

Yves Reckleben und Birte Reckleben

Verschleißreduktion durch verbesserte Stahlqualität beim Pflug

In der Bodenbearbeitung können höhere Flächenleistungen durch größere Arbeitsbreiten, höhere Geschwindigkeiten oder aber durch die Verlängerung der Standzeiten erreicht werden. Eine Möglichkeit zur Verlängerung der Standzeiten besteht darin, die Werkzeuge mit zusätzlichen Verschleißschichten zu versehen. Dies wurde für die Bodenbearbeitung bereits angewendet. Eine weitere Möglichkeit ist die Verwendung härterer Stahlarten, die bereits bei Futtermischwagen und seit einiger Zeit auch bei Pflügen der Firma Lemken eingesetzt werden, um den Verschleiß zu reduzieren. Diese verbesserten Stahlqualitäten weisen einen höheren Härtegrad auf und sind langlebiger, da der Oberflächenabrieb reduziert wird. Die Verwendung von härterem Stahl führte im eigenen Versuch zu einem um 61 % geringeren Verschleiß, die Standzeiten verlängerten sich um das 2,5-Fache.

eingereicht 5. November 2013

akzeptiert 2. Januar 2014

Schlüsselwörter

Bodenbearbeitung, Pflug, Verschleiß, Verschleißreduktion

Keywords

Tillage, plough, abrasion, wear reduction

Abstract

Reckleben, Yves and Reckleben, Birte

Reduction in plough material wear through improved steel quality

Landtechnik 69(1), 2014, pp. 35–39, 5 figures, 2 tables, 10 references

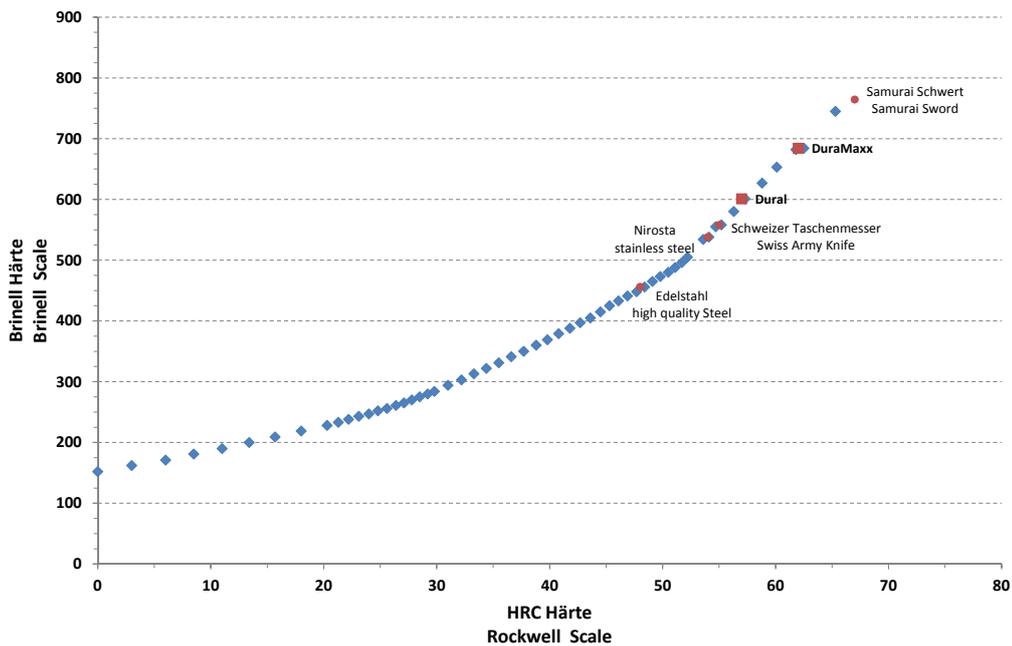
Greater area performances in cultivations can be achieved through wider working widths, higher operational speeds or also through less downtime during the work in progress. A possibility for decreasing downtime is the coating of implement wearing parts with extra material layers and so slowing wear progression. This approach is already followed with soil cultivation implements. A further possibility in this respect is the use of harder types of steel, an approach already used for components in feed mix wagons and recently also applied by the company Lemken to reduce wear on its ploughs. The

improved steel qualities involve a higher degree of hardness, offering a longer working lifetime because the surface is thus more wear resistant. The use of harder steel in this respect in own trials resulted in a 61 % reduction in wear. Working time, as opposed to downtime in the field, increased by a factor of 2.5.

