

## Author assistance for the Yearbook Agricultural Engineering

### Benefits and impact of the yearbook

The articles should summarize current developments and activities in agricultural engineering as well as key results of scientific work and provide an overview of new technical developments, structured according to overarching topics and specialist disciplines. Recognizable trends in the industry should also be considered and presented. The respective bibliographies give the reader the opportunity to follow the individual developments in greater depth using the sources of information provided. In the overarching topics of general development and history, but also in extensive specialist areas, a different thematic focus can be set from year to year.

### Layout

As the layout of the articles is not intended to be edited by the publisher, the necessary format templates have been defined in the text template. In order to ensure a uniform appearance of the articles, we ask you as the author to use only these style sheets. These can be found in Word under the heading "Styles and formatting". Figure 1 shows the screen view of Word with the style sheets displayed. Unless otherwise specified, the "Standard" style sheet should be used for normal continuous text. If you encounter difficulties when using the text template, please contact the editors ([Yearbuch-agrartechnik@tu-braunschweig.de](mailto:Yearbuch-agrartechnik@tu-braunschweig.de)).

### Language

The short version must be in German and English, as can be seen from the Word template. The main text can be written in German or English. A complete version of the article in two languages cannot be covered by the editorial department.

### Length

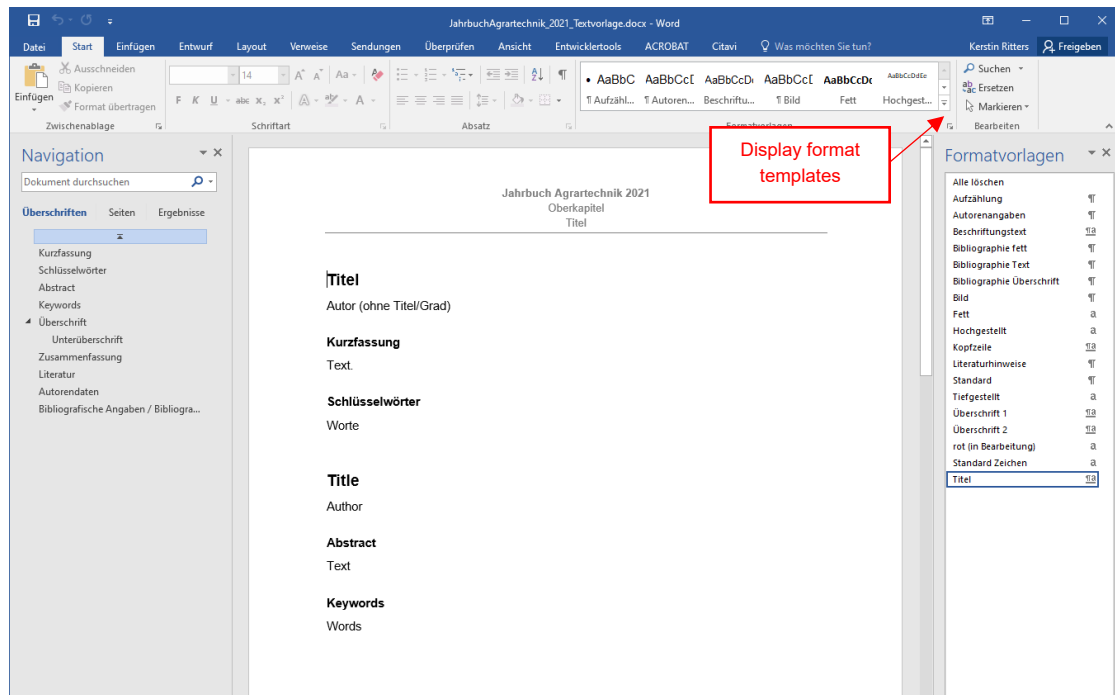
The number of manuscript pages should be in the range of 5-7 pages, excluding the bibliography.

### Cover page

As indicated in the sample article at the end of this text, the article begins with the title of the article (format template "Title") and the names of the authors (format template "Author details"). Any name titles and the institution to which the authors belong should not be inserted here, but are listed at the end of the article under "Author details". This leaves more space on the first page for the following summary of the article content and a summary of keywords. This gives the reader a quick overview of the content of the article.

A blank line is followed by the English version of the title, the author's name, the abstract and the keywords in order to continue to offer international readers an insight into the contents of

the yearbook. The abstracts should be kept long enough so that the cover page does not exceed one page.



**Bild 1:** Bildschirmansicht mit eingeblendeten Formatvorlagen in Microsoft Word 2016.

**Figure 1:** Screen shot with displayed templates in Microsoft Word 2016.

## Chapter headings

The chapter headings should be divided into a maximum of two levels. The "Überschrift 1" style is intended for the higher level and the "Überschrift 2" style for the lower level.

## Images and tables

### *In general*

To ensure the clarity of the yearbook, at least three images or tables should be used for each article, but no more than one image or table per manuscript page (e.g. 5 manuscript pages = 5 images or tables). The format template "Formatvorlage Bild" must be used for positioning the image in the text.

### *Execution of images and tables*

When selecting and creating images and tables, care must be taken to ensure perfect reproducibility, i.e. sufficient font size for text, numbers and figures; symbols, line thickness and text size must be adjusted accordingly. In images and tables, only use a moderate font in a maximum of two different font sizes in the "Arial" font. Only use coarse hatching.

Images and tables must be bilingual in German and English, both for texts in the image and table content and for the image subheading and table heading. If possible, the images and tables should be designed in such a way that they are easily recognizable even when printed in black and white. If possible, larger illustrations should be set to a width of 14.7 cm and narrower ones to 7.1 cm to ensure a uniform appearance. References in the text to the images or tables must be made in bold ("Fett" style) the first time they are cross-referenced and then in standard font.

