

# KOMPAKTERNTE



Demonstrator zur Erprobung des Kompakternteverfahrens, ein umgebauter Mähdrescher Fortschritt Arcus 2500.

*Kompakternteverfahren: Ein Fortschritt in Bezug auf Reststoffe, Rohstoffe und Klimaschutz?*

## Reststoffe besser nutzbar machen

Dr. Johann Rumpler, Leiter des Dezernats Technik an der Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt

*Ein positiver Nebeneffekt des Kompakternteverfahrens ist, dass mit der Streu auch Unkrautsamen geborgen werden und damit der Unkrautdruck sinkt.*

**D**as Kompakternteverfahren ist eine Variante des Mähdrusches, bei dem die landwirtschaftlichen Reststoffe Stroh und Spreu zusammen mit dem Korn vom Acker geborgen werden. Es bleibt nur jener Teil des Strohs auf dem Acker, der zum Humusaufbau und der Bodendeckung dienen soll. Die Bestandteile des Ernteguts werden in stationären Anlagen voneinander getrennt, wodurch beim Kompakternter im Gegensatz zu den aktuell erhältlichen Mähdreschern keine Reinigung benötigt wird.

Aktuell wird die zunächst in Bernburg begonnene Entwicklung auch vom Verein Agronym e. V. ([www.agronym.de](http://www.agronym.de)) weiter vorangetrieben. Dessen Mitglieder aus Wissenschaft, Praxis und Maschinenbau haben es sich zum Ziel gemacht, vielversprechenden Ideen aus Pflanzenbau und Bioökonomie den Weg in die Praxis zu

ermöglichen. Im Rahmen eines Feldtages nahe Bautzen wurde das Kompakternteverfahren in diesem Jahr an einem umgebauten Mähdrescher Arcus 2500 demonstriert.

### Landwirtschaftliche Reststoffe zunehmend gefragt

Reststoff-Rohstoff-Klimaschutz, diese Schlagwort-Kombination könnte künftig eine wichtige Rolle in der Debatte der Zukunftsfähigkeit der Landwirtschaft spielen. **Reststoffe** aus der landwirtschaftlichen Produktion sind seit Jahren auch für die industrielle Nutzung zunehmend begehrt. Beispielhaft für das rasante Wachstum steht die Entwicklung bei biobasierten Polymerproduktion (**Abb. 1**), bei denen sich das Marktvolumen im Zeitraum 2011 bis 2020 um das 3,5-fache erhöht hat. **Rohstoffe** erfordern eine durch qualitative und quan-

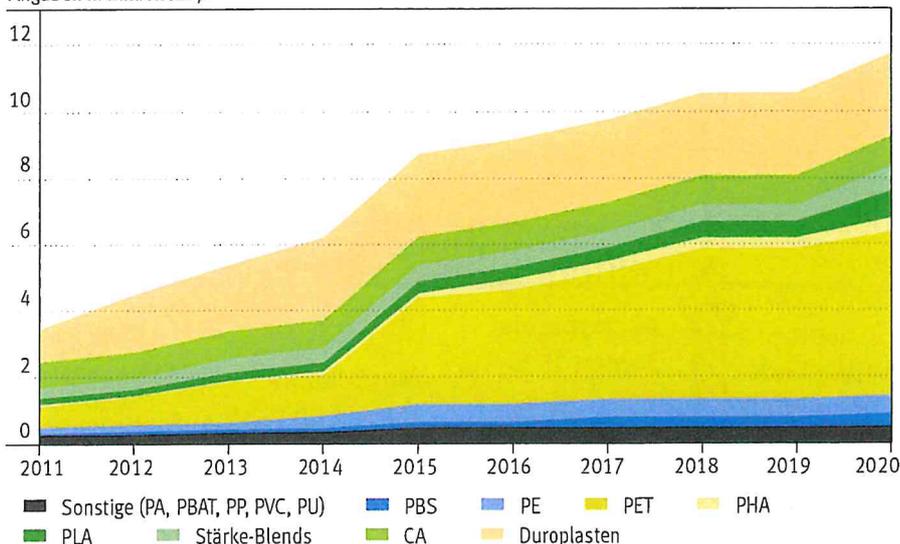
titative Ernte und Aufbereitung angepasste Konsistenz der Reststoffe für das Einbringen in industrielle Wertschöpfungsketten. Sie müssen somit mehr als „nur übrig“ sein. **Klimaschutz** ist in solchen Bereitstellungsketten eingepreister ökologischer und ökonomischer Bestandteil der zu erzeugenden Endprodukte. Ohne Kriterien zu Bodendruck, Kraftstoffeffizienz, Transporteffizienz oder Qualitätslagerung usw. werden weder die Erzeuger der Rohstoffe noch diejenigen der Endprodukte perspektivisch am Markt beständig sein.