■ Neben der Ernte nehmen besonders die Bodenbearbeitung und die Aussaat mit über 30 % der Arbeitserledigungskosten die Hauptkostenblöcke im Acker und Feldfutterbau ein [1]. Die Bodenbearbeitung ist neben dem Klima und dem Bewuchs ein wesentlicher strukturbildender Faktor. Sie verändert die Grob- und Feinstruktur des Bodens und stellt somit einen gravierenden Eingriff in den Boden dar. Die Bearbeitungsmaßnahmen prägen die Bodenstruktur im Oberboden und das Relief des Ackers und beeinflussen den Lebensraum für die Bodenfauna und -flora sowie den Wurzelraum. Verschiedene Bodenbearbeitungssysteme [2] haben sich in der landwirtschaftlichen Praxis etabliert. Besonders die intensive, wendende Bodenbearbeitung mit dem Pflug führt bei den eingesetzten Werkzeugen zu hohen Verschleißraten. Daher wurde für die Bodenbearbeitung bereits untersucht, wie sich der Einsatz von zusätzlichen Verschleißschichten auswirkt [3].

Die Härte von Metallen wird je nach Prüfmethode und verwendeter Messtechnik angegeben. Für weichere Metalle (Aluminium) bis hin zum Feinkornstahl wird häufig die Brinell-Härteskala verwendet. Für härtere Metalle reicht das Brinell-Prüfverfahren oftmals nicht aus und es müssen andere Tests angewendet werden, wie zum Beispiel das Rockwell-Verfahren (HRC Härteprüfung nach Rockwell nach Skala C) [4].

Abb. 1



Härteskalen nach Brinell und Rockwell, nach [5] ergänzt
 Fig. 1: Brinell and Rockwell hardness scales, after [5] expanded

Für den Pflug wurde von der Firma Lemken ein neuer Körper entwickelt, der aus wesentlich härterem Stahl besteht (**Abbildung 1**) [5]. Die höhere Härte von 62 HRC beim DuraMaxx-System führt zu einer höheren Verschleißfestigkeit an der Materialoberfläche. Der bislang verwendete Werkzeugstahl der Dural-Serie weist nur eine Härte von 57 HRC auf [6].

Der Versuch einer allgemeinen Definition für den Verschleiß in Anlehnung an [7] lautet: Der Verschleiß bezeich-

net den Vorgang des zunehmenden Materialverlustes an der Oberfläche eines Körpers bedingt durch den Kontakt und die Relativbewegung zu einem festen, flüssigen oder gasförmigen Gegenkörper.

Material und Methoden

Für den Versuch wurde ein Fünfschar-Juwel-8-Pflug auf der einen Seite mit den herkömmlichen Dural-Teilen und auf der anderen mit den neuen DuraMaxx-Teilen ausgestattet, sodass eine gleichmäßige Verschleißbelastung sichergestellt wurde.

Der Kraftstoffverbrauch wurde volumetrisch mit einem Ringkolbenzähler der Firma VDO-Kienzle im Vor- und Rücklauf gemessen und mit der GPS-Position auf dem Feld von einem Datenlogger aufgezeichnet [8]. Zusätzlich wurde die Geschwindigkeit über Grund mithilfe der GPS-Position bestimmt.

Weitere Messwerte, die vom Datenlogger über die CAN-Busschnittstelle erfasst wurden, sind die Position der Unterlenker, die Zugkräfte an den Unterlenkermessbolzen, die Motordrehzahl, die Abgastemperatur und die Getriebegeschwindigkeit.

Ergebnisse

Der Versuch wurde im Frühjahr 2011 begonnen und dauert derzeit noch an. Zunächst wurde das Anfangsgewicht aller Teile dokumentiert (**Tabelle 1**). Dann wurde die Bodenbearbeitung für Mais begonnen, alle Auffälligkeiten wurden vom Fahrer dokumentiert. Anlagen und Spitzen wurden vom Betriebsleiter in gleichem Turnus gedreht oder gewechselt. Zusätzlich wurde zunächst alle 100 ha jedes Teil erneut gewogen, um die Gewichtsabnahme zu dokumentieren.

