wettbewerbsfähiger zu werden. Jedoch wird häufig ein rein technischer Lösungsweg diskutiert, wie Landwirte zukünftig digital arbeiten könnten. Branchenfremde Firmen wie Microsoft haben die Landwirtschaft für sich entdeckt und versuchen über Softwarelösungen die Landwirtschaft greifbar zu machen. Jedoch steht Landwirtschaft im Einklang mit Boden und Natur. Daraus ergibt sich eine große Chance, durch den Einsatz von Sensoren und Software natürliche Ressourcen besser zu begreifen und gezielt zu nutzen.

Literatur

- [1] Nelles, J.; Schraps, S. und Haak, F.: Mehr Ressourceneffizienz durch effektives Energiemanagement. *Mühle + Mischfutter* 154 (2017), H. 15, S. 454-458.
- [2] Becker-Weigl, M.: Alles blickt auf die neue Ernte. *Getreidemagazin* 23 (2017), H. 3, S. 32-33.
- [3] Herrmann, W.: Haltbar machen. *Agrarheute Schwein*, August (2018), S. 30.
- [4] Schütz, S. und Kolb, R. E.: Sichere Kornlagerung durch Reinigen, Trocknen und Kühlen. *Mühle + Mischfutter* 154 (2017), H. 3, S. 68-69.
- [5] Zinke, O.: Die Kosten im Visier. *Agrarheute*, April (2018), S. 60-62.
- [6] Balke, T.; Fröhlich, J.; Gschwind, P. und Kohlus, R.: Achema 2018 - Trockner. *Chem.-Ing.-Techn.* 90 (2018), H. 12, 2011-2018.
- [7] Spear, S.: Wenn Wissen und Technologie verschmelzen. *Mühle + Mischfutter* 155 (2018), H. 16, S. 496-497.
- [8] Guster, P.: Industrielles Trocknungsverfahren. *Mühle + Mischfutter* 154 (2017), H. 3, S. 70-72.
- [9] Maier, T.: Prozess-Feuchtemessung im Getreidetrocknungsanlagen. *Mühle + Mischfutter* 154 (2017), H. 7, S. 196-197.
- [10] Weigler, F.; Scaar, H.; Franke, G. und Mellmann, J.: Optimization of mixed flow dryers to increase energy efficiency. *Drying Technology* 35 (2017) 8, pp. 985-993.
- [11] Weigler, F., Scaar, H., Franke, G., Kuhlmann, H., Grothaus, A. und Mellmann, J.: Verfahrenstechnische Optimierung von Schachttrocknern zur Trocknung landwirtschaftlicher Ernteerzeugnisse. *Landtechnik* 73 (2018), H. 6, S. 204-2014.
- [12] Knörzer, H.: Trocknungsprozesse optimieren. *Mühle + Mischfutter* 154 (2017), H. 3, S. 66-67.

- [13] Humpisch, G.: Pflege von landwirtschaftlichen Körnerfrüchten nach der Einlagerung. Mühle + Mischfutter 154 (2017), H. 14, S. 768-771.
- [14] Humpisch, G.: Fehler bei der Lagerung von Körnerfrüchten. Mühle + Mischfutter 155 (2018), H. 15, S. 460-463.
- [15] Merz, F.: Das Getreidelager schützen. Getreidemagazin 24 (2018), H. 4, S. 37-39.
- [16] Gengenbach, H.: Druschfrüchte sicher lagern. Getreidemagazin 23 (2017), H. 3, S. 47-49.
- [17] Möbius, J.: Flexible Lagervariante. Bauernzeitung (2018), H. 4, S. 35.
- [18] von Gehlen, C.: Getreide vor Schimmel und Insekten schützen. Getreidemagazin 23 (2017), H. 3, S. 54.
- [19] Grahn, U.: Rückschau auf die Getreide- und Futtermitteltechnik der EuroTier 2016. Mühle + Mischfutter 154 (2017), H. 11, S. 339-342.
- [20] Möbius, J.: Rundsilos flach und breit. Bauernzeitung (2018), H. 4, S. 32-34.
- [21] Wyss, U. und Pradervand, N.: Einfluss der Silierdauer auf die Qualität einer Maissilage. Agrarforschung Schweiz 8 (2017), H. 9, S. 348-353.

Autorendaten

Dr.-Ing. Fabian Weigler ist Mitarbeiter im Fachbereich 7 - Angewandte Biowissenschaften und Prozesstechnik der Hochschule Anhalt. Dr.-Ing. Jochen Mellmann ist Mitarbeiter in der Abteilung Technik der Aufbereitung, Lagerung und Konservierung am Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V. Potsdam.

| |
|--|
| <p>Bibliografische Angaben / Bibliographic Information</p> <p>Wissenschaftliches Review / Scientific Review Erfolgreiches Review am 03.02.2019</p> <p>Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation Weigler, Fabian; Mellmann, Jochen: Körnerkonservierung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2018. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2019. S. 1-8</p> <p>Zitierfähige URL / Citable URL https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201901211150-0</p> <p>Link zum Beitrag / Link to Article https://www.jahrbuch-agrartechnik.de/artikelansicht/jahrbuch-2016/chapter/koernerkonservierung.html</p> |
|--|