#### *Example for images and tables*

Examples of this are given in Figure 1 on style sheets in Word and **Table 1** on files to be submitted.

#### **Superscript and subscript characters**

To make it possible to use terms such as CO<sub>2</sub> or m<sup>3</sup> in the contributions, the corresponding character must first be entered under the respective style sheet, then marked and moved to the desired position by assigning the "Formatvorlage Hochgestellt" or "Formatvorlage Tiefgestellt" style sheet.

#### **Marking during editing**

It can be helpful to mark individual sections of text, especially for contributions that are created jointly by several authors. The "red (in progress)" style was added for this purpose in 2021. This allows sections to be displayed in red font. However, this is only intended during the creation of the article; the style sheet should no longer be used in the final document. To remove the coloring, use the "Standard characters" style sheet (Standard style sheet does not produce the desired result). Alternatively, you can also use Word's internal comment function to mark sections that have not yet been finalized.

#### **Summary**

The article should be concluded with a short summary.

#### **Sources**

References should be inserted directly in the text. In the bibliography, which will appear at the end of the article, all necessary information for quick reference to the source should be listed (see later under References).

#### *Numbering of sources*

Sources should be numbered consecutively in the text and placed in square brackets.

#### *Example for individual sources*

The source should be placed at the end of the sentence before the period [1].

---

*Example for multiple sources*

If several sources are cited together, consecutive sources should be given in a common bracket and joined with a space-hyphen-space [3 - 6]. If several non-consecutive sources are cited, the individual sources should be separated by semicolon spaces [4; 7; 12].

**Data about the Authors**

More detailed information on the authors (title, institution, function) can be found at the end of the article in the form of a short sentence. Please enter your personal data here.

**Files**

Send the entire text with integrated images and tables by e-mail. The text should be written as a Word (.docx) document. To rule out changes to the layout, please also send us the article as a PDF document (Table 1).

**Tabelle 1:** Einzureichende Dateien.

**Table 1:** Files to hand in.

JBxx_Originaltext.docx	Entire article with embedded images, tables and bibliography
JBxx_Originaltext.pdf	Entire article with embedded images, tables and bibliography as pdf-document

**References**

Please reproduce the consecutively numbered references carefully. These are inserted using the format template "References".

The specifications for the bibliography were revised in 2021 with a group of yearbook authors. It is strongly recommended to use the reference management program Citavi (version 6, **free of charge** for projects with up to 100 sources) to create the bibliography. Select the citation style "Yearbuch Agrartechnik (As of 2021)". To enter the sources correctly in the Citavi database, please refer to Table 2.

The references should be listed as in the following examples:

*Books (monographs):*

- [1] Bauer, G.: Faszination Landtechnik – 100 Jahre Landtechnik - Firmen und Fabrikate im Wandel. Frankfurt am Main, Winsen/Luhe: Verl.-Union Agrar 2003, ISBN: 3769006089.
- [2] Kirste, T.: Entwicklung eines 30 kW-Forschungstraktors als Studie für lärmarme Gesamtkonzepte. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 14, Landtechnik, Lebensmitteltechnik, Bd. 43, Düsseldorf: VDI-Verl. 1989, ISBN: 318144314X.

*Dissertation as a monograph:*

- [3] Adam, H.: Entwicklung und theoretische und experimentelle Untersuchung eines Messverfahrens zur kontinuierlichen Messung des Korndurchsatzes im Mährescher. Dissertation, Technische Universität Dresden, 1990.

*Books (collected editions):*

- [4] Frerichs, L. (Hrsg.): Yearbuch Agrartechnik 2020. Bd. 32, Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge 2020, DOI: 10.24355/dbbs.084-202012111207-0.

*Contribution to the anthology:*

- [5] Nonnenmacher, P.: Die konjunkturelle Entwicklung der Landtechnikindustrie. DOI: 10.24355/dbbs.084-202012111213-0. In: Frerichs, L. (Hrsg.): Yearbuch Agrartechnik 2020, Bd. 32, Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge 2020, S. 1-13.

*Conference proceedings:*

- [6] VDI Wissensforum GmbH (Hrsg.): Land.Technik 2020 – The Forum for Agricultural Engineering Innovations. 78th International Conference on Agricultural Engineering, 3-4 November 2020, Online Conference, VDI-Berichte, Bd. 2374, Düsseldorf: VDI-Publisher GmbH 2020, ISBN: 978-3-18-092374-1.

*Article in the conference proceedings:*

- [7] Depenbrock, C.; Frerichs, L.: New approach for an innovative straw management with the "Kombi-Mulcher". 78th International Conference on Agricultural Engineering, 3-4 November 2020, Online Conference. In: VDI Wissensforum GmbH (Hrsg.): Land.Technik 2020 – The Forum for Agricultural Engineering Innovations, VDI-Berichte, Bd. 2374, Düsseldorf: VDI-Publisher GmbH 2020, ISBN: 978-3-18-092374-1, S. 395-404.

*Gray literature / report:*

- [8] Bauer, W.; Schlund, S.; Marrenbach, D.: Industrie 4.0 - Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland – Studie. BITKOM; Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO (Hrsg.), 2014, URL: [https://www.ipa.fraunhofer.de/content/dam/ipa/de/documents/UeberUns/Leitthemen/Industrie40/Studie\\_Volkswirtschaftliches\\_Potenzial.pdf](https://www.ipa.fraunhofer.de/content/dam/ipa/de/documents/UeberUns/Leitthemen/Industrie40/Studie_Volkswirtschaftliches_Potenzial.pdf), Zugriff am: 10.11.2021.