Tab. 1

Anfangsgewichte aller Teile der Dural- und der DuraMaxx-Baureihe am 1. Pflugkörper

Tab. 1: Initial weights of all parts of Dural and DuraMaxx series on the first plough bottom

Pflugkörper Plough bottom			Dural	DuraMaxx
			kg	
I	Spitze/Lace	A	2,8	3,1
	Schar/Coulter	B	5,5	5,6
	Dreieck/Triangle	C	1,9	3,9
	Streichblechkante Plough body stripe	H	4,8	6,1
		G	4,1	3,8
		F	3,5	3,4
		E	3,7	4,2
	Anlagen/Apendices	I	1,0	1,0
		J	4,6	6,1
	Vorschäler/Skimmer	D	11,1	11,6

Abb. 2



Bezeichnung der einzelnen Bauteile eines Pflugkörpers im Versuch
(Foto: Reckleben)

Fig. 2: Description of the individual components of a plough bottom in the test

Abb. 3



Vergleich der DuraMaxx- (links) und der Dural-Teile (rechts)
(Foto: Reckleben)

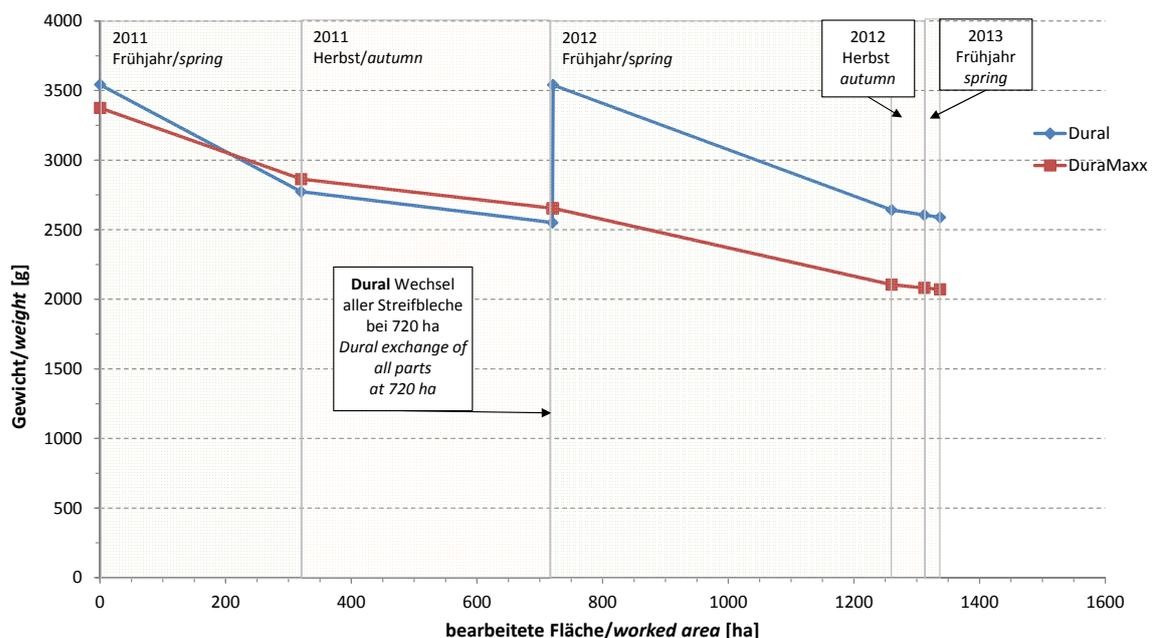
Fig. 3: Comparison of DuraMaxx (left) and Dural parts (right)

Der neue Werkzeugstahl beim DuraMaxx-System wird ausschließlich bei den Streichblechkanten (E bis H), dem Dreieck C und dem Vorschäler eingesetzt (**Abbildung 2, Tabelle 1**). Die DuraMaxx-Teile zeichnen sich neben der erhöhten Stahlqualität auch durch einfacheres und schnelleres Wechseln der Verschleißteile aus, da für das Austauschen keine Schrauben erforderlich sind (**Abbildung 3**). Die Befestigung des Materials erfolgt ausschließlich über ein Stecksystem. Dabei werden Streichbleche und Streifen vollständig vom Körperrumpf getragen und sind nicht mehr tragender Teil des Pflugkörpers. Die Streifenkörper und die Streichblechkanten werden schraubenlos und zugleich spannungsfrei montiert, indem sie am Rumpf des Pflugkörpers eingehakt werden. Dabei dient die Streichblechkante als Verriegelung für die Streifenstreichbleche. Die Scharspitzenbefestigung wird so bis auf eine Schraube reduziert, was einen verringerten Zeitbedarf für den Austausch der Teile (Reparaturzeit) erwarten lässt.