**Aktueller Stand der Erntetechnik**

Seitens der Landwirtschaft und -technik ist die Getreideernte nach wie vor auf die qualitativ hochwertige und saubere Bergung des Kornes fokussiert. Bei aktuellen Entwicklungen ist die Steigerung der Leistungsfähigkeit im Rahmen der gegebenen Bauraumgrenzen von zentraler Bedeutung. Der Reststoff Stroh fällt an und wird aktuell über die Ballenlinie für einen seit Jahrzehnten eingespielten Bedarf geborgen. Der Anteil an Rundballenpressen (tendenziell ungünstige Transportform) ist mehrfach größer als derjenige der Quaderballenpressen. Spezielle Ballentransporter sind im Kommen, erreichen aber die nach StVZO möglichen Nutzlasten selten.

Mit dem Reststoff Spreu wusste man seit Jahrzehnten technisch und dem folgend wirtschaftlich nichts anzufangen. Es wird jedoch zunehmend klarer, dass angesichts des wachsenden Biomassebedarfs zukünftig

Angaben in Millionen t/a



Quelle: Marktstudie „Biobasierte Polymere in der Welt“, Carus et al., www.bio-based.eu/markets (2014)

© FNR 2014

**Legende**

- |                     |                                   |                          |
|---------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| CA: Celluloseacetat | PBAT: Polybutylenadipaterphthalat | PBS: Polybutylensuccinat |
| PP: Polypropylen    | PTT: Polytrimethylenterephthalat  | PE: Polyethylen          |
| PA: Polyamid        | PET: Polyethylenterephthalat      | PU: Polyurethan          |
| PLA: Polylactid     | PHA: Polyhydroxyalkanoat          | PVC: Polyvinylchlorid    |

**Abb. 1: Marktstudie zur Entwicklung Biopolymer-Produktion.**

darauf weder quantitativ noch qualitativ verzichtet werden kann. Allein der Anbau von ertragreichen Biomassepflanzen (z. B. Miscanthus) würde für das Äquivalent von etwa 10 Millionen Tonnen Spreu in Deutschland 670.000 ha guten Ackerboden erfordern. Zusammenfassend muss man einschätzen, dass Landwirtschaft und -technik auf die Herausforderungen wachsender industrieller Bedarfe nicht ausreichend vorbereitet sind.

Dafür spricht auch die Entwicklung der Strohpreise in einem trockenen Jahr wie 2018

(Abb. 3). Obwohl der Versorgungsengpass frühzeitig vor der Ernte einen zusätzlichen Bedarf erkennen ließ, stiegen die Preise sprunghaft, da neben Ertragseinbußen und Erntezeitdruck auch kein Material über das technische und organisatorische Maß hinaus bereitgestellt werden konnte. Dass auch die gegenteilige Situation, nämlich sehr feuchte Erntebedingungen, noch größere Gefahren insbesondere auch hinsichtlich der Vertragstreue in Lieferketten bergen kann, ist aus dem Vorjahr 2017 noch in Erinnerung.



**GROSSFLÄCHEN-MULCHER**  
**PEGASUS**



**Der spart viel Zeit und Geld.**

- für Heck- o. Schubbetrieb
- häckseln Mais, Stroh etc.