*University publication:*

- [9] Borberg, A. C.: Analyse der agonistischen Interaktionen bei der Gruppierung von Sauen mit orohne Eber. Dissertation, 2008, Justus-Liebig-Universität Gießen, Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotoxologie und Umweltmanagement, ISBN: 9783867275811, URL: <https://cuvillier.de/get/ebook/1489/9783867275811.pdf>, Zugriff am: 10.11.2021.
-

*Internet-document:*

- [10] Brisslinger, L.: Der Kampf um die deutschen Äcker - Welche Software macht auf dem Feld das Rennen? Gründerszene, URL: <https://www.gruenderszene.de/allgemein/digitalisierung-der-landwirtschaft-welche-software-gewinnt>, Zugriff am: 23.07.2021.

*Standardization:*

- [11] International Organization for Standardization: Road vehicles - Functional safety – Part 1: Vocabulary. Norm ISO 26262-1, 2011.

*Patent specification:*

- [12] Menz, T.: Sicherheitseinrichtung für Anbaugeräte der Landtechnik. Offenlegungsschrift DE 10 2011 014 879 A1, 29.03.2021.

*Personal message:*

- [13] Frerichs, L.: Anmerkungen zum Zitationsstil. E-Mail, 10.11.2021.

*Journal article:*

- [14] Traub, S.; Birk, M.; Volpert, B.; Auer, M.: Umsetzung einer prädiktiven Fahrstrategie durch radarbasierte Steigungserkennung in Traktoren. LANDTECHNIK 76 (2021) H. 3, S. 113-123.
- [15] Saunders, C.; Ucgul, M.; Godwin, R. J.: Discrete element method (DEM) simulation to improve performance of a mouldboard skimmer. Soil and Tillage Research 205 (2021), Aufsatz 104764, S. 1-13.

*Law/regulation (here in journal):*

- [16] Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. September 2007 zur Schaffung eines Rahmens für die Genehmigung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern sowie von Systemen, Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten für diese Fahrzeuge (Rahmenrichtlinie). Amtsblatt der Europäischen Union 50 (2007) L 263.

## Yearbook Agricultural Engineering

Organization

Formatting aid

**Tabelle 2:** Hinterlegte Citavi Dokumententypen

**Table 2:** Citavi document types

Document type	Notes	Mandatory	Optional
Books (monographs)	Can also be used for dissertations with the addition of the title "Dissertation"	Author(s)	Subtitle
		Title	Title of series
			Series volume number
			Edition number
			Place of publication
			Publisher
			Year
			DOI or ISBN
			Institution (Dissertations)
Books (collected editions)		Publisher/Editor	Subtitle
		Title	Title of series
			Series volume number
			Edition number
			Place of publication
			Publisher
			Year
			DOI or ISBN
Contribution to the anthology	Create a book (collective work) separately as a superordinate work	Author(s)	Subtitle
		Title	DOI
			Page number
Conference proceedings		Editor	Subtitle
		Title	Tagungsname
			Event date
			Conference venue
			Title of series
			Series volume number
			Place of publication
			Publisher
			Year
	DOI or ISBN		
Article in the conference proceedings	Create conference proceedings separately as a superordinate work	Author(s)	Subtitle
		Title	DOI
			Page number
Gray literature / report	e.g. studies, project reports from universities, company publications, advertising brochures	Author(s)	Subtitle
		Title	Title additions
			Title of series
			Number
			Editor
			Institution
			Place of publication
			Year
			URL
	Last access		

## Yearbook Agricultural Engineering

Organization

Formatting aid

Document type	Notes	Mandatory	Optional
University publication		Author(s)	Subtitle
		Title	Art der Schrift
			Year
			University
			Institute
			DOI or ISBN
			URL
Internet-document		Author(s)	Subtitle
		Title	Institution
			URL
			Last access
Standardization		Author(s)/Editor/Institution	Subtitle
		Title	Year
		Normtype	
		Number	
Patent specification		Inventor	Date of publication
		Title	
		Type of patent	
		Publication number	
Personal message		Sender/author	Form of communication
		Title /Topic	Date
Document type unclear	Avoid, better assign to another type	Author(s)	Subtitle
		Title	Title additions
			Series volume number
			Edition number
			Place of publication
			Publisher
			Year
			Page number
			URL
Journal article		Author(s)	Subtitle
		Title	Yeargang
		Journal	Year
			Issue number
			Article number
			Page number
Law/regulation in collective work		Legislator/authority	
		Title	
Law/regulation in journal		Legislator/authority	Journal
		Title	Year
			Issue number

**Yearbook Agricultural Engineering**

Organization

Formatting aid

---

<b>Document type</b>	<b>Notes</b>	<b>Mandatory</b>	<b>Optional</b>
			Page number

## **Halmgutmähen und Halmgutwerben**

Lukas Reuter, Lennart Buck

### **Kurzfassung**

Die europäische Landtechnikindustrie befindet sich 2023 laut CEMA Business Barometer weiterhin in einer tiefen Rezession. Trotzdem sind die Landtechnikhersteller nicht zu pessimistisch und präsentierten auch im Bereich Halmgutmähen und Halmgutwerben innovative Technik auf der Agritechnica 2023. Bei den Mähwerken und Kreiselwendern ist bei sämtlichen Herstellern weiterhin ein Trend zu Systemen mit höherer Flächenleistung zu erkennen. Zudem wird ein Frontmähwerk präsentiert, das in Abhängigkeit von Lenkwinkel- und Neigungssensoren automatisch hydraulisch verstellt wird. Im Bereich der Kreiselschwader werden neben der Weiterentwicklung der herkömmlichen Systeme auch alternative Ansätze wie Kammschwader, Bandschwader und ein Kreiselschwader ohne Kurvengetriebe vorgestellt.

### **Schlüsselwörter**

Mähwerke, Wender, Schwader

## **Mowing and Treatment of Hay**

Lukas Reuter, Lennart Buck

### **Abstract**

According to the CEMA Business Barometer the European agricultural machinery industry is still in a deep recession in 2023. Nevertheless, agricultural machinery manufacturers are not too pessimistic and presented innovative technology in the field of mowers, tedders and swathers at Agritechnica 2023. All manufacturers are continuing to see a trend towards systems with higher area output for mowers and rotary tedders. In addition, a front mower is presented that is automatically adjusted hydraulically depending on the steering angle and tilt sensors. In the field of rotary swathers, alternative approaches such as basket rake, belt rakes and a rotary swather without cam gears are presented alongside the further development of conventional systems.

### **Keywords**

Mowers, Tedders, Swathers

## **Markt- und landwirtschaftliche Situation**

Der CEMA Business Climate Index (CBI) fiel 2023 weiter kontinuierlich. Laut CBI befindet sich die europäische Landtechnikindustrie in einer starken Rezession auf einem ähnlich tiefen Niveau, wie im Frühjahr 2020 (ausgelöst durch die Corona-Pandemie) [1]. Höhere Zinsen sowie die allgemeine politische Unsicherheit führten dazu, dass weniger Kredite aufgenommen wurden [2] und die Investitionsbereitschaft insbesondere bei konventionell wirtschaftenden Betrieben in 2023 abnahm [3]. Dennoch seien laut CEMA Business Barometer vom Dezember 2023 die Hersteller nicht allzu pessimistisch mit Blick auf das kommende Jahr 2024 [1].

Laut dem Milchindustrie-Verband setzt sich in 2023 der Trend einer sinkenden Anzahl milchviehhaltender Betriebe bei einer steigenden Milchleistung fort [4]. Aufgrund dieses Zusammenhangs ist, nicht überraschend, davon auszugehen, dass die individuellen Betriebsgrößen ebenfalls tendenziell zunehmen und somit der Bedarf an Grünlandtechnik mit hoher Schlagkraft weiter steigt.

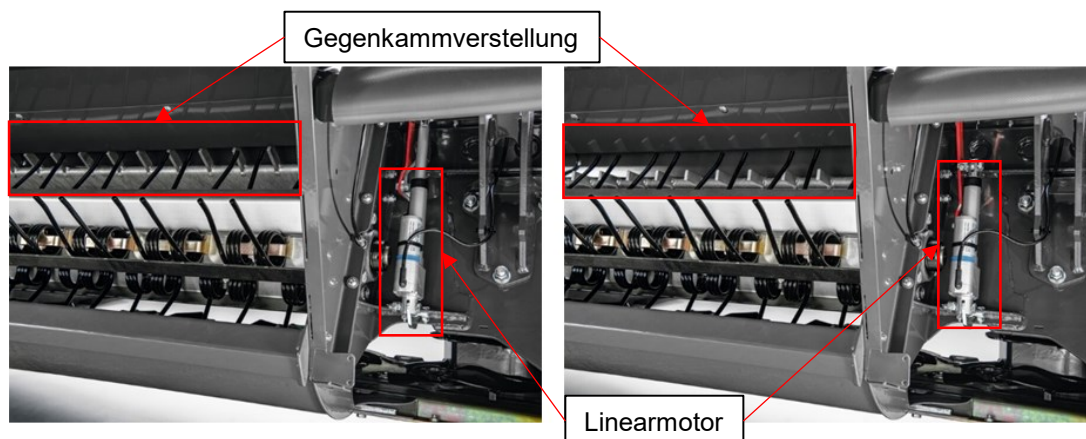
Bedauerlicherweise stellt der VDMA für diesen Jahreseintrag keine Verkaufszahlen mehr von Mähwerken, Wendern und Schwadern zur Verfügung, sodass kein Zusammenhang zwischen Milchpreisentwicklung und Verkaufszahlen geschlossen werden kann.

## **Marktreife Neuvorstellungen**

Nachdem die Agritechnica 2021 nicht in Präsenz stattfinden konnte, wurden auf der Leitmesse der Landtechnik in Hannover im Jahr 2023 erneut viele innovative Produkte vorgestellt. Es ist zu beobachten, dass der Trend zu immer höherer technischer Ausstattung im Bereich der Grünlandtechnik weiter anhält. Im Folgenden werden einige Neuheiten in den Bereichen des Halmgutmähens und des Halmgutwerbens vorgestellt.

### *Halmgutmähen*

Der Hersteller Fendt stellt mit dem Slicer 960 / 1010 eine neue Baureihe von Mähkombinationen in Schmetterlingsbauweise vor. Die für Großbetriebe entwickelten Mähwerke haben eine Arbeitsbreite von 9,6 m bzw. 10,1 m. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, diese Mähwerke mit einem Zinken- oder Walzenaufbereiter zu ergänzen. Das effizient ausgelegte Antriebskonzept des Mähwerks ermöglicht unter guten Bedingungen eine reduzierte Zapfwelldrehzahl von 850 U/min. Neu ist die geschwindigkeitsabhängige Regelung des Auflagedrucks mittels ISOBUS-Steuerung über das hydropneumatische "TurboLift-System". Das auf der Agritechnica 2023 vorgestellte optionale System zur automatischen Aufbereiterregelung wurde von der DLG mit dem Innovationspreis in Silber ausgezeichnet. Mit diesem System kann die Intensität des Aufbereiters vom Fahrer aus der Kabine oder automatisch über einen Sensor im Gegenkamm, der über einen Linearmotor verstellt wird, eingestellt werden (s. **Bild 1**). Zur automatischen Einstellung können auch aus der Biomasseverteilung abgeleitete Applikationskarten verwendet werden. Mit diesem System wird eine homogenere Trocknung des Futters angestrebt [5; 6].



**Bild 1:** Automatisierte Aufbereitungsintensität durch Verstellung mittels Linearmotor (nach [6]).  
**Figure 1:** Automated preparation intensity through adjustment by linear motor (based on [6]).

Mit dem Disco 9700 stellt Claas neue Großflächenmäherwerke mit bis zu 9,5 m Arbeitsbreite vor. Das Mähwerk ist in verschiedenen Varianten erhältlich. Zur Auswahl stehen Zinken- und Walzenaufbereiter sowie die Schwadzusammenführung "Auto Swather". Die Ausleger der Disco 9700 Mähwerke lassen sich hydraulisch um jeweils 300 mm nach außen und 50 mm nach innen verschieben, sodass eine Überlappung bei Kurvenfahrten oder ein Ausgleich bei Arbeiten quer zum Hang ermöglicht wird. Streifenbildung wird so vermieden. Das Mähwerk ist für Traktoren mit mindestens 96 kW ausgelegt [7; 8].

Die EasyCut B 880 CV/CR und B 1050 CV/CR von Krone sind zwei neue Mähwerkskombinationen in Schmetterlingsbauweise. Die Arbeitsbreite der Mähwerke beträgt je nach gewähltem Überschnitt von 8,52 m bis zu 8,72 m bzw. von 9,3 m bis zu 10,45 m; herstellerseitig ist ein Leistungsbedarf von 150 kW bzw. 170 kW angegeben. Auch diese Mähwerke sind serienmäßig mit Aufbereitern ausgestattet - optional kann auch ein Querförderband zur Schwadablage konfiguriert werden. Die Auslegerarme sind hydraulisch teleskopierbar. Der Aufbereiter mit V-Stahlzinken hat einen Durchmesser von 640 mm und ermöglicht so eine intensive Bearbeitung des Erntegutes und unterstützt eine effiziente Futtertrocknung [9].

Um auch schwierigen Erntebedingungen schlagkräftig zu begegnen, zeigt Kuhn mit dem FC 13460 RA ein aufgesatteltes Heckmähwerk mit bis zu 13,4 m Arbeitsbreite, das einen Traktor in der Leistungsklasse von mindestens 200 kW erfordert. Da die Abmessungen von Mähwerken meist durch die Straßenverkehrsordnung begrenzt sind, werden alternative Anbauformen zum klassischen Anbaumähwerk notwendig. Auch bei diesem Mähwerk kann die Außenbreite des Mähwerks durch verstellbare Ausleger verändert werden. Über einen Lenkwinkelsensor erfolgt dies automatisch bei Kurvenfahrten, um die Überlappung zwischen Front- und Heckmähwerk zu gewährleisten [10].

Mit dem Disc HD 1000 D FS bringt der slowenische Hersteller SIP eine Doppelmähwerkskombination mit bis zu 10,2 m Arbeitsbreite auf den Markt. Ein neu gestalteter Mähbalken mit aerodynamisch optimierter Form der Gleitkufen und Mähscheiben reduziert Turbulenzen, die zu

einer Ansammlung von Schnittgut im Bereich des Mähbalkens führen können. Durch den Durchmesser von 444 mm bleibt die Schwungmasse der Mähscheiben auch bei intensiver Arbeit erhalten, so dass ein gleichmäßiger Gutfluss erreicht wird [11; 12].

Pöttinger präsentiert das System OptiCurve erstmals bei einem Frontmäherwerk, dem Novacat F 3100. Mit den Informationen des Lenkwinkelsensors und des Neigungssensors wird das Mäherwerk hydraulisch verstellt. So kann das Mäherwerk in Hanglagen über am Mähkopf angebrachte Hydraulikzylinder um bis zu 200 mm seitlich verschoben und um bis zu 8 Grad geneigt werden. Dies wirkt der Streifenbildung entgegen und gewährleistet, dass der Traktor immer in einer futterfreien Spur fährt [13].

### *Halmgutwerben*

Die Firma Kuhn stellt 2023 mit dem GF 13003 T einen Kreiselwender mit einer Arbeitsbreite von 13 m bestehend aus 12 Kreiseln vor. Trotz der großen Arbeitsbreite ist der Wender kompakt und wendig, da die beiden äußeren Kreisel ohne ein zusätzliches Hydrauliksteuergerät über eine Kinematik nach hinten angewinkelt werden können. Der Kreiselwender erfordert eine Traktorleistung ab 100 kW [14; 15].

Mit dem Swadro TC 1570 stellt Krone den größten auf dem Markt verfügbaren Vierkreiselschwader mit einer verstellbaren Arbeitsbreite von bis zu 15,70 m vor. Anwendung findet das gleiche V-Rahmenkonzept des Sechskreiselschwaders TC 2000, das die Arbeitsbreitenverstellung bei stabilem, ruhigem Lauf ohne zusätzliche hydraulisch betriebene Schlitten ermöglicht. Als Neuerung wird die Arbeitsbreitenverstellung der beiden äußeren Kreisel unabhängig voneinander über zwei Hydraulikzylinder realisiert, sodass auch spitze Feldgeometrien vollständig bearbeitet werden können. Die vorderen Kreiselarme stützen sich auf Tasträder, die auch im Vorgewende in Bodenkontakt bleiben [16; 17].

Der finnische Hersteller Agronic erweitert mit dem WR 600 evo Front Rake die Baureihe der Rotorschwader. Im Gegensatz zu Kreiselschwadern, sind die Rotorschwader von Agronic nicht mit den über Kurvengetrieben gesteuerten Metallzinken ausgestattet, sondern weisen Kunststoffzinken aus Polyamid ohne mechanische Steuerung auf. Ein abgerissener Zinken aus Kunststoff ist weniger schädlich für nachfolgende Maschinen wie Ballenpressen, Ladewagen oder Feldhäcksler. Durch die einfachere Konstruktion sind diese Rotorschwader laut Agronic zudem im Vergleich zu Kreiselschwadern leichter und wartungsärmer. Der WR 600 kann sowohl am Frontlader als auch in der Front- oder Heckhydraulik montiert werden und hat eine hydraulisch verstellbare Arbeitsbreite von bis zu 6,15 m [18].

Kreiselschwader ziehen das Gras mit den Zinken über den Boden. Dadurch kann es insbesondere bei nassem Wetter zu Verlusten und Verschmutzung des Futters kommen. Um dieses Problem zu lösen, bieten die Hersteller Pöttinger, Reiter und Kuhn Bandschwader an, die anstelle der Kreisel mit Pickups und Bändern ausgestattet sind. Der Mergento VT 9220 von Pöttinger benötigt eine Leistung von 66 kW und kann bei Arbeitsgeschwindigkeiten von bis zu 20 km/h eingesetzt werden. Obwohl der Bandschwader eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit aufweist, ist seine Flächenleistung aufgrund der kleineren möglichen Arbeitsbreite geringer als

die des Vierkreiselschwaders. Arbeits- und Schwadbreite sowie die Abwurfseite können jedoch flexibel eingestellt werden [19; 20].

Zusätzlich stellt Pöttinger 2023 mit dem Mergento F Alpin einen Bandschwader mit einer Arbeitsbreite von 4 m für den Frontanbau insbesondere für alpine Regionen vor [21].

Samasz verfolgt die Weiterentwicklung der Kammschwader und stellt auf der Agritechnica 2023 den Twist 710 vor (vgl. **Bild 2**). Bei herkömmlichen Kreiselschwadern rotieren die Zinken in der horizontalen Ebene. Im Gegensatz dazu drehen sich die Zinken der Kammschwader in der vertikalen Ebene und reduzieren so laut Hersteller die Futtermittelverunreinigung, insbesondere durch Steine. Der Twist 710 weist eine Arbeitsbreite von 7,10 m bei einer Transportbreite von 2,50 m und Transporthöhe von 3,40 m auf und kann ab einer Traktorleistung von 60 kW eingesetzt werden.



**Bild 2:** Kammschwader der Baureihe Twist von Samasz im Einsatz vor einer Rundballenpresse [22].

**Figure 2:** Basket rake of the Twist series from Samasz in operation in front of a round baler [22].

### **Wissenschaft und Forschung**

Auch im Bereich der Wissenschaft wird kontinuierlich an der weiteren Automatisierung und Digitalisierung von landwirtschaftlichen Maschinen geforscht. Derzeit wird der Einsatz von künstlicher Intelligenz in breiten Anwendungsfeldern erprobt. So zeigt der Lehrstuhl für Agrarmechatronik der Technischen Universität München einen möglichen Anwendungsfall für neuronale Netze bei der Überwachung von Mähwerken. Zwei Ansätze neuronaler Netze, ein Residual Neural Network (ResNet) und ein Convolutional Neural Network (CNN), wurden hinsichtlich der Erkennung von möglichen Fehlern beim Betrieb des Mähwerks verglichen. Dazu wurden Messdaten von Vibrationen an einem Mähwerk und die Zapfwellendrehzahl als Messdaten für den Vergleich verwendet. Die Messdaten wurden mit einem Krone EasyCut F 320M aufgenommen und anschließend aufbereitet. Es zeigt sich, dass beide neuronalen Netze eine

Vorhersagegenauigkeit von über 90 % aufweisen, wobei das CNN besser abschneidet als das ResNet. Eine Anwendung für den praktischen Einsatz dieser Methoden wird damit möglich [23; 24].

Im Rahmen des Netzwerks DeepFarmBots soll ein KI-unterstütztes System zur Objekterkennung unter anderem für Grünland untersucht werden. Basierend auf einem "Multiple Input multiple Output" (MIMO) Radarsystem, das Vorteile in der Winkelauflösung gegenüber herkömmlichen Radarsystemen aufweist, werden die Signaldaten mittels künstlicher Intelligenz in einer Signalverarbeitung ausgewertet, um im Grünland verborgene Objekte wie z. B. Steine frühzeitig zu erkennen. Durch frühzeitige Detektion der Hindernisse können schwerwiegende Beschädigungen am Mähwerk verhindert werden. Im Projekt soll zuerst an einer eigenständigen Warnsystem-Lösung gearbeitet werden, anschließend soll in Kooperation mit Landmaschinenherstellern auch eine Integration in die Bordelektronik erfolgen [25].

Im Forschungsprojekt "InsectMow", das an der Universität Hohenheim und der Universität Tübingen durchgeführt wird, wird in einer Literaturstudie das Schädigungspotential verschiedener Mähprinzipien auf Wirbeltiere und Arthropoden verglichen. Es zeigt sich, dass die Bauart und Funktionsweise des Mähwerks das Ausmaß der Verluste an Arthropoden beeinflusst. Kreisförmig arbeitende Mähwerke bearbeiten vier- bis sechsmal mehr Fläche als Balkenmäherwerke mit gleicher Arbeitsbreite. Dadurch erhöht sich die Schädigungswirkung. Die Verwendung von Aufbereitern bei Mähwerken führt durch die entstehende Sogwirkung zu zusätzlicher Schädigung. Auch die bauartbedingte Sogwirkung durch das Rotationsmäherwerk stellt ein hohes Schädigungspotential dar. Die Verwendung von Insektenscheuchern kann dazu beitragen, Schäden an Arthropoden zu reduzieren. Im Rahmen des bis 2025 laufenden Projekts werden diese Erkenntnisse genutzt, um ein insekten- und spinnenfreundliches Scheibenmäherwerk zu entwickeln und zu evaluieren [26].

## **Zusammenfassung**

Die Grünlandernte wird durch Automatisierung, Digitalisierung und künstliche Intelligenz immer effizienter. Die Landmaschinenhersteller konzentrieren sich auf die Steigerung der Schlagkraft und passen die Konstruktion der Mähwerke an die größeren Arbeitsbreiten an. Ein Produktbeispiel ist das vorgestellte Mähwerk der Firma Kuhn, das auf eine aufgesattelte Konstruktion setzt, um den gestiegenen Anforderungen an die Arbeitsleistung gerecht zu werden. Gezeigt werden auch alternative Schwaderkonstruktionen ohne Kurvengetriebe wie der Agronic aus Finnland oder ein neuer Kammschwader von Samasz, dessen Arbeitsbreite weiter erhöht wird. Innovative Produkte zeigen, dass durch die Nutzung zusätzlicher Daten, wie z. B. der Biomasseverteilung, die Futtermittelqualität und Effizienz der Grünlandtechnik durch Automatisierung des Aufbereiters weiter optimiert und der Fahrer entlastet werden kann. Ein Forschungsprojekt zeigt, dass die aktuell mehrheitlich verwendeten Rotationsmäherwerke größtenteils nicht insekten- und spinnenfreundlich arbeiten. Es wird gezeigt, dass der durch Aufbereiter und Rotationsmäherwerke erzeugte Sog die Schädigungswirkung erhöht. Dieser sollte zukünftig reduziert werden, um ein umweltfreundlicheres Mähwerk zu gestalten.

## Literatur

- [1] European Agricultural Machinery Association: CEMA Business Barometer: Public excerpt December 2023. URL: [https://www.cema-agri.org/images/pdf/business-barometer/2023-12\\_CEMA\\_Business\\_Barometer\\_Report.pdf](https://www.cema-agri.org/images/pdf/business-barometer/2023-12_CEMA_Business_Barometer_Report.pdf), Zugriff am: 09.01.2024.
- [2] Lehmann, N.: Darum drosseln Landwirte die Investitionen in ihre Betriebe drastisch. *agrarheute.com* (2023).
- [3] DLG: Investitionsbereitschaft im Vergleich. DLG, URL: <https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/themen/agrifuture-insights-aktuell/2023/investitionsbereitschaft-im-vergleich>, Zugriff am: 08.01.2024.
- [4] MIV Milchindustrie-Verband e.V.: Marktdaten. MIV Milchindustrie-Verband e.V., URL: <https://milchindustrie.de/marktdaten/erzeugung/>, Zugriff am: 08.01.2024.
- [5] Fendt: Aufbereiter stellt sich automatisch ein. In: Boomgaarden, J. (Hrsg.): *Eilbote* 44, 71. Jahrgang, Eilbote Boomgaarden Verlag GmbH 2023, S. 13.
- [6] AGCO Fendt: Fendt Futterernte: Die neuen Slicer 960/1010 Mähwerke. URL: <https://www.fendt.com/de/fendt-slicer-960-1010#technische-daten>, Zugriff am: 21.12.2023.
- [7] Claas: Bis zu 70 Zentimetern Verschiebung – Fünf verschiedene Ausführungen stehen beim neuen Großflächenmäherwerk Disco 9700 zur Auswahl. In: Boomgaarden, J. (Hrsg.): *Eilbote* 45-46, 45-46, 71. Jahrgang, Winsen/Luhe: Eilbote Boomgaarden Verlag GmbH 2023, S. 47.
- [8] Göggerle, T.: Immer so breit, wie es geht. In: Michel - Berger, S. (Hrsg.): *Agrarheute* 9/23 – Landwirtschaft auf den Punkt gebracht, Verliert Deutschland seine Tiere?, Bd. 9, München: Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH 2023, S. 54-59.
- [9] KRONE Agriculture: EasyCut B 880 CV/CR (Collect) und B 1050 CV (Collect). KRONE Agriculture, URL: <https://www.krone-agriculture.com/de/presse-news/newsdetail/easycut-b-880-cv-cr-collect-und-b-1050-cv-collect>, Zugriff am: 21.12.2023.
- [10] Brockmann, A.: Aufgesattelter Schmetterling. In: Brockmann, A. (Hrsg.): *Traction* 6/23 – Das Landtechnikmagazin für Profis, Bd. 6, München: Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH 2023, S. 36-41.
- [11] SIP: DISC HD 1000 D FS - SIP. URL: <https://www.sip.si/de/produkt/disc-hd-1000-d-fs/>, Zugriff am: 08.01.2024.
- [12] Schuhbauer, J.: SIP stellt mit dem DISC-HD 1000 D FS neue 10-m-Scheibenmäherwerk-Kombination für den professionellen Einsatz vor. URL: <https://moderner-landwirt.de/sip-stellt-mit-dem-disc-hd-1000-d-fs-neue-10-m-scheibenmaehwerk-kombination-fuer-den-professionellen-einsatz-vor/>, Zugriff am: 08.01.2024.
- [13] Keaveney, P. T.: Agritechnica 2023: Pöttinger introduces front mower with automatic side-shift. URL: <https://www.farmersjournal.ie/machinery/farm-machinery/agritechnica-2023-pottinger-introduces-front-mower-with-automatic-side-shift-793647>, Zugriff am: 08.01.2024.
- [14] Kuhn Sas: Front-Bandschwader Merge Maxx 440 F 23.12.2023.

- [15] Kuhn: Größter Dreipunktwender – Kreiselheuer GF 13003 mit 13 Metern Arbeitsbreite. In: Boomgaarden, J. (Hrsg.): Eilbote 45-46, 45-46, 71. Jahrgang, Winsen/Luhe: Eilbote Boomgaarden Verlag GmbH 2023.
- [16] Brockmann, A.: Arbeitsprobe I Krone Swadro TC1570. In: Brockmann, A. (Hrsg.): Traction 5/23 – Das Landtechnikmagazin für Profis, Bd. 5, München: Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH 2023.
- [17] Feuerborn, B.: Mehr laden, breiter mähen und schwaden. In: Michel - Berger, S. (Hrsg.): Agrarheute 9/23 – Landwirtschaft auf den Punkt gebracht, Verliert Deutschland seine Tiere?, Bd. 9, München: Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH 2023, S. 80-81.
- [18] Göggerle, T.: Schwader aus Finnland recht Gras anders zusammen – Anbau an Frontlader. URL: <https://www.agrarheute.com/technik/gruenlandtechnik/schwader-finnland-recht-gras-anders-zusammen-anbau-frontlader-612285>, Zugriff am: 27.12.2023.
- [19] Göggerle, T.: Schwaden am laufenden Band. In: Brockmann, A. (Hrsg.): Traction 4/23 – Das Landtechnikmagazin für Profis, Bd. 4, München: Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH 2023, S. 32-35.
- [20] Göggerle, T.: Schwaden am laufenden Band. In: Michel - Berger, S. (Hrsg.): Agrarheute 6/23 – Landwirtschaft auf den Punkt gebracht, Bd. 6, München: Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH 2023, S. 60-64.
- [21] Pöttinger: Pöttinger Mergento F Alpin – Alpenschwader. In: Brockmann, A. (Hrsg.): Traction 5/23 – Das Landtechnikmagazin für Profis, Bd. 5, München: Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH 2023, S. 9.
- [22] Samasz Sp. z o.o.: Twist - Basket rake Twist Samasz. URL: [https://www.samasz.pl/assets/images/produkty-seria/\\_maxi/Samasz\\_zgrabiarki\\_twist-4.jpg](https://www.samasz.pl/assets/images/produkty-seria/_maxi/Samasz_zgrabiarki_twist-4.jpg), Zugriff am: 08.01.2024.
- [23] Behr, P.; Olcay, E.; Maier, M.; Oksanen, T. Prof.: Condition Monitoring in Agricultural Disc Mower Machinery using Deep Learning. In: Fouhy, K. (Hrsg.): LAND.TECHNIK AgEng 2023 – The Forum for Agricultural Engineering Innovations : November 10th - 11th 2023, Hannover, VDI-Berichte, Bd. 2427, Düsseldorf: VDI Verlag 2023, DOI: 10.51202/9783181024270, S. 117-122.
- [24] Jaumann, M.; Olcay, E.; Oksanen, T.: Condition Monitoring using Convolutional Neural Network in Agricultural Machinery - Use Case: Disc Mower. IFAC-PapersOnLine 55 (2022) H. 32, S. 235-240.
- [25] N.N.: DeepFarmBots - MIKIM / KI-basierte Objekterkennung und -klassifizierung, Schutzgehäuse und landwirtschaftliche Feldversuche. URL: <https://www.atb-potsdam.de/de/forschung/forschungsprojekte/projektsuche/projekt/projekt/mikim-deepfarmbots>, Zugriff am: 09.01.2024.
- [26] Berg, L. von; Frank, J.; Sann, M.; Betz, O.; Steidle, J. L. M.; Böttinger, S.: Insekten- und spinnenschonende Mähtechnik im Grünland – Überblick und Evaluation (2023).

### **Autorendaten**

M. Sc. Lukas Reuter und M. Sc. Lennart Buck sind wissenschaftliche Mitarbeiter am Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge der Technischen Universität Braunschweig.

### **Bibliografische Angaben / Bibliographic Information**

#### **Wissenschaftliches Review / Scientific Review**

Erfolgreiches Review am 20.02.2024

#### **Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation**

Reuter, Lukas; Buck, Lennart: Halmgutmähen und Halmgutwerben. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2023. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2024. S. 1-9

#### **Zitierfähige URL / Citable URL**

<https://www.jahrbuch-agrartechnik.de/artikelansicht/jahrbuch-2023/chapter/halmgutwerben.html>

#### **Link zum Beitrag / Link to Article**

<https://doi.org/10.24355/dbbs.084-202401171542-0>

Dieser Beitrag wird unter einer CC-BY-NC-ND 4.0 Lizenz veröffentlicht.