Durch die Reduktion der Anzahl der Schrauben bei den in **Abbildung 3** dargestellten Teilen, können die Reparaturzeiten bei der DuraMaxx-Variante im Vergleich zur herkömmlichen Dural-Variante erheblich gesenkt werden. Eine Zeitmessung beim Wechseln der Teile ergibt eine Differenz von 15 Minuten je Pflugkörper zugunsten der DuraMaxx-Baureihe bei Verwendung eines Druckluftschraubers (Dural mit 24 Minuten zu DuraMaxx mit 9 Minuten). Wird ein Ratschenschlüssel verwendet, so erhöht sich die Wechselzeit beim Dural-Körper um 17 %. Hierbei werden die Spitzen und Anlagen nicht betrachtet, da diese bei beiden Systemen aus dem gleichen Stahl bestehen und somit gleich oft geschraubt und gewechselt werden müssen.

Neben dem Vorteil der geringeren Reparaturzeit ergibt sich aber insbesondere ein wesentlich geringerer Verschleiß,

Abb. 4



Gewichtsabnahme und Wechselintervalle am Beispiel des Pflugkörperstreifens F

Fig. 4: Weight loss and change interval using the example of the plough body stripe F

Tab. 2

Materialdicken und Abnahmen nach 350 ha
 Tab. 2: Material thicknesses and rates of wear after 350 ha

	Dural	DuraMaxx
	mm	
Dicke der Neuteile <i>Thickness of new components</i>	11	10
Minimaldicke der Teile vor Wechsel <i>Minimum thickness of components before replacement</i>	5	2
Nutzbare Verschleißdicke <i>Usable amount of wear</i>	6	8
Nach 350 ha / After 350 ha		
Materialdicke <i>Thickness of material</i>	9	8,5
Materialabnahme zum Neuteil <i>Material wear on new components</i>	2	1,5

der als Gewichtsabnahme in Gramm je Verschleißteil gemessen wird. Für die weitere Analyse wird exemplarisch der Pflugkörperstreifen F betrachtet, da hier das Anfangsgewicht trotz unterschiedlicher Stahlqualitäten nahezu gleich ist (**Abbildung 4**).

Das aus härterem Stahl angefertigte DuraMaxx-Bauteil weist einen um 61 % geringeren Verschleiß als die Dural-Variante auf. Der Verschleiß ist an dem mittleren Streifenstreich-

blech F wesentlich höher als an den äußeren Pflugkörperstreifen, da dort eine höhere Reibkraft wirkt.