**Ideal für Lohnunternehmer und Großbetriebe!**

**Arbeitsbreiten 6,3, 8,0, 9,5 mtr.**

**F.X.S. SAUERBURGER** Traktoren & Gerätebau GmbH  
Im Bürgerstock 3 · D-79241 Wasenweiler · Tel. 07668-90320 · www.sauerburger.de

**www. Technik-Plus.eu**  
**Tel. +43 3472 21120** **A-8480 Mureck**



TP Klima Falke

**Ackerböden KLIMAFIT gestalten!**



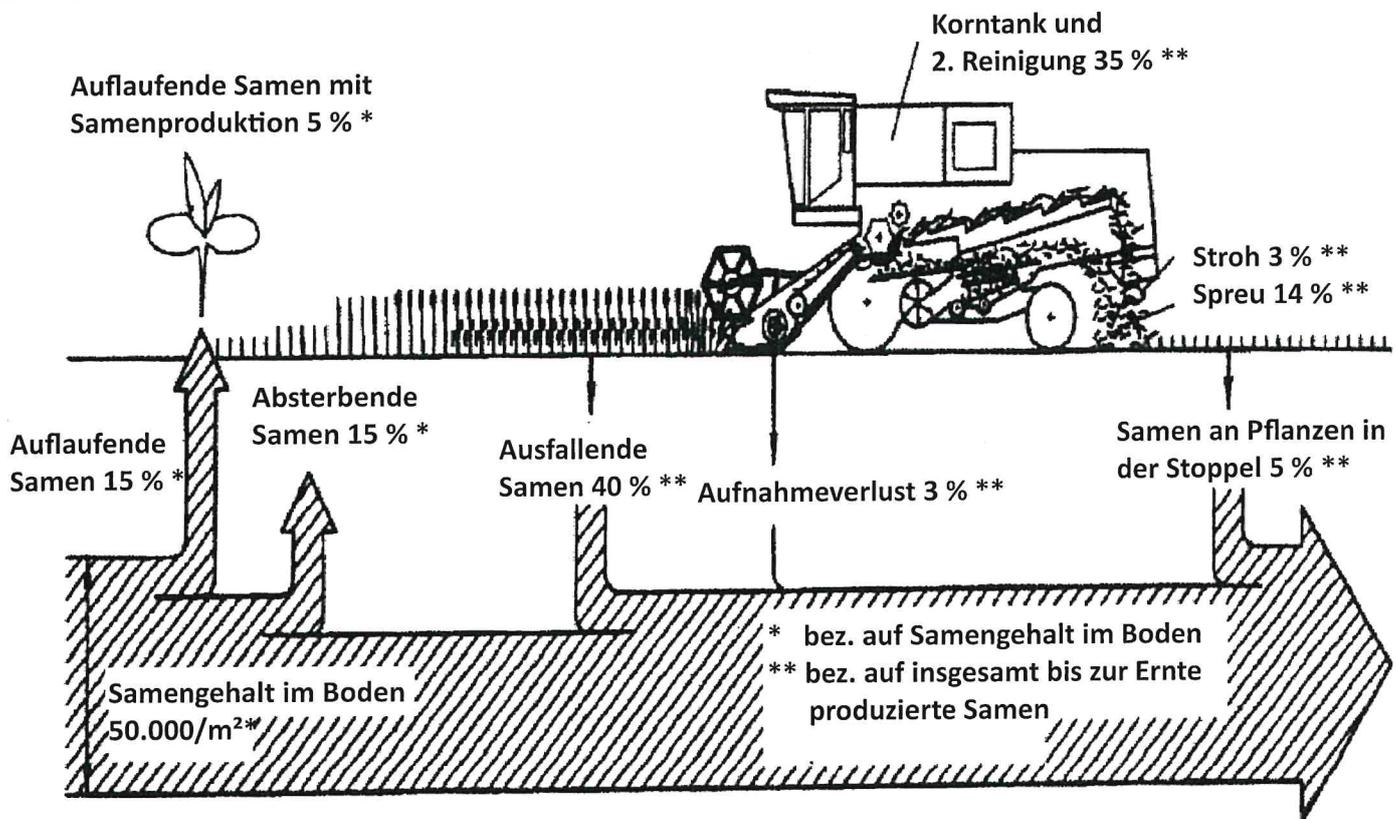


Abb. 2: Unkrautsamen beim Mähdrusch nach PETZOLD/KAHRS (Uni Hohenheim 1958 und 1998).

