

Reinigen & schalten: Was die moderne **Automatik** leistet



Automatische Reinigungsprogramme und GPS-Teilbreitenschaltungen sind die wichtigsten Spritzenentwicklungen der letzten Jahre. Zusammen mit dem JKI in Braunschweig haben wir **sechs Spritzen** mit diesen Systemen getestet.

Schon geringe Mittelreste können die nächste Kultur schädigen. Ursache sind oft Fehler bei der Reinigung der Spritze. Und bei Dunkelheit, höherer Geschwindigkeit oder langen Tagen schafft man es kaum, die Teilbreiten immer genau auf den Punkt zu schalten. Es gibt Fehlstellen und Überlappungen.

Automatische Reinigungsprogramme und die GPS-Schaltung sind die wichtigsten Spritzen-Entwicklungen der letzten Jahre. Zusammen mit dem Julius Kühn-Institut (JKI, ehemals BBA) haben wir erstmals in Europa die Arbeit und Genauigkeit dieser Systeme verglichen.

Sechs Testteilnehmer: Mit den Spezialisten des JKI einigten wir uns für die Einladung an die Hersteller auf folgende Maschinen-Spezifikation:

- Behältervolumen 4000 bis 6000 l
- Arbeitsbreite möglichst 27 m; 9 Teilbreiten à 3 m
- Zirkulationssystem, falls lieferbar
- Düsen: IDK 120-04
- System zur automatisierten Reinigung
- Automatische Teilbreitenschaltung per GPS (Komplettsystem)

An unserem Test im Juli 2011 nahmen folgende sechs Hersteller teil:

- Amazone, UX 4200 Super
- Dammann, ProfiClass ANP 5028 PCS
- Inuma, Professional 6024
- John Deere, 840 i
- Kverneland Rau, iXtrack C 50
- Lemken Albatros 9 – 5000

Die wichtigsten technischen Daten fassen wir in Übersicht 1 zusammen. Übrigens: Hardi und Leeb waren zwar eingeladen, doch beide konnten oder woll-

Foto: Höner

Übersicht 1: Die technischen Daten der Spritzen in Testausstattung

Hersteller	Amazone	Dammann	Inuma	John Deere	Kverneland	Lemken
Typ	UX 4200 Super	ProfiClass ANP 5028 PCS	Professional 6024	840i	iXtrack C50	Albatros 9 – 5000
Arbeitsbreite	27 m	28 m	24 m	27 m	27 m	27 m
Nennvolumen	4200 l	5000 l	6000 l	4000 l	5000 l	4800 l
Istvolumen	4600 l	5500 l	6400 l	4260 l	5378 l	5080 l
Frischwasser	550 l	500 l	500 l	400 l	360 l	500 l
Pumpe	Doppel 430 l/min	AR Doppel 320 l/min	Doppel 370 l/min und 800 l hydraul. Kreiselpumpe	AR 280 l/min und 60 l hydraulische Pumpe	Doppel 400 l/min	AR Doppel 500 l/min
Terminal	Amatron 3	Müller Comfort-Terminal	Müller Comfort-Terminal	GreenStar GS 2630	Isomatch Tellus	Müller Comfort-Terminal
Spritze isobusfähig	nein	ja	ja	ja	ja	ja
Name Reinigungssystem	Comfort-Paket	proControl	Powerwash	AutoDilute	iXclean pro	elektrische Schaltung + TankControl
Reinigungssystem	halbautomatisch schrittweise	vollautomatisch schrittweise	kontinuierlich oder manuell schrittweise	kontinuierl. o. automatisch schrittweise	vollautomatisch schrittweise	manuell schrittweise
Zahl der Reinigungsdüsen	3 Rotationsdüsen	Rotationsrührwerk mit 12 Düsen	6 Reinigungsdüsen	2 Rotationsdüsen	2 Rotationsdüsen	2 Rotationsdüsen
Preis automat. Reinigung in Testausstattung ¹⁾	3250 €	7420 €	950 €	3600 €	4876 €	2061 €
Automat. Teilbreitenschaltung	GPS-Switch	SectionControl (Müller)	SectionControl (Müller)	SprayerPro mit SF1	GEOcontrol	SectionControl (Müller)
Preis automat. Teilbreitenschaltung im Test ²⁾	4500 €	3510 €	3300 €	4689 €	3689 €	3358 €

1) Paketlösungen enthalten teils weitere Funktionen; 2) Listen(auf)preise getesteter Ausführungen, Herstellerangaben, o. MwSt.

top agrar

ten uns im Vorfeld der Agritechnica leider keine Maschine stellen. Schade, wo sich doch beide zum Vorreiter im Thema Reinigung gemacht haben. Lemken hatte zum Testzeitpunkt keine automatische Reinigung, sie wird vom Fahrer per Rechner und die fernbedienten Ventile gesteuert. Wir fanden: Ein interessanter Vergleich zur Automatik. Kverneland bietet kein Zirkulationssystem an und nahm mit einer klassischen Spritzleitung teil.

Messen und testen: Der Test setzt sich aus exakten Messungen und praktischen Einsätzen zusammen. Die Messungen wurden vom JKI durchgeführt. Für die Praxis stand uns das JKI-Versuchsgut bei Braunschweig zur Verfügung. Den Ablauf der Messungen finden Sie im Kasten.

Alle Maschinen wurden mit einem John Deere 6534 mit AutoTrac und Isobus gefahren. Bei den GPS-Messungen mussten die Spritzen mit ihrem eigenen Signal arbeiten. Versuchsweise arbeitete die Kverneland aber auch per Isobus über den Taskcontroller des Schleppers (was übrigens auch bei anderen Spritzen mit Isobus möglich ist).

So haben wir gemessen

Innenreinigung nach ISO: Der Behälter wird zunächst mit einer 1%igen Suspension aus Funguran (45% Kupfer in Form von Kupferoxychlorid) befüllt. Das zugelassene Obstbau-Fungizid Funguran ist schwer löslich und setzt sich schnell in Behälter und Leitungen ab – es stellt die Reinigung also auf eine harte Probe.

Wie beim Feldeinsatz wird die Kupfersuspension nun über die Düsen ausgebracht, bis die Spritze komplett leer ist. Dann schließt sich das Reinigungsprogramm mit höchster Intensität an. Nach Abschluss der Reinigung wird die Spritze wieder mit Klarwasser befüllt, als wenn sich die nächste Pflanzenschutzmaßnahme anschließen würde. In dieser Neufüllung bestimmen die Experten dann die Konzentration des Fungurans.

Um dabei wirklich alle Mittelreste erfassen zu können, lassen die JKI-

Profis die Maschinen 10 Minuten umlaufen. Sie schalten dabei alle Teilbreiten, Funktionen und Düsen durch. Das ausgebrachte Wasser wird an den Düsen aufgefangen und in den Behälter zurückgepumpt. Erst jetzt wird die Probe aus dem Behälter gezogen und die Funguran-Restkonzentration bestimmt.

Ablässbare Restmenge („Drainable Volume“) nach ISO: Hier geht es um die Flüssigkeit, die nach durchgeführter Reinigung beim einfachen Öffnen von Behälterablässen bei komplett entleerter Spritze auf den Boden laufen kann, und deren Konzentration. Bei dieser Prüfung arbeitet man mit einem Färbemittel: Spritze bis 10% des Nennvolumens mit der Lösung (1mg/l Natrium-Fluorescein) auffüllen, ausspritzen, das Reinigungsprogramm ablaufen lassen und Behälter leerspritzen. Danach wird die Flüssigkeit aus allen Ablassmöglichkeiten (Tankablass, Druck- und Saugfilter, Befüllan-

Reinigt die Automatik besser?

Unsere Testanforderungen an die Reinigungssysteme lassen sich schnell auf den Punkt bringen:

- Schnell
- Gründlich
- Sicher
- Einfach
- Kostengünstig

In der Praxis soll die Reinigung grundsätzlich auf der Fläche laufen und direkt nach der Arbeit starten, bevor die Mittelreste antrocknen. In der Spritze soll so wenig Restmenge wie möglich zurückbleiben, um die Ausgangskonzentration gering zu halten. Die Reinigungslösung wird auf dem Acker ausgespritzt, beim ersten Mal wegen der höheren Konzentration möglichst auf einem unbehandelten Stück. Die Voraussetzungen stellt der ISO-Test unter Laborbedingungen nach.

Nur noch fernbedient: Bei der modernen Reinigung sollte der Fahrer nicht absteigen müssen, damit er nicht durch den bereits behandelten Bestand laufen muss – Ventile mit Elektromotor sind dafür Pflicht. Die Reinigung muss alle Funktionen durchschalten, damit keine „toten Enden“ übrig bleiben. Bei einer Zirkulationsleitung ist der Rücklauf in den Tank beim Spritzen normalerweise geschlos-



Foto: Höner

Neben dem Reinigungsprogramm entscheiden auch die Reinigungsdüsen, die Behälterform und -oberfläche sowie die Fasseinbauten über das Ergebnis.

schluss) aufgefangen. Neben der Flüssigkeitsmenge interessiert uns die darin enthaltene Menge des Farbstoffs.

GPS-Teilbreitenschaltung: Die Spritze trifft mit 8 und 16 km/h jeweils in drei Wiederholungen im Winkel von 45° auf eine als behandelt aufgezeichnete Spur. Position und Geschwindigkeit der Maschinen werden dabei genau registriert. Elektronische Drucksensoren erfassen an sieben Teilbreiten des Gestänges jeweils den Schaltzeitpunkt (Spritzenruck 3 bar, Druckanstieg über 1,5 bar gilt als „An“, Abfall unter 1,5 bar als „Aus“). Ziel ist eine (vorher eingestellte) Überlappung von 50%. Zum Vergleich der Schaltgenauigkeit wird die tatsächliche Überlappung errechnet. Dabei liegt die Messgenauigkeit zwischen 2 und 6 cm – was für den Vergleich in jedem Fall ausreicht. Alle Messungen wurden bei ähnlicher Satelliten-Konstellation durchgeführt. So kann man von annähernd gleichen Voraussetzungen ausgehen.

sen, damit sich Druck aufbaut. Wird er zur Reinigung nicht geöffnet, bleibt hier Spritzflüssigkeit zurück. Die Firmen lösen das z.B. über einen Bypass. Viele Reinigungsprogramme erfassen die Einspülschleuse nicht (wird nach ISO nicht geprüft). Das Argument: Die Schleuse wird ohnehin (fast immer) mit Klarwasser betrieben. Wir bewerten Systeme gut, die trotzdem die Schleuse spülen können.

Üblich ist die Reinigung in mehreren Schritten, das System teilt das Frischwasser dazu in 2 bis 3 Portionen auf. Wenn möglich startet der erste Gang mit einer größeren Menge. Und teils bleibt nach dem Abschluss des Programms noch Frischwasser für einen weiteren Reinigungsgang (wichtig bei sensiblen Mitteln/Kulturen) oder die Außenreinigung über. Wir bewerten Systeme positiver, bei denen sich die Wassermengen einfach ändern lassen.

Inuma und John Deere traten zum Test mit einer kontinuierlichen Innenreinigung an: Dabei fördert eine separate Pumpe Frischwasser durch die Reinigungsdüsen, während die Spritzflüssigkeit mit ständig abnehmender Konzentration

ausgespritzt wird. Das Ziel: Schneller reinigen.

Ebenfalls wichtig fürs Testteam: Die Bedienung der Reinigung. Hier unterscheiden wir drei Systeme:

- **Manuell:** Der Fahrer muss jeden einzelnen Schritt wissen und per Terminal ansteuern. Im Test war die Lemken Albatros mit diesem System ausgestattet.

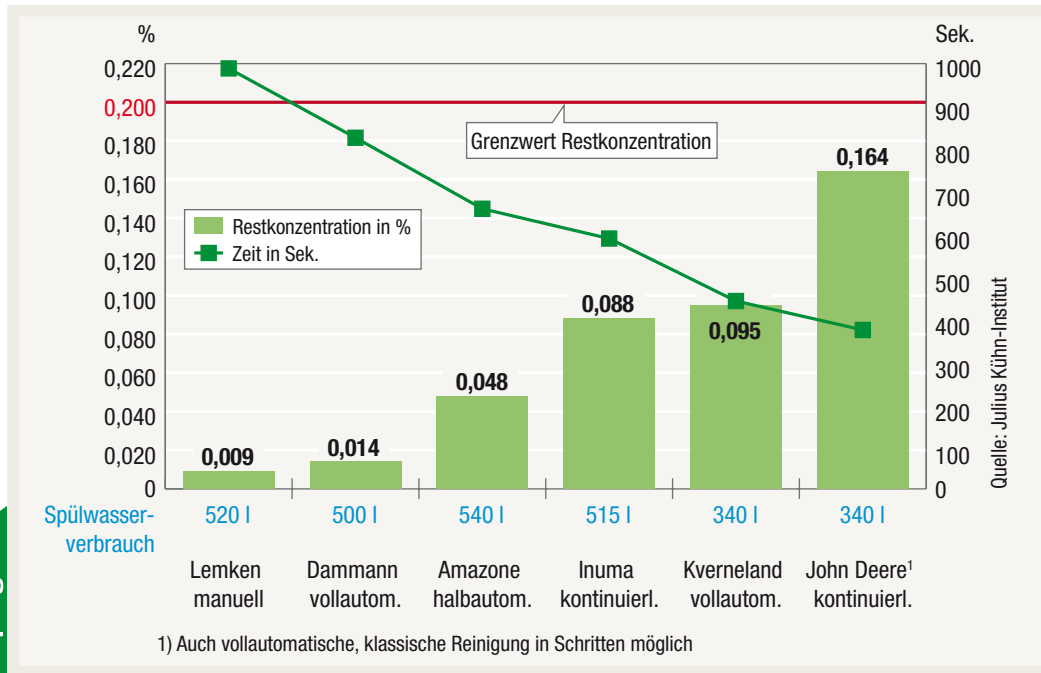
- **Halbautomatisch:** Der Rechner schlägt den jeweils nächsten Schritt vor, der Fahrer klickt sich durchs Programm.

- **Vollautomatisch:** Der Rechner spielt alle Schritte automatisch durch und meldet sich nur, wenn der Fahrer einschreiten muss, z.B. Vorfahren zum Ausbringen nach Abschluss eines Reinigungsgangs.

Bei den halb- und vollautomatischen Programmen kann der Fahrer teils unterschiedlich intensive Programme wählen.

Saubere Innenreinigung: Entscheidend für die Bewertung der Innenreinigung ist die Restkonzentration des Kupfer-Mittels nach Ablauf der Reinigung und Neubefüllung der Spritze. Die Einzelergebnisse der JKI-Messungen stellen wir in der Übersicht 2 dar. Maßstab ist die Restkonzentra-

Übersicht 2: Die Restkonzentration zeigt, wie gründlich die Reinigung arbeitet



Die Werte geben die Restkonzentration in % an. Je geringer der Wert, desto besser hat die Reinigung gearbeitet und desto geringer ist die Gefahr von Schäden in den Folgekulturen. Alle Spritzen blieben unter dem Grenzwert. Die Kurve stellt den Zeitbedarf für die komplette Reinigung in Sekunden dar. Die blauen Zahlen geben die beim Test verbrauchte Wassermenge in Litern an.

Grafiken: Driemer

top agrar

tion. Diese gibt an, wieviel Prozent der ursprünglichen Spritzflüssigkeit im Wasser der gereinigten und komplett wieder befüllten Spritze enthalten ist.

Positiv: Alle Geräte bleiben unter dem zurzeit geforderten Grenzwert von 0,2% Restkonzentration. Aber Achtung: Dieser Grenzwert wurde aus technischer und nicht aus chemischer Sicht festgelegt. Es mag durchaus Mittel und Situationen geben, bei denen es bei dieser Restkonzentration zu Kulturschäden kommen könnte. Also: Je niedriger der Wert, desto besser. Und: Neben der Steuerung der Reinigung haben natürlich auch weitere Faktoren Einfluss auf das Ergebnis: Behälterform und -oberfläche, Behältereinbauten, Art und Anordnung der Reinigungsdüsen usw.

Sieger der Messung ist Lemken mit der „manuellen“ Reinigung. Hier stellten die JKI-Forscher eine minimale Restkonzentration von 0,009% fest. Allerdings wurde die Reinigung von einem versierten Vorführer Schritt für Schritt nach Bedienungsanleitung durchgeführt. In der Praxis bleibt die Fehlergefahr. Außerdem brauchte Lemken am längsten: 16 ½ Minuten. John Deere war mit kaum mehr als 6 Minuten deutlich schneller.

Vollautomatisch gründlich: Dass auch die vollautomatischen Systeme ordentlich arbeiten, zeigt vor allem das Ergebnis von Dammann mit 0,014%. Weil wir zum Test den intensivsten Reinigungsprozess im Menü ausgewählt hatten, ist auch der Zeitbedarf mit knapp 14 Minu-

ten hoch. Doch Dammann kann ein weiteres Plus für sich verbuchen: Selbst nach Durchlauf des intensiven Programms blieben – wie auch bei Kverneland und John Deere – noch 60 l Frischwasser im Tank. Wer also ganz auf Nummer sicher gehen will, schließt damit einen weiteren Reinigungsdurchlauf an.

Amazone schnitt mit dem halbautomatischen Comfort-Paket gut ab: 0,048%. Kverneland-Rau trat mit seinem neu entwickelten, vollautomatischen System zum Test im Bereich der abgesetzten, automatischen Reinigung an: Die Restkonzentration lag nach Abschluss des Reinigungsprogramms knapp unter 0,1%. Punkten konnte die Kverneland-Spritze mit der schnellen Reinigung (knapp über 7 Minuten). Es blieb außerdem eine Restwassermenge von 60 l über – es ginge also noch intensiver.

Etwas überrascht waren wir von den

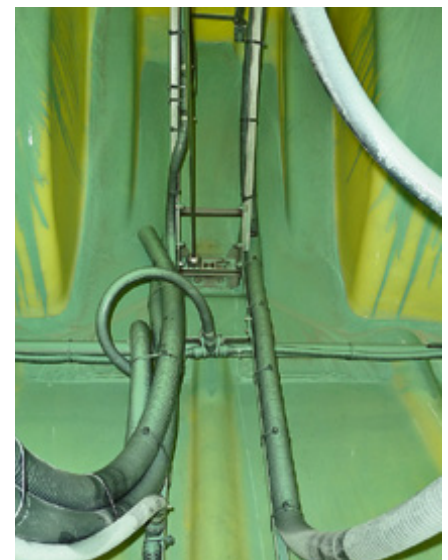


Foto: Wehmann

Viel zu tun für die Reinigung: So sieht der leergespritzte Behälter vor dem Start des Reinigungsprogramms aus.

Übersicht 3: Wasserverbrauch, Düsen und Zeitbedarf im Überblick

Gerät	Verbrauchtes Spülwasser (l)	Anzahl Reinigungsdüsen	Zeit (sek.)	Restliches Spülwasser
Lemken	520	2	990	0
Inuma	515	6	590	0
Amazone	540	3	660	5
Kverneland	340	2	443	60
John Deere	340	2	375	60
Dammann	500	12	827	60

Quelle: JKI

Die gründliche Reinigung kostet Wasser und Zeit. Bleibt Spülwasser über, kann man noch gründlicher reinigen oder das Gestänge waschen.

top agrar

Ergebnissen der kontinuierlichen Innenreinigung, mit der Inuma und John Deere antraten. Vor allem John Deere konnte den Vorteil dieses Systems – die Schnelligkeit – nutzen, doch bei der Restkonzentration erreichte die Kontinuierliche nicht die guten Werte der klassischen Reinigung (Inuma 0,088 %, John Deere sogar 0,164 %).

John Deere integriert in das Paket „AutoDilute“ auch ein automatisches Menü für die intensive, stufenweise Reinigung und hat damit das Potential, auch intensiver zu reinigen. Klassisch kann man auch die Inuma spülen. Bei der getesteten Spritze muss der Fahrer dann allerdings absteigen und die Ventile von Hand bedienen. Unter dem Strich lassen sich die Ergebnisse der Innenreinigung so zusammenfassen:

- Die aktuellen Geräte arbeiten bei der Innenreinigung besser als ältere Typen. Keine der Testspritzen überschritt den Grenzwert von 0,2 % Restkonzentration.
- Die klassische Reinigung, gesteuert von Hand, brachte in unserem Test das beste Ergebnis. Sie dauert am längsten und verbraucht viel Frischwasser. Alle anderen getesteten Geräte lassen sich abseits der Automatik auch so reinigen.
- Die Automatik reinigt nicht besser – aber sicherer. Fehler des Anwenders werden fast ausgeschlossen.
- Intensive Reinigung kostet Zeit und Wasser. Bis 20 Minuten sollte man dafür einkalkulieren.
- Die kontinuierliche Innenreinigung ist schnell und hält die Grenzwerte ein. Im

Test erreichte sie nicht die guten Ergebnisse der abgesetzten Verfahren.

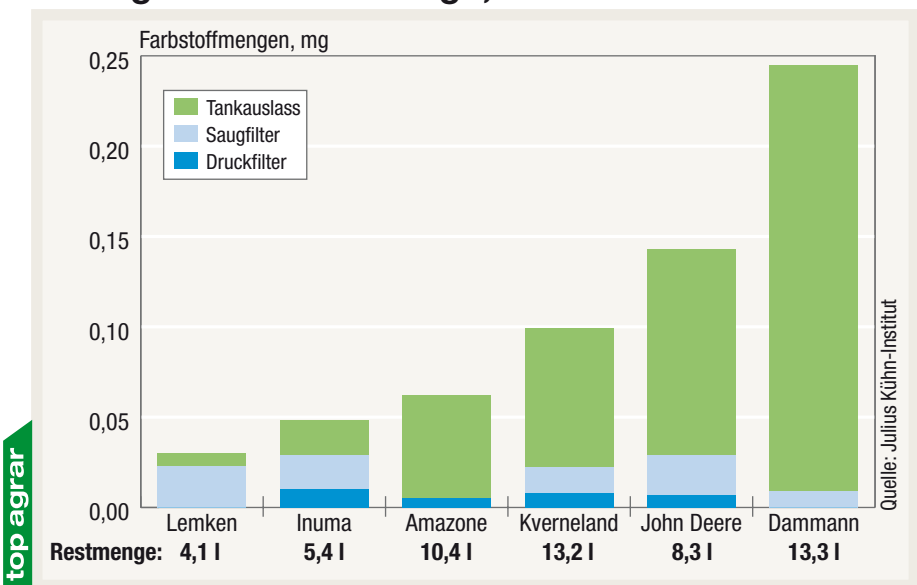
- Die technischen Ergebnisse der Geräte bei den einzelnen Testpunkten stellen wir in den Übersichten 2 und 3 dar.

Wie viel Restmenge? Dieser Messwert soll die Umweltgefahr durch Punkteinträge nach der Reinigung einordnen: Die Maschine ist gereinigt und komplett leergespritzt. Wie viel Flüssigkeit und vor allem wieviel Mittel könnte jetzt noch aus Ablassventil, Saug-/Druckfilter oder Befüllventil auf den Boden abgelassen werden. Grenzwerte für die ablassbare Menge, das so genannte „Drainable Volume“, sind in Dänemark und Frankreich vorgeschrieben, in Deutschland aber nicht. Für uns war deshalb entscheidend: Je weniger Flüssigkeit und Mittelmenge, desto besser.

In der Übersicht 4 fassen wir die „ablassbare“ Menge in Litern zusammen. Die geringste Menge hat das JKI bei der Albatros von Lemken ermittelt (4,1 l), die höchste bei Kverneland (13,3 l) und Dammann (13,3 l).

Für die Umweltwirkung von Punkteinträgen ist die in der Flüssigkeit enthaltene Mittelmenge entscheidend. Sie lag im Test bei keinem Gerät über 0,25 mg (mg = 1/1000 g). Trotzdem darf die Restflüssigkeit nicht einfach abgelassen werden. Denn sie konzentriert sich dann auf einer geringen Fläche, was eine deutliche punktuelle Überdosierung mit sich zieht.

Übersicht 4: Je weniger Restflüssigkeit und je niedriger die Mittelmenge, desto besser



Die ablassbare Restmenge (Drainable Volume) beschreibt, wieviel Flüssigkeit sich nach Reinigung und vollständigem Ausspritzen an den Ablässen sammelt. Die Wirkstoffmenge (Säulenhöhe) ist im Hinblick auf mögliche Punkteinträge, also aus Gründen des Umweltschutzes, wichtig.

Genauer schalten per Satellit?



Beim Test mussten die Spritzen mit jeweils eigenen Antennen arbeiten. Der Einsatz einer Basisstation war nicht erlaubt.

Foto: Höner

Im zweiten Teil des Tests ging es um die automatische Teilbreitenschaltung (ATS). Diese Systeme sollen in Keilen die Teilbreiten einzeln und am Vorgewende auf einen Schlag ein- und ausschalten.

Müller war mit dem SectionControl der Platzhirsch – vier der Testgeräte waren damit ausgestattet. Trotzdem ist es interessant, wie es den Firmen gelingt, das System zu integrieren. John Deere und

Kverneland traten mit einer eigenen Lösung an. Außerdem wurde die Kverneland versuchsweise über den Isobus per Schlepper-Taskcontroller geschaltet.

Um richtig schalten zu können, muss das System die Feldkonturen kennen. Dazu gibt es verschiedene Strategien:

- Man beginnt mit einer Umfahrung der Fläche, auch das Vorgewende wird behandelt – der Schlepper fährt beim Um-

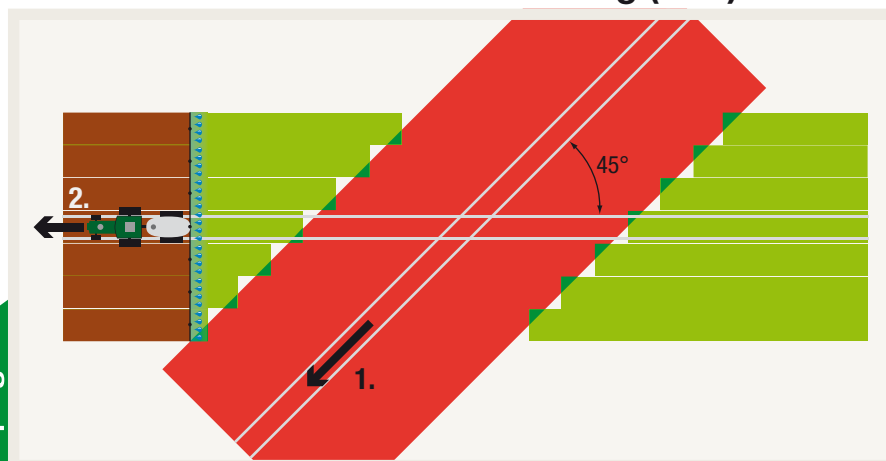
drehen also immer auch durch den behandelten Bestand. In dieser niedrigen Ausbaustufe kann man das System aber überlisten: Hauptschalter an, alle Teilbreiten auf, doch die Zapfwelle bleibt aus. Der Fahrer muss daran denken, dass dieser auf dem Display als „behandelt“ angezeigter Teil noch nicht gespritzt ist.

- Vorgewendeschtaltung: Auch hier fährt man die Kontur ab, jedoch ohne am Vorgewende zu spritzen. Das System errechnet dann automatisch den passenden Ein- und Ausschaltzeitpunkt am Vorgewende.
- Übernahme von bestehenden Feldabmessungen per Datenträger. Das Anlegen einer Vorgewende-Linie im passenden Abstand ist möglich.

Zum Test konnten die Firmen das Korrektur-Signal frei wählen. Der Einsatz einer Referenzstation war allerdings nicht erlaubt und ist für diesen Einsatz auch meist übertrieben.

Bei unserem Messverfahren trifft die Spritze im Winkel von 45° auf einen bereits behandelten Streifen und überfährt ihn (ähnlich wie bei einem schrägen Vorgewende). Die ATS muss also, wie in der Übersicht 5 dargestellt, beim Einfahren des Streifens Teilbreite für Teilbreite ausschalten und beim Herausfahren wieder einschalten. Interessant ist dabei die Überlappung, die sich bei den meisten Systemen in den Schritten 0, 50 oder

Übersicht 5: Unser Messaufbau zum Test der automatischen Teilbreitenschaltung (ATS)



In der zweiten Fahrt trifft die Spritze im Winkel von 45° auf einen zuvor behandelten Streifen. Ziel ist eine 50 prozentige Überlappung (dunkelgrüne Dreiecke). Grafik: Rommel

Schnell gelesen

- Alle Spritzen hielten den zulässigen Grenzwert bei der Reinigung ein, allerdings gab es deutliche Unterschiede.
- Die Reinigung in Schritten bewährte sich besser als die kontinuierliche Reinigung.
- Die Steuerung der Reinigung hatte im Test keinen Einfluss auf das Ergebnis.
- Die beste Reinigung dauerte am längsten und verbrauchte am meisten Wasser.
- Die automatische Teilbreitenschaltung wich um maximal 2,40 m vom Idealpunkt ab.

100% einstellen lässt. Wir gaben dem System 50% Überlappung vor, es schaltet also dann (theoretisch) exakt, wenn die Teilbreite jeweils in der Mitte die Grenze zum behandelten Streifen schneidet.

Eine ganz scharfe Ein-Aus-Grenze ist ohnehin kaum möglich: Druckauf- und -abbau laufen nicht schlagartig. Wir haben bei zwei Kandidaten nachgemessen: Im Schnitt brauchen die Spritzen vom elektronischen Schaltbefehl 1 Sekunde, bis sich 1,5 bar Druck an der Düse aufgebaut hat.

Entscheidend fürs exakte Schalten sind also die vom Hersteller eingestellten Verzögerungszeiten. Und die müssen möglichst genau zur Maschine und natürlich zur Geschwindigkeit passen (teils passen sich die Systeme automatisch an die Geschwindigkeit an).

Genaue Schaltung: Aus den Säulendiagrammen in der Übersicht 6 geht hervor, dass alle Testspritzen ordentlich abschnitten. Die Ziellinie von 50% ist fett hervor-

gehoben. Egal ob 8 oder 16 km/h, die Schwankungsbreite war recht gering. In der Tendenz schalteten die meisten Geräte leicht zu früh, was beim Abschalten zu einer geringeren Überlappung als 50% führte. Schalten sie auch zu früh wieder ein, kommt es zu einer höheren Überlappung.

Dass die Systeme ziemlich genau arbeiten, zeigt sich auch, wenn man sich die Abweichungen in Meter ansieht, die der Prozent-Berechnung zu Grunde liegen: Beim Ausschalten haben wir bei Kverneland bei 8 und 16 km/h die „größte“ Abweichung mit 31% anstatt 50% gemessen, sie schaltete rund 60 cm zu früh ab. Beim Einschalten hatte die Lemken Albatros mit 131% bei 16 km/h den höchsten Wert. Umgerechnet in Metern schaltete sie 2,40 m zu früh ein, beim Ausschalten war sie dafür recht genau.

Die Steuerung per Schlepper-Taskcontroller hat der Kverneland übrigens nicht geschadet (nachdem die Kopplung der beiden Systeme etwas aufwändiger war): Bei beiden Geschwindigkeiten schaltete die Spritze über den „Fremdcomputer“ sogar etwas genauer als mit dem eigenen Rechner.

G. Höner

Das Test-Team

- Dr. Andreas Herbst, Hans-Jürgen Osteroth, Maïke Spranger, Hans-Joachim Wehman: Julius Kühn-Institut
- Jörg Garrelts: Pflanzenschutzamt Hannover
- Harald Kramer: Pflanzenschutzdienst LWK NRW
- Martijn Knuivers: Fachzeitschrift Boerderij, Niederlande
- Frank Berning, Guido Höner: top agrar-Redaktion

Nach dem Prüfstand haben wir die Maschinen auf einem Testacker unter Praxisbedingungen eingesetzt. Wir geben einen Überblick über alle Ergebnisse der Kandidaten.

Amazone: UX 4200 Super

Reinigung

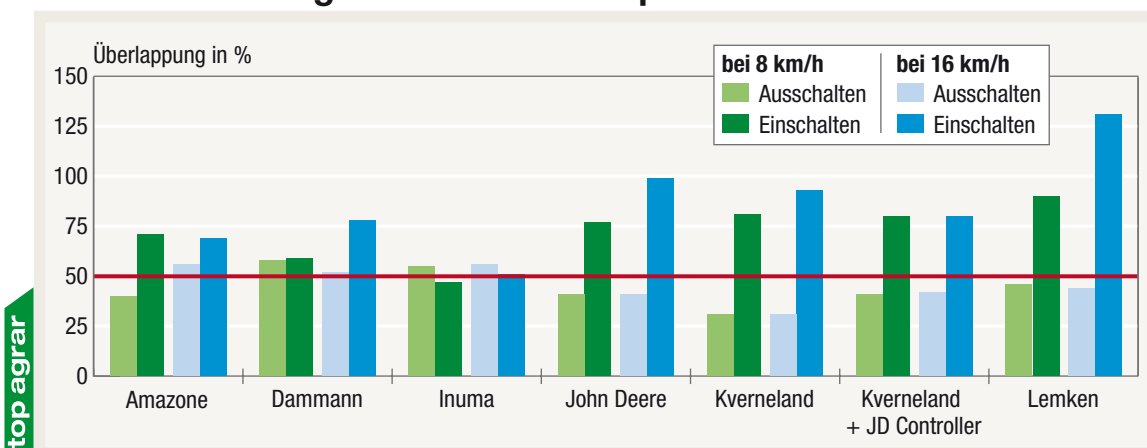
System: Die halbautomatische Reinigung gehört zum Comfort-Paket, das zusätzlich auch den automatischen Füllstopp und