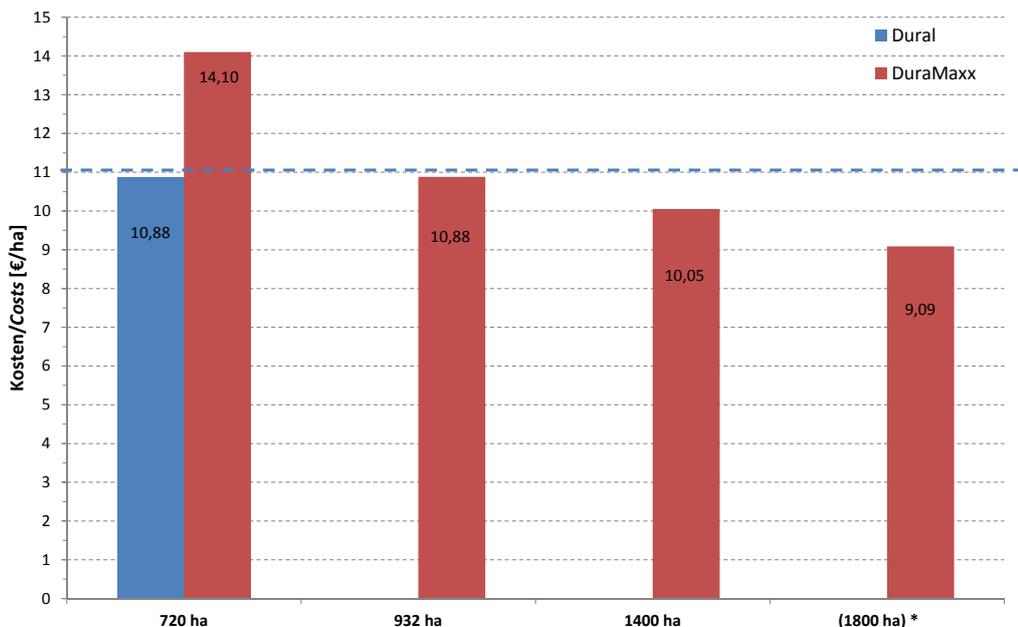
Zu Beginn der Untersuchung wurde der größte Verschleiß festgestellt. Bei den darauffolgenden Wiegungen war der Verschleiß geringer (**Tabelle 2**). Der anfänglich hohe Verschleiß ist sowohl auf das trockene Frühjahr 2011 als auch die etwas geringere Härtung der Kanten zurückzuführen. Im Herbst 2011 und Herbst 2012 waren deutlich geringere Gewichtsabnahmen zu verzeichnen. Das kann zum einen an der späteren Einsatzzeit im Herbst liegen, und zum anderen an unterschiedlichen Bodenverhältnissen aufgrund der witterungsbedingt anderen Feuchtegehalte. Besonders die höheren Niederschläge zur späten Jahreszeit wirkten sich verschleißmindernd aus. Die Dural-Teile wurden bei 720 ha komplett getauscht, da das Material an den Kanten nur noch hauchdünn war und die Bruchgefahr deutlich stieg. In allen Untersuchungen wurden aber gleiche Tendenzen bezüglich der Verhältnismäßigkeit des Verschleißes der einzelnen Streifenkörper festgestellt. Geringere Kraftstoffverbräuche aufgrund des Einsatzes der DuraMaxx-Bauteile konnten nicht festgestellt werden.

Für eine Prognose der Einsatzfläche wird nach folgender Gleichung 1 gerechnet [9]:

$$\text{Max. Fläche} = \frac{\text{(Nutzbare Materialdicke)}}{\text{(Materialabnahme nach 350 ha)}} \times 350 \text{ ha} \quad (\text{Gl.1})$$

Nach den eigenen Untersuchungen wird derzeit mit einer Einsatzfläche von max. 1 800 ha beim Einsatz von DuraMaxx gerechnet, dabei wird eine Restdicke von 3 mm unterstellt.

Abb. 5



* Prognostizierte Standzeit für die verwendeten DuraMaxx-Teile / Forecast working lifetime of the DuraMaxx components

Kostenvergleich 5-Schar-Volldrehpflug: Summe der fixen Kosten (AfA 14 Jahre, Zinsen 4 %, jährliche Hektarleistung 500 ha, Wiederverkaufswert ist gleich) und der variablen Kosten (Verschleißteile und Arbeitszeitbedarf für den Austausch der Teile)

Fig. 5: Cost comparison 5 furrow reversible plough: total of fix costs (AfA 14 years, interest 4 %, annual hectares performance 500 ha, resale value is equal) and variable costs (wear parts and replacement costs)

Die Prognose mit der Gleichung 1 lässt eine Einsatzfläche für die Dural-Teile von 1 050 ha erwarten. Im Versuch konnte dies nicht erreicht werden, da die Dural-Streifen an den Kanten stark abnutzten, was sich negativ auf das Arbeitsbild auswirkte. Hingegen kann für die DuraMaxx-Teile eine Einsatzfläche von 1 860 ha prognostiziert werden, wenn eine Restmaterialdicke von 1,5 mm unterstellt wird. Die Messungen wurden bei 720 ha, bei 1 050 ha und 1 400 ha wiederholt. Auf der Basis dieser Ergebnisse wird derzeit mit einer theoretischen Hektarleistung von 1 800 ha für die DuraMaxx-Teile bei einer unterstellten Restmaterialdicke von 3,0 mm gerechnet [10]. Die Einsatzgrenze der herkömmlichen Dural-Variante war bereits bei 720 ha erreicht (**Abbildung 5**), sodass sich für die DuraMaxx-Teile im eigenen Versuch eine höhere Einsatzfläche von 250 % ergibt, wenn die prognostizierte Flächenleistung erreicht wird.

Für die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit wurden die Kosten eines VariOpal-8-Pflugs mit Dural-Teilen mit einem Juwel-8-Pflug mit DuraMaxx-Teilen verglichen. Ausschlaggebend sind die Anschaffungspreise beider Pflüge sowie die Kosten der Verschleißteile. Die Dural-Teile mussten im eigenen Versuch nach 720 ha gewechselt werden. Zu diesem Zeitpunkt waren die Gesamtkosten für den DuraMaxx um 3,22 €/ha höher. Bei einer Einsatzfläche von 932 ha werden beim Juwel-8-Pflug mit DuraMaxx-Teilen die gleichen Kosten wie beim VariOpal-8-Pflug mit Dural-Teilen erreicht. Dieser Wert wurde im eigenen Versuch bereits überschritten. Die bisherige Laufleistung der DuraMaxx-Teile von 1 400 ha bedeutet derzeit einen Vorteil von 0,83 €/ha zugunsten des neuen Materials. Rechnet man diesen Vorteil für die prognostizierte Laufleistung der DuraMaxx-Teile aus, so entsteht ein Vorteil von 1,79 €/ha. Für die kalkulierte Gesamtlauflistung von 7 000 ha, die sich aus der angenommenen Nutzungsdauer von 14 Jahren und der jährlichen Laufleistung von 500 ha ergibt, bedeutet das einen Vorteil von 12.530 € zugunsten des neuen Pfluges mit den DuraMaxx-Verschleißteilen.

Schlussfolgerungen

Durch die Auswahl neuer, härterer Metalle für die Verschleißteile am Pflug konnten im eigenen Versuch um 250 % längere Standzeiten erreicht werden. Durch die Reduktion der Anzahl der Schrauben zur Befestigung der Verschleißteile am Körperumpf wird die Reparaturzeit deutlich verkürzt. Der Kostenvergleich zeigt, dass das neue Material DuraMaxx bereits nach 932 ha günstiger ist als das Standard-Material Dural.

Literatur

- [1] Lüders, Stephan Georg (2007): Betriebszweigauswertung der Betriebe im Beratungsgebiet Mecklenburg-Vorpommern. LMS Agrarberatung GmbH, Rostock
- [2] Reckleben, Birte (2007): Mehrjährige Erfahrungen mit konservierender Bodenbearbeitung und Bestellung. Rendsburg, RKL
- [3] Ullmann, Benjamin; Reckleben, Yves (2008): Verschleiß von Grubberscharen. Prof.-Udo-Riemann-Stiftung, Band 34, Rendsburg, RKL, S. 129-147
- [4] Weissbach, Wolfgang (2004): Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung. Wiesbaden, Vieweg Verlag
- [5] DIN EN ISO 18265:2004-02 (2004): Metallische Werkstoffe - Umwertung von Härtewerten. Beuth Verlag
- [6] Reimer-Thiemann, Norbert (2011): Produktbeschreibung DuraMaxx. Vertriebsleitung Deutschland, Lemken GmbH & Co. KG, Alpen
- [7] Popow, Valentin L. (2009): Kontaktmechanik und Reibung. Berlin Heidelberg, Springer Verlag
- [8] Fick, Anton; Reckleben, Yves (2008): Kraftstoffverbrauchsmessung auf Ackerschleppern im Vergleich. Prof.-Udo-Riemann-Stiftung, Band 37, Rendsburg, RKL, S. 455-489
- [9] Schäfer, Niels (2011): Untersuchung des Verschleißverhaltens eines Pflugkörpers unter Verwendung unterschiedlicher Materialien. Bachelor-Thesis im Fach Landtechnik, Fachhochschule Kiel - Fachbereich Agrarwirtschaft
- [10] Rönnefeld, Carsten (2013): Vergleich des Verschleißverhaltens unterschiedlicher Materialien am Pflugkörper und deren Wirtschaftlichkeit. Bachelor-Thesis im Fach Landtechnik am Fachbereich Agrarwirtschaft der Fachhochschule Kiel

Autoren

Prof. Dr. Yves Reckleben ist Leiter des Fachgebiets Landtechnik am Fachbereich Agrarwirtschaft der Fachhochschule Kiel, Grüner Kamp 11, 24783 Osterrönfeld, E-Mail: yves.reckleben@fh-kiel.de

Dr. Birte Reckleben ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Forschungs- und Entwicklungszentrum der Fachhochschule Kiel GmbH