### Erntekette für selektive Bergung nötig

Von einer für Qualitätsrohstoffe erforderlichen selektiven Bergung und sicheren Bereitstellung ausgewählter Pflanzenteile nach Qualität und Quantität ist die Druschfruchterntekette damit insgesamt noch ein Stück entfernt. Seitens der Industrie (Biochemie u. a.) nimmt man durchaus Professionalität in der Herangehensweise an neue Prozesse an. In der eigenen Prozesstechnologie und Anlagentechnik ist dem auch so. Im Bereich der Forschung, in die auch Partner mit Bezug zur Landwirtschaft (beispielsweise über FNR-Projekte)

einbezogen werden, ist dies auch noch der Fall.

Geht es um die Bereitstellung der Rohstoffe in der vorgenannten Form, gibt es allerdings schon Probleme hinsichtlich der Einschätzung zum realen Potenzial der Landwirtschaft. Die Rohstoffe, das Ausgangsmaterial, wird über Lieferketten bereitgestellt und in möglichst gleichmäßig fließender Form („evenflow in feed“) dem eigentlichen industriellen Konversionsprozess zugeführt. Dieser in Abb. 4 dargestellte Prozess kann wie in Variante 1 für den Prozess optimierbar sein, Auswirkungen auf die konventionelle Bereitstellungskette

hat das jedoch kaum. Die Darstellung macht aber auch drei aktuell generelle Probleme deutlich:

1. Die Verfügbarkeit des geeigneten Rohstoffs wird vorausgesetzt, gegebenenfalls vielleicht sogar schon aufbereitet frei Werktor. Das wird mit einem Zirkelschlag um den geplanten Standort geprüft. Wer den Aufwand für eine vertragliche Bindung von 60.000 t Stroh jährlich wiederkehrend kennt, weiß wie fahrlässig diese Annahme sein kann. Hier sollten die Landwirte und ihre Organisationen regional vorab einbezogen werden.
2. Die symbolisch in der Abbildung dargestellte konventionelle Landtechnik wird als unproblematisch leistend gesehen. Für aktuelle Projekte mit 170.000 t Stroh (Papierfaserzusatz) und 300.000 t Stroh (biochemische Plattformprodukte) ist dies aber eindeutig nicht der Fall.
3. Die Industrie muss sich bei solchen Projekten und der vorgenannten Situation in der Landwirtschaft auch investiv an den vorgelagerten Prozessen beteiligen. Dessen ist man sich derzeit weniger bewusst.

AGRI TECHNICA<sup>®</sup>  
THE WORLD'S NO. 1  
Halle 11, Stand D34

K. Wallner  
Maschinen-Bau und Handel

Messerwalze

Harrow Carrier

Schneidscheiben

Hauptstr. 8-10  
94439 Roßbach-Münchs Dorf

www.wallner-maschinen.de  
info@wallner-maschinen.de

Tel: 08723/910134



**Abb. 3:** Strohpreisentwicklung 2018 in Deutschland.

Die industrielle Wertschöpfung aus landwirtschaftlichen Reststoffen über die Aufwertung zum Rohstoff erfordert somit seitens der Industrie, den Landwirt von Beginn an in die Projekt-Organisation einzubeziehen, ihn bei erforderlichen technischen und technologischen Entwicklungen zu unterstützen und sich auch finanziell an den Risiken der Vorprozesse zu beteiligen.

### So funktioniert das Kompakternteverfahren

Durch die Bergung der Spreu beim Getreidedrusch lässt sich weitere Biomasse erschließen und somit die Wertschöpfung erweitern. Das Kompakternteverfahren mit dem Zielprodukt eines Erntegemisches aus Korn, Stroh und Spreu wurde bereits in der **LOP-Ausgabe 06/2014** vorgestellt. Bei dem als Demonstrator modifizierten Mähdrescher Arcus 2500 wurde das Reinigungsaggregat entfernt. Da die Dreschrotoren durch sein Schachtrötorsystem bei der Maschine direkt hinter dem Schneidwerk sitzen, resultierte daraus ein besonders großer Raumgewinn. Korn und Spreu wandern beim Drusch in einen Sammeltrichter.

Das Stroh geht – je nach Einstellung – anteilig auf den Acker oder wird dem Korn-Spreu-Gemisch beigegeben. Über ein Wurfgebläse erfolgt das Überladen des Gemenges auf einen Anhänger. Das Gemisch aus Korn, Spreu und Stroh wird anschließend – je nach Verwertung – getrennt. Durch die Bergung der Spreu verdoppelt sich die zur Verfügung stehende Menge an Biomasse bei der Getreideernte, ohne zusätzliche Flächen zu benötigen.

### Kompakternte – eine Alternative zur Mähdruschtechnik?

Es stellt sich natürlich die Frage, ob die Kompakternte die Leistung des über die vergangenen 50 Jahre zu der heutigen Form ausgereiften Mähdruschverfahrens erreichen kann. Dazu sollte ein Feldtag am 25. Juli 2019 auf einem Weizenschlag der Budissa AG in der Nähe von Bautzen zur Demonstration des technischen und verfahrenstechnischen Ansatzes erste Antworten liefern:

- Hinsichtlich der Durchsatzleistung sind für das Schacht-Rotor-Dreschsystem (entspricht etwa einem CNH-Doppelrotor-System, direkt an das Schneidwerk ohne Zuführschacht gekoppelt) keine Beschränkungen zu befürchten. Der praktischen Erkenntnis folgend, dass mehr Bauraum auch größere Motoren, größere Rotoren und damit höhere Durchsätze zulässt, sind ohne begrenzende Reinigungsvorrichtung erhebliche Leistungsvorteile auch im spezifischen Energieaufwand zu erwarten.
- Ferner entfallen auch – energetisch vorteilhaft – Einzugsschacht, Reinigung und Kornbunker. Der Erntedemonstrator (derzeit 400 PS) wiegt mit etwa 10 t Gesamtgewicht nur noch so viel wie ein

entsprechend großer Mähdrescher. Das Übergabegebläse hat energetisch (derzeit 18 kW) und baulich nur marginale Anforderungen. Zusätzlich erforderlich ist ein spezieller Leichtbau-Bunker-Anhänger, der bei ca. 40 m<sup>3</sup> nur etwa 10 t Nutzlast zu transportieren und überzuladen hat. Im Vergleich zur gängigen Verfahrenskette bedeutet dies Vorteile in Sachen Boden- und Klimaschutz.

- Das Verfahren wurde für das Zielprodukt Reststoff (Spreu) entwickelt. Welche monetären Effekte die Mitnahme der Spreu und von schon gehäckseltem Stroh im Gemisch mit ausgedroschenem Korn in einer Überfahrt haben, lässt sich derzeit eher errahnen als berechnen. Einerseits sind den Reststoffen Spreu und Stroh im direkten Vergleich zum konventionellen Mähdrescher kaum Mehrkosten zuzuordnen, andererseits verdoppelt der Spreuanteil die bislang mit Stroh betrieblich vermarktete Biomasse.
- Für die Problematik Reststoff/Rohstoff sind derzeit schon positive Ansätze im Verfahren implementiert. Der Reststoffmix Stroh und Spreu lässt sich in seinen Anteilen und damit auch stofflichen Eigenschaften einfach variabel anpassen.

**QUIVOGNE**

**DISKACROP EVO**

KURZSCHEIBENEGGE

**BLACKBEAR EVO**

GEZOGENER MULCHSAATGRUBBER

Besuchen Sie uns auf der  
**AGRITECHNICA**  
**QUIVOGNE / HALLE 11**  
**10.-16. November 2019**

- Arbeitsbreite 4 – 7 m
- Für Traktoren 150 – 350 PS
- Arbeitstiefe 5 – 15 cm
- Dreibalkiger Hauptrahmen
- Gezackte Scheiben Ø 660 x 6 mm
- 1-reihiger Striegel Zinken Ø 12 mm zwischen hinterer Scheibenreihe und optionaler Nachlaufwalze

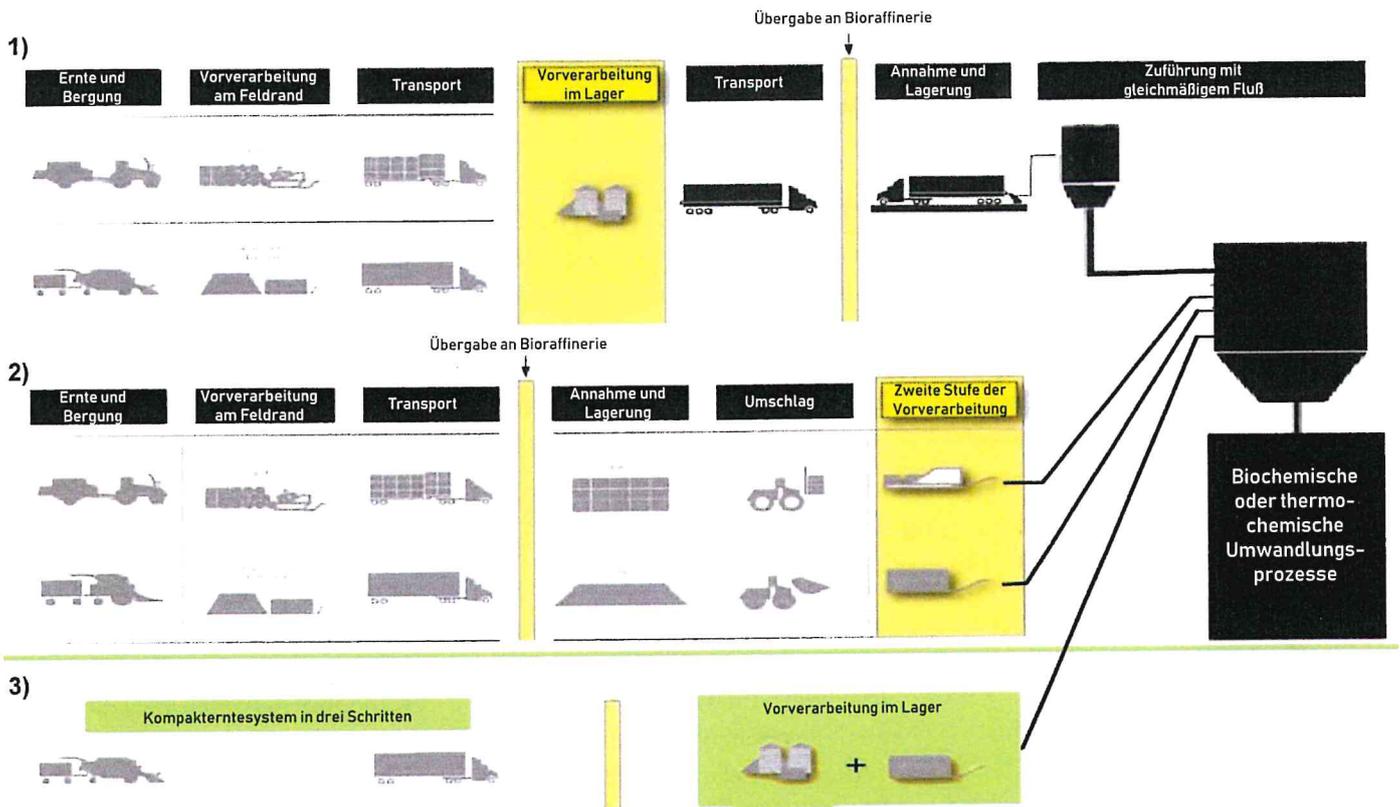
- Arbeitsbreite 4 – 6,4 m, Transportbr. 3 m
- Für Traktoren 200 – 450 PS
- Arbeitstiefe bis 30 cm
- Strichabstand 310 mm
- Boden-Rahmen-Abstand 850 mm
- 3 Zinkensektionen + Planierscheiben
- Nachlaufwalze optional

www.quivogne.info

Ihr Ansprechpartner: Hr. Dirk Kaminski | Tel.: +49 (0)160 909 35 644 | dirk.kaminski@quivogne.at

## Bereitstellungsketten Biomasse für biochemische Anlagen

<sup>1)</sup> optimiert und <sup>2)</sup> konventionell nach BENTSEN et.al. / Universität Kopenhagen  
<sup>3)</sup> Kompakternteverfahren ergänzt durch RUMPLER 2018 / Effizienz in 3 Schritten zum Produkt „Evenflow-in-Feed“



<sup>3)</sup> Spreu und Stroh sind ab dem Mähdrusch in der eingabefähigen Form „Evenflow-in-Feed“ (gleichmäßig fließend zuführbar); Korn kann bei der Einlagerung im Depot entnommen werden; Spreu und Stroh können bei Schlauchlagerung in eine erste Konversions-Stufe (Bakterien, Chemikalien ...) im Vorprozess einbezogen werden

Abb. 4: Bereitstellungsketten für Biomasse.

Die Häcksellängen des Strohs sind nicht nur insgesamt, sondern auch anteilig (Feldablage, Mitnahme) differenziert anpassbar. Gegebenenfalls lässt sich auch der Effekt differenzierter stofflicher Inhalte und Feuchten in Unter-, Oberhalb sowie Spreu für einen Rohstoffmix gezielt nutzen.

- Verfahrenstechnisch werden mit dem Kompakternteverfahren rund 90 % der vom konventionellen Mähdrusch wieder in die Fläche abgegebenen, keimfähigen Unkrautsamen ohne jeglichen Mehraufwand aus dem Feld entnommen (vergleiche auch Abb. 2). Das führt zu einer verbesserten Feldhygiene und spart Herbizide. Auch der Anteil an Ausfallgetreide konnte in ersten Versuchen durch die erfolgende „Rettung“ im Spreu- und Strohanteil des Erntegemisches deutlich reduziert

werden (Senkung um absolut 55 % der Kornverluste).

### Weitere verfahrenstechnische Verbesserung angestrebt

Der Schwerpunkt des jetzt gestarteten Vorhabens besteht darin, die vorgenannten Effekte in eine technisch vorführbare Erntekette umzusetzen und die Wertschöpfung an beispielhaften Endprodukten der industriellen Anwenderebene nachzuweisen. Dafür haben sich die Projektpartner zum Ziel gesetzt, die bisher erprobten Baugruppen des Ernters und ihr Zusammenwirken technisch und technologisch zu prüfen und weiter zu entwickeln. Dabei soll insbesondere das Doppelrotor-Dreschwerk funktionell für spezifische Erntegüter wie Mais, Raps, Soja, Flachs und Hanf angepasst werden. Des Weiteren ist eine Neuentwicklung eines Sammel-Umlade-Wagens geplant, um eine

beschädigungsarme und verlustfreie Übergabe an die Transporttechnik zu gewährleisten, mit dem Ziel rund 30 m<sup>3</sup> Erntegemisch in zwei Minuten sowohl Korn- als auch staubdicht zu überladen.

Wegen des Volumens der Gemische steht insbesondere auch die Effizienz der Transport- und Lagerprozesse im Fokus. Die in die Grafik der Abb. 4 eingefügte Variante 3 zeigt allerdings deutlich, dass diesbezüglich aus der Konsistenz des Erntegemisches Verfahrensvorteile entstehen können. Wenn hier im Depot die Abtrennung des Kornes erfolgt (Reinigungsleistung 150 t/h Gemisch), dieses als Dienstleistung für den Landwirt oder Landhandel zwischengelagert wird und im Lagerschlauch biochemische Vorprozesse im Spreu-Stroh-Mix erfolgen, dürfte diese Bereitstellungskette vom Kompakternter bis zur Anlagentechnik

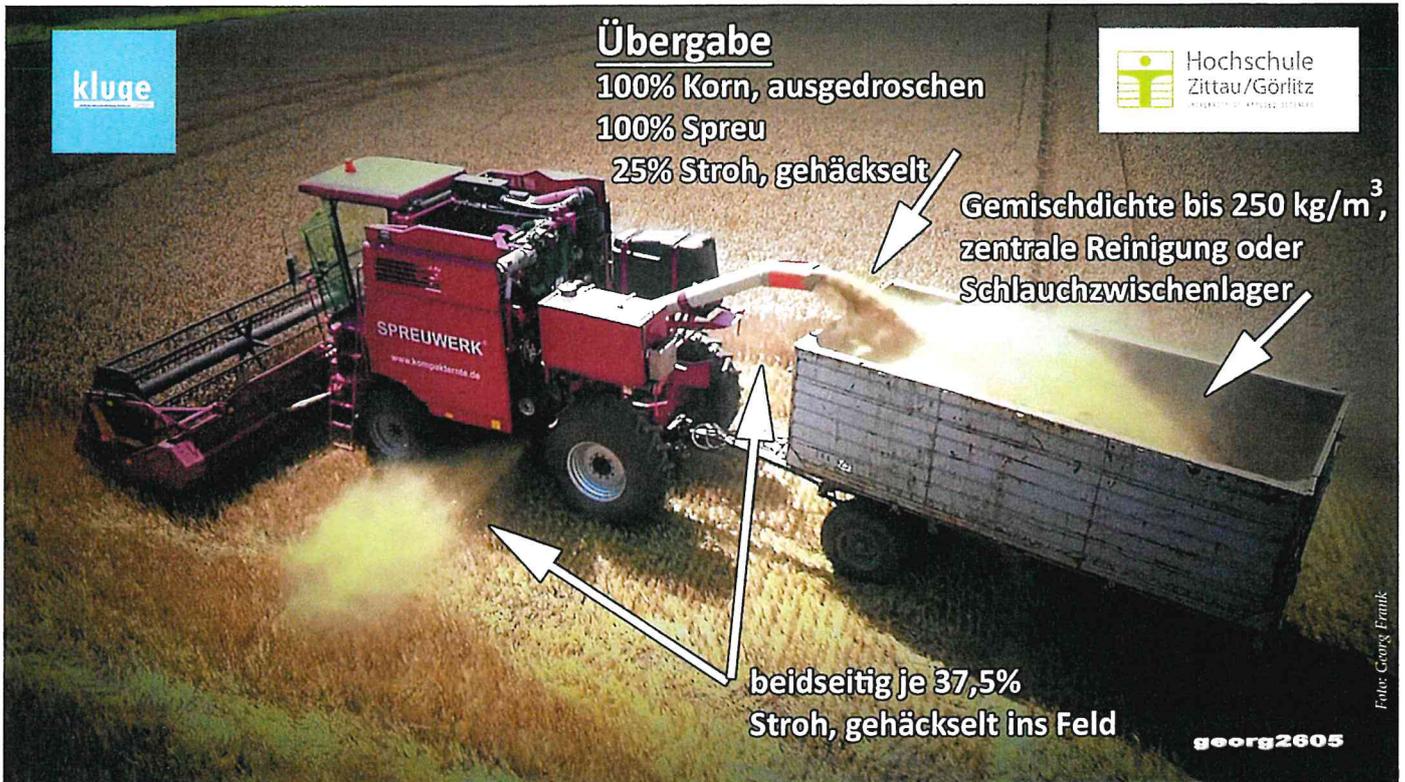


Abb. 5: Erster Projektfeldtag in Malschwitz.

bezüglich Kosten, Zeit und Qualität neue Maßstäbe setzen.

**Ausblick**

Qualitativ und quantitativ gibt es kaum eine geeignetere Biomasse als Stroh und Spreu. Diese ist durch das aktuelle auf die Bergung des Kornes hin optimierte Mähdruschverfahren nicht umfassend und für den Massenbedarf

effizient bereitzustellen. Das Kompakternteverfahren hat mit dem Erntegemisch Korn, Stroh und Spreu das erforderliche Ernteprodukt im Fokus und kann dieses Gemisch teilflächenspezifisch und selektiv auch für große industrielle Bedürfnisse bereitstellen. Das konnte bisher in der grundsätzlichen technischen Funktion nachgewiesen werden. Nunmehr soll mit einem Projekt die Wert-

schöpfungskette vom Ernter über diverse Nutzungsmöglichkeiten bis zum industriellen Produkt demonstrativ und bewertbar umgesetzt werden.

Weitere Informationen unter:

[www.kompakternte.de](http://www.kompakternte.de)  
 Youtube-Video  
 siehe QR-Code!



Made in Germany

Antrieb  
**12V**

Streubreite  
**< 12 m >**  
 maximal

Abgänge  
**8 | 16**  
 Schläuche

120 l

230 l

500 l



**AGRI TECHNICA** DLG  
 THE WORLD'S NO. 1

Halle 9, Stand E 17



**LEHNER®**

Streuen & Dosieren mit 12 Volt

**VENTO®**

**Pneumatischer Schlauchstreuer**

Die preiswerte Alternative zum Hydraulikantrieb mit extra starkem, stufenlos regelbarem 12V-Gebläse. Zum zuverlässigen Ausbringen von Zwischenfrüchten, Gräsern, Düngern sowie anderen gekörnten Gütern.