

Rübenerntetechnik – aktueller Stand und Entwicklungen

Oliver Schmittmann

Kurzfassung

Der Zuckerrübenanbau hat nicht an Bedeutung verloren. Dies zeigen sowohl die statistischen Zahlen als auch die Aktivitäten im Bereich der Zuckerrübenerntetechnik. Eine Konzentration auf wenige Hersteller ist festzustellen. Die Schwerpunkte bei diesen sind Detailverbesserungen zur Prozessüberwachung und Assistenzsysteme. Eine automatisierte und bestandsabhängige Einstellung der Köpf-Rodegruppe sowie durchsatzabhängige Rübenbehandlung sind hier zu nennen. Telematik und gesteigerter Bedienkomfort sind weitere Aspekte.

Schlüsselwörter

Anbau, Rübenroder, Logistik, elektronisches Maschinenmanagement, Ladetechnik

Beet harvesting technology – current status and developments

Oliver Schmittmann

Abstract

Sugar beet cultivation has not lost any of its importance. This is shown by statistics, but also by the activities in the area of sugar beet harvesting technology. There is a concentration on just a few manufacturers. These focus on detailed improvements to process monitoring and assistance systems. Automated, crop-adapted adjustment of the harvesting group and throughput-dependent beet treatment are worth mentioning here. Telematic and increased ease of operation are further aspects.

Keywords

Beet cultivation, harvester, logistics, electronic machine management, loader

Zuckerrübenanbau in Deutschland

Das Anbauvolumen von Zuckerrüben hat im Jahr 2020/2021 zugenommen. Auf 350.743 ha wurden 25.721.740 t Zuckerrüben produziert und damit liegt das Niveau auf dem vor der Zuckerrübenmarktreform. Die Anbaufläche pro Betrieb ist auf 14,8 ha angestiegen, die Anzahl der Zuckerrübenanbauer hat mit 23.638 abgenommen und liegt auf einem Tiefststand (vgl. 2011/12 31.886) [1].

Aktuell werden in Deutschland 18 Zuckerfabriken von 4 Unternehmen betrieben.

Die Anbaufläche von Biogaserüben lag 2020 bei 26.100 ha, was etwa 7 % der gesamten Rübenanbaufläche ausmachte. Der Anbau von Biogaserüben nimmt tendenziell zu. [2]

Erntetechnik

Die technische Vielfalt der Rübenerntetechnik hat sich weiter reduziert. Alle Hersteller setzen nun auf eine Siebsterneinigung. Die Firma Grimme [3] hat den Bau des Maxtron und auch des Reinigungsladers eingestellt. Der Name Holmer-exxact wurde aus strategischen Gründen wieder getrennt. Unter Holmer [4] werden nun die in Deutschland produzierten Maschinen vertrieben und unter Agrifac die kleineren Roder LightTraxx und OptiTraxx, die Variante mit Bandlaufwerk.

Die Vielseitigkeit der Hersteller hat zugenommen, um individuellen Kundenwünschen zu entsprechen. Minimalköpfer oder Entblattung, Polderschar oder angetriebenes Radrodeschar und 2- oder 3-Achser stehen zur Auswahl. Die Entblattung der Rübe ohne Köpfschnitt und das Radrodeschar besitzen jeweils einen Marktanteil von unter 10 % [5].

Durch innovative Detaillösungen, die Arbeitsqualität und den Bedienkomfort unterscheiden sich die Hersteller jedoch weiterhin. Welche Unterschiede und aktuellen Entwicklungen es gibt, wird im folgenden Kapitel beschrieben.

Technische Entwicklungen Rübenroder

Entblättern und Nachköpfen

Rübenroder arbeiten mit 6-, 8-, 9- oder 12-reihigen Vorsätzen, wobei das 12-reihige Aggregat nicht für Hohertragsregionen empfohlen wird.

Optimierungen im Bereich der Köpf-Rodegruppe beziehen sich auf die Steuerung bzw. die Tiefenführung, wie die Schleglerhöhenautomatik: Bodenkontursensoren sorgen für eine Regelung der Arbeitstiefeneinstellung. Vorlaufende Tasträder sind nicht bei allen Vorsätzen notwendig. Die Höhe des Schleglers wird über die Auslenkung des Köpftasters des Micro-Toppers geregelt. Der Fahrer gibt dazu am Bordrechner die gewünschte Höhe der Schleglerwelle bzw. die Länge der Blattbürste vor. Mittels eines Winkelsensors (Potentiometer) an jedem Köpftaster wird die Scheitelhöhe jeder Rübe ermittelt und so die Höhe der Schleglerwelle automatisch angepasst (ROPA System R-Trim).

Die Schleglerhöhe kann auch über die Walzenganghöhe nachgeregt werden. Nur einmal zu Beginn muss vom Fahrer eine Voreinstellung vorgenommen werden (Holmer System EasyLift).

Die Geometrie des Köpfmessers beim Minimalköpfer DynaCut (Holmer) wurde modifiziert. Durch eine Abflachung des Köpfmessers soll eine sicherere Schnittführung auch bei hohen Rodegeschwindigkeiten und geringerer Verschleiß gewährleistet werden.

Die Putzerwelle des optionalen Kombi-Entblätters ist bei Holmer im Gegensatz zu anderen Herstellern längs zur Fahrtrichtung ausgerichtet.

Auf Vielfalt im Bereich Entblattung/Entblätterung setzt Grimme. Zwischen vier Systemen kann ausgewählt werden: Häcksler mit Inline Blattablage (Häckslerwelle mit Stahlschlegeln), Entblätterer FM, Multihäcksler (Häckslerwelle mit Kombination aus Stahl- und Gummischlegeln) und Kombihäcksler (Häckslerwelle mit Stahlschlegeln, umschaltbar zwischen Inline Blattablage und Blattauswurf). Der Minimalnachköpfer ist bei Grimme – außer in Kombination mit dem FM Entblätterer – eine Option.

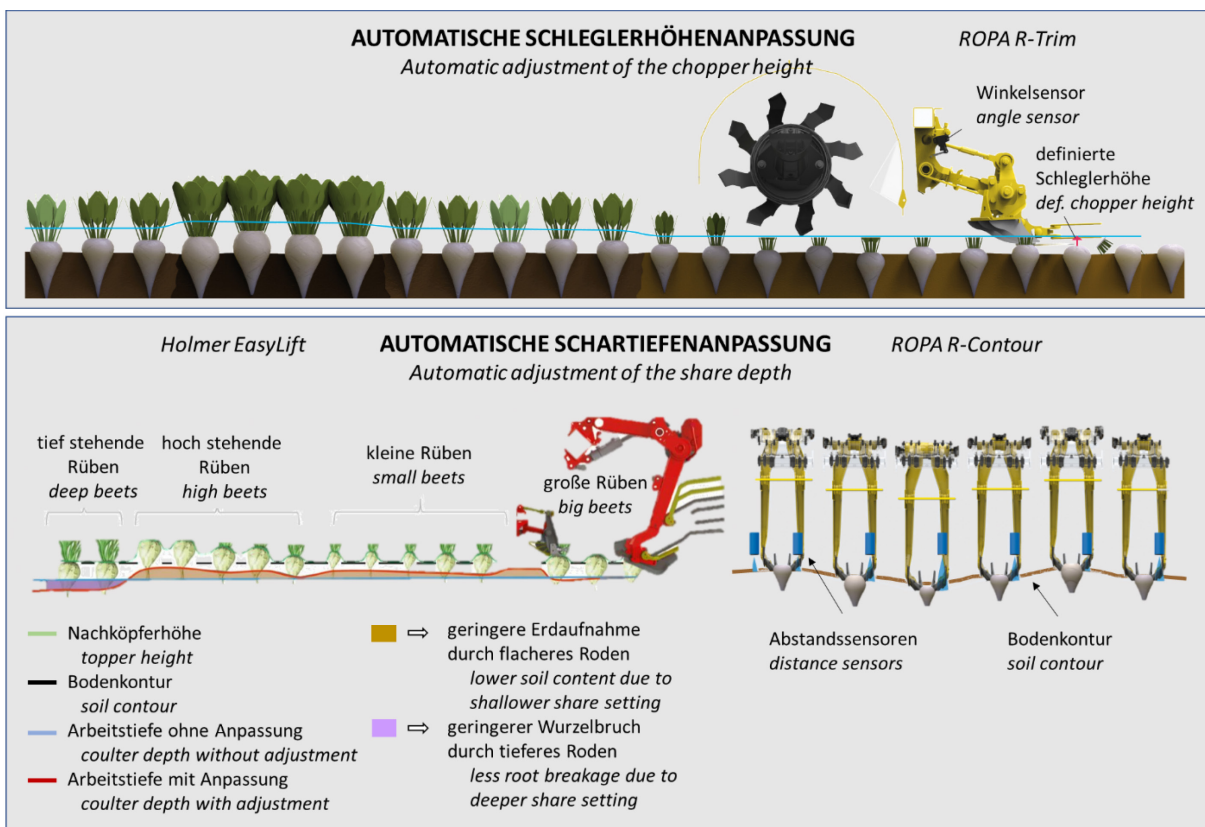


Bild 1: Automatische Einstellung der Schleglerhöhe und der Rodetiefe (nach [4] und [5])
Figure 1: Automatic adjustment of the chopper height and coulter depth (according to [4] and [5])

Roden

Um Wurzelbruchverluste, hohe Erdaufnahme und Kraftstoffverbrauch zu reduzieren, sollte jede Rübe mit der optimalen Schartiefe gerodet werden.

Seit 2015 bietet Holmer mit EasyLift eine automatische Tiefenführung der einzelnen Scharkörper an. Der Bordcomputer errechnet dazu aus den Positionsmesswerten am Nachköpfer die Scheitelhöhen der Rüben und passt die Arbeitstiefe der Scharkörper automatisch an. Rüben mit hoher Scheitelhöhe werden flach und Rüben mit geringer Scheitelhöhe tiefer gerodet.

Die individuellen Rodeschartiefen jeder Einzelreihe werden bei ROPA (R-Contour) über Sensoren eingestellt. Auch hier stellt der Fahrer die optimale Rodetiefe zu Beginn ein. Seitlich der Rodeschare sind Ultraschallsensoren installiert, die den Abstand zur Bodenoberfläche messen. Anhand dieses Abstandes wird die aktuelle Rodetiefe ermittelt und für jedes Schar individuell entsprechend der vorgewählten Sollrodetiefe angepasst. Ultraschallsensoren sind relativ schmutzempfindlich und werden daher am Vorgewende und im Minutentakt während des Rodens mittels einer Luftdüse gereinigt.

Holmer hat Modifikationen am Polderschar (HR) vorgenommen. Das neue DuraShare verfügt als Verschleißschutz über aufgeschweißte Metallplatten.

Angetriebene Radrodeschare werden als Alternative für sandige Standorte empfohlen. Sie werden mit einer geschwindigkeitsabhängigen Voreilung betrieben, um den verlustarmen Rodedeprozess zu unterstützen. Bei Verstopfungen kann der Antrieb reversiert werden. Die Einzelreihentieffenführung geschieht analog zu den Polderscharen.

Vervaet regelt die Rodetiefe über angetriebene seitliche Tasträder, wobei die Regelungssensitivität eingestellt werden kann.

Reinigung

Grimme, Holmer und ROPA setzen bei der Reinigung auf ein Siebband und drei nachfolgende Siebsterne, deren Durchmesser ähnlich groß sind. Die Siebsterne sind über einen Schnellwechselrahmen montiert, was bei der Montage eine Zeitersparnis von bis zu 80 % bedeuten kann.

Anstelle der sonst üblichen Wendelwalzen beginnt bei Vervaet [6] die Reinigung nach der Aufnahme der Rüben vom Rodeaggregat mit zwei bzw. drei geschlossenen Siebsterne vor der Vorderachse. Danach kann zwischen verschiedenen Kombinationen gewählt werden: Beim Beet Eater evo zwischen einem Siebsterne mit Siebband, drei oder vier Siebsterne oder drei Siebsterne mit einem Wendelwalzenregister; bei der zweiachsigen Q-Serie zwischen einem Reinigungssiebsterne und einem Siebband, drei Reinigungssiebsterne, vier Reinigungssiebsterne oder drei Reinigungssiebsterne mit einem Wendelwalzenregister.

Bunkerelevator und Bunker

Die Anforderungen an das Sammeln von Rüben sind die schonende Bunkerbefüllung und das schnelle, beschädigungsarme Entleeren. Fallhöhen sollen einerseits möglichst gering sein, andererseits sollen große Überladehöhen sichergestellt werden. Von den vier Herstellern werden Entladezeiten von bis zu 60 Sekunden angegeben! Das Entladeband hat eine Breite von 160 bis 200 cm und verfügt über eine Einfach-, Zweifach oder Dreifachklappung.

Antriebe und Motoren

Der Trend zu leistungsstärkeren Motoren setzt sich fort. Eine Herausforderung bleibt die Anpassung an die aktuellen Abgasnormen. Motoren mit Pumpe-Düse-Technik ohne SCR-Katalysator sind in Europa nicht mehr zugelassen und werden zukünftig nicht mehr angeboten. Stattdessen sind Common-Rail-Motoren mit einem SCR-Katalysator (AdBlue) und Abgasrückführung entsprechend der Abgasnorm Tier5 Standard.

Doppelte Turboaufladung führt zu einer günstigen Charakteristik, mit der schon bei geringeren Motordrehzahlen hohe Drehmomente bei niedrigerem Kraftstoffverbrauch erreicht werden. Zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs arbeitet der Motor im niedrigen Drehzahlbereich um 1.100 U/min. Maximale Drehmomente von 2.500 Nm werden schon bei 900-1000 U/min erreicht.

Mit dem Antriebsmanagementsystem EcoPower (Holmer) werden nicht verwendete Verbraucher abgekoppelt.

Fahrwerke

Hohe Massen, ein hoher Schwerpunkt und dynamische Erschütterungen kennzeichnen die Rahmenbedingungen, für die Fahrwerke konzipiert werden. Sensorgestützte Regelungen ermöglichen sichere Fahrten auch am Hang. „Bis zu 10 % Hangneigung“ wird von den Herstellern auch bei verringertem Reifeninnendruck angegeben [5].

Grimme, Holmer und ROPA setzen auf einen Zentralrahmen mit Knickung (Holmer 60°) hinter der Kabine. Pendelachsen und hydraulisch ansteuerbare Stabilisierungszyylinder sorgen in Verbindung mit Neigungssensoren und Steuerungselektronik für Hangstabilität.

Ein zusätzliches 3-Achsen-Gyroskop mit Beschleunigungsmessung zur Querkraft-Kompensation ergänzt die Ausstattung bei ROPA R-Soil Protect und soll für eine feinfühligere Neigungsregelung sorgen. Die Lenkstabilität bei schnellen Straßenfahrten wird hierdurch verbessert und Querneigungen von bis zu 10° werden ausgeglichen, so die Aussage von ROPA.

Vervaet verbaut zur Gewichtseinsparung einen starren Rahmen. Zur Bodenschonung und zum spurversetzten Fahren laufen die Räder der Hinterachse mit Drehkranzlenkung innerhalb der Spuren der Vorderachse. Aus diesem Grund ist ein Fahrzeugrahmen ohne Knickung ausreichend. Die hintere Drehkranzlenkung und die lenkbare Vorderachse führen zu einer hohen Wendigkeit. Ein Neigungssensor unterstützt optional den Hangausgleich der Maschine (Q level-master), der Querneigungen von bis zu 7° ausgleichen kann. Zur Bodenschonung können die Roder mit einer Reifendruckregelanlage ausgestattet werden, mit der – laut Aussage Vervaets – der Reifeninnendruck auf bis zu einem bar abgesenkt werden kann.

Automatisierte Maschinenmanagementsysteme

Das Ziel der Zuckerrübenreinigung ist die Reduzierung des Erdanteils sowie das Entfernen von Steinen und Blattresten. So sind die wesentlichen Qualitätsparameter der Reinigung die Erdabscheidung und die oberirdischen Masseverluste.

Das Assistenzsystem Speedtronic (Grimme) regelt lastabhängig die Drehzahl der Siebsterne und des Ringelevators. Als „Adaptive Reinigung plus“ bezeichnet Holmer sein Assistenzsystem, bei dem die Reinigung anhand der Auslastung bzw. des Rübendurchsatzes und unter Berücksichtigung der Fahrgeschwindigkeit geregelt wird. Das Ansprechverhalten des Systems kann manuell beeinflusst werden.

Bei ROPA stellt der Fahrer die Siebbandgeschwindigkeit stufenlos ein. Die drei Siebsterne sind zur verbesserten Drehzahlanpassung mit Drucksensoren in den hydraulischen Antriebsmotoren ausgestattet, die indirekt Informationen über den Rübendurchsatz liefern.

Bedienung und Ergonomie

In den Fahrerinnen stehen leistungsstarke Bordelektronik zur intuitiven Einstellung und Visualisierung aller wichtigen Prozesse bei allen Herstellern im Mittelpunkt.

Neue Rechner, Joysticks und zwei 12,1 Zoll Displays für größere Übersicht stehen dem Bediener bei ROPA zur Verfügung. Die Joysticks mit zusätzlichen Funktionen, höhenverstellbare Lenksäulen und in Blickrichtung angeordnete Terminals bieten mehr Ergonomie. Zusätzliche Bedienterminals für die Rübenlogistik lassen sich neben den ROPA Terminals anbringen.

Technische Entwicklungen Rübenreinigungslader

Holmer und ROPA bieten selbstfahrende Rübenreinigungslader an. Grimme hat sich aus diesem Markt zurückgezogen.

Aufnahme und Reinigung

Die Holmer Mietenaufnahme (Terra Felis 3 evo VarioPick) hat eine Breite von 9,72 m (Innenmaß). Für breitere Mieten steht ein Mietenteiler zur Verfügung. Ein 900 mm breiter Bauchgurt fördert die Rüben zu den Nachreinigungswerkzeugen. Je nach Bodeneigenschaften kann Folgendes gewählt werden:

- HOLMER Siebbandreiniger mit einer Breite von 900 mm für leichte Böden,
- HOLMER Cleaner ist ein Zwickwalzenregister, das sich für mittlere bis schwere Böden eignet,
- beim HOLMER VarioCleaner, für wechselnde Bedingungen, kann dieses Zwickwalzenregister unter dem Siebband verschoben werden und so die Reinigungsstrecke variiert werden,
- HOLMER CrossRoller flex besteht aus gefederten Querwalzen zur Abscheidung auf steinigem oder extrem schweren Böden.

Die ROPA Maus 6 verfügt über einen Aufnahmetisch von 10,20 m. Der Bauchgurt hat eine Breite von 800 mm. Die Nachreinigung besteht standardmäßig aus:

- einem 900 mm breiten Siebband.
- Optional kann ein Zwickwalzenregister mit 8 gegenläufigen Walzen oder

- ein Entsteiner – eine Kombination aus Siebband mit nachfolgendem Walzenreiniger (10 PU-Reinigungswalzen + 2 Entsteinungswalzen) – integriert werden. Die Drehzahl und Drehrichtung der Entsteinungswalzen kann vom Fahrer eingestellt werden.

Die Überladeweite beider Reinigungslander beträgt 15 m und die Überladehöhe 6 m (332° Schwenkbereich). Das integrierte Wiegesystem mit CAN-Bus Wiegezellen hat ROPA komplett überarbeitet. Der Wiegerahmen ist im Überladeknickelement integriert.

Kabine und Bedienung

Die Kabine des Terra Felis 3 evo ist hydraulisch auf 5,10 m anhebbar und um 1,24 m zurücksetzbar. Das HOLMER SmartDrive Bedienkonzept zur Unterstützung des Fahrers besteht aus einem Touch Screen, Joystickbedienung und Videoüberwachung.

Optional wird Easy Help 4.0 – das Telematiksystem von HOLMER – angeboten. Es setzt den Datenaustausch von Maschine zu Maschine, Landwirt, Lohnunternehmer und Maschinenring um.

Die neue ROPA Maus 6 wurde analog zum Panther 2S und Tiger 6S mit einer leistungsstärkeren Bordelektronik aufgerüstet, um den Aufgaben hinsichtlich der Datengewinnung, Steuer- und Regelfunktionen gerecht zu werden.

Die Kabine der neuen ROPA Maus 6 – ebenfalls auf 5,10 m anhebbar – bietet im Vergleich zum Vorgängermodell 35 % mehr Platz für den Fahrer und Beifahrer. Sie ist 40 cm länger und 13 cm breiter. Verbessert wurde auch die Heizung. Die neue Fußbodenheizung und die leistungsfähigere Standheizung können über das myROPA-Onlineportal oder R-Connect auch vor Arbeitsbeginn eingeschaltet werden.

Digitalisierung

Wie im gesamten Agrartechniksektor hat der Bereich Digitalisierung eine zunehmende Bedeutung bei der Zuckerrübenernte [7]. Maschinenprozesse und Einstellungen werden vermehrt sensortechnisch unterstützt, angezeigt und zur Prozessoptimierung und -automatisierung herangezogen. Auch der Bedienkomfort für den Fahrer steht weiter im Fokus.

Bordelektronik und Kabine

Die Leistungsfähigkeit der Bordelektronik ist notwendig, da Aufgaben der Prozessüberwachung, wie zusätzliche Regelaufgaben, Sensoren und Aktoren umgesetzt werden müssen. Dazu zählen Automatisierungen innerhalb der Rodegruppe, Förder- und Reinigungsstrecke sowie Bildschirme zur Prozessdatenvisualisierung und Überwachung. Weiterhin liefert die Bordelektronik wertvolle Daten für die Rübenlogistik.

Leistungsstärkere Bordrechner bilden das Zentrum für Telematik, prädiktive Analyse der Maschine bzw. der Ernteprozesse inkl. Online-Diagnose und setzen neue Komfortfunktionen um.

Auf weiteren Bedienterminals können neben Maschinenfunktionen auch Kamerabilder angezeigt werden. Die Digitalkameras erzeugen eine deutlich höhere Bildqualität als bisher. Optional können zu der Mittelspitzen- und Rückfahrkamera zusätzliche Kameras integriert werden. Für die entsprechend höheren Datenmengen wurde ein zusätzliches Ethernet Netzwerk in die Maschine integriert (R-View von ROPA). Während der Rückwärtsfahrt oder bei der Bunkerentleerung wird hier automatisch das entsprechende Kamerabild im linken Terminal eingeblendet. Über ein neues ergonomisches Bedienelement an der linken Armlehne lassen sich das Entladeband und die Bunkerentleerung komfortabel steuern. Am rechten Multifunktionsjoystick können fünf Funktionstasten für häufig genutzte Funktionen frei belegt werden.

ErgoDrive, das Bedienkonzept von Grimme, verfügt über frei konfigurierbare Direktzugriffsfunktionen auf dem Multifunktionshebel und dem Bedienfeld in der Armlehne sowie über zwei CCI 100 Touchscreen Terminals auf der rechten Seite.

Telematik

Die Daten des Telematiksystems EasyHelp 4.0 von HOLMER können im gesamten Einsatzbereich der Maschinen abgerufen werden (Maschinenführer, Landwirt, Lohnunternehmen und Maschinenring). EasyHelp 4.0 umfasst Funktionen zur Ferndiagnose und -wartung, zum Flottenmanagement und dem Farmmanagementsystem FarmPilot. ROPA bietet ihr System unter dem Namen R-Connect an. Der Roder fertigt Bildaufnahmen vom Rübenbestand in Verbindung mit den dazugehörigen Maschineneinstellungen und Positionsdaten an. Außerdem werden während des Rodens und des Abbunkerns Bilder aufgenommen. Zusätzlich kann eine manuelle Bilddokumentation erfolgen, wenn Unregelmäßigkeiten beim Roden auftreten. Diese Daten werden im sogenannten R-Connect Portal dem entsprechenden Rodeauftrag zugeordnet und hinterlegt. Die Bildaufnahmen lassen sich ebenfalls im Anschluss den gespeicherten Sensordaten (Drehzahlen, Geschwindigkeiten, Drücken, Volumenmessungen, etc.) zuordnen.

Telemetrie und eine MyGrimme Anbindung ist eine weitere Lösung. Vom Büro aus können Position und Maschinendaten der Roder abgerufen werden.

Unter dem Namen MyVervaet bietet der holländische Hersteller ab 2022 ebenfalls ein Portal an, auf dem aktuelle Maschinendaten in Echtzeit und gespeicherte Daten abgefragt werden können. Zu den Maschinendaten gehören auch kontinuierliche Roderverwiegungen. Aus der Gewichtszunahme kann der Durchsatz und so in Verbindung mit GPS auch der Ertrag abgeschätzt werden.

Anzumerken ist, dass bei keinem der hier angesprochenen Messsysteme derzeit der Erdanhang berücksichtigt wird, um die Reinigungsintensität zu regulieren.

Zusammenfassung

Der Zuckerrübenanbau hat immer noch eine hohe Bedeutung, was sowohl die statistischen Anbauzahlen als auch die Aktivitäten im Bereich der Zuckerrübenerntetechnik bestätigen. Eine Konzentration auf wenige Hersteller ist festzustellen. Die Schwerpunkte bei diesen sind Detailverbesserungen zur Prozessüberwachung und Assistenzsysteme. Eine automatisierte und

bestandsabhängige Einstellung der Köpf-Rodegruppe sowie durchsatzabhängige Rübenbehandlung sind hier zu nennen. Telematik und gesteigerter Bedienkomfort sind weitere Aspekte. Optimierte Antriebstechniken und Maschinenkonstruktionen führen zu geringerem Energieverbrauch.

Literatur

- [1] Wirtschaftliche Vereinigung Zucker: Jahresbericht der Wirtschaftlichen Vereinigung Zucker e.V. und Verein der Zuckerindustrie 2020/2021. Berlin 2021.
- [2] Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung: Bericht zur Markt- und Versorgungslage Zucker. Herausgeber: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bonn 2021.
- [3] Grimme: Produktinformationen. URL: www.grimme.de, Zugriff am: 02.01.2022.
- [4] Holmer-Maschinenbau: Produktinformationen. URL: www.holmer-maschinenbau.de, Zugriff am: 02.01.2022.
- [5] ROPA-Maschinenbau: Produktinformationen. URL: www.ropa-maschinenbau.de, Zugriff am 02.01.2022.
- [6] Vervaet: Produktinformationen. URL: www.verveat.nl, Zugriff am: 02.01.2022.
- [7] Schmittmann, O.: Landwirtschaft 4.0 auch bei Rüben ein Thema. ZuckerrübenJournal, 04/2017, S. 18-21.

Autorendaten

Dr. agr. Oliver Schmittmann ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Agrartechnik und Robotik am Institut für Landtechnik der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.

<p>Bibliografische Angaben / Bibliographic Information</p> <p>Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation Schmittmann, Oliver: Rübenerntetechnik – aktueller Stand und Entwicklungen. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2021. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2022. S. 1-9</p> <p>Zitierfähige URL / Citable URL https://doi.org/10.24355/dbbs.084-202202031000-0</p> <p>Link zum Beitrag / Link to Article https://www.jahrbuch-agrartechnik.de/artikelansicht/jahrbuch-2021/chapter/zuckerruebentechnik.html</p> <p>Dieser Beitrag wird unter einer CC-BY-NC-ND 4.0 Lizenz veröffentlicht.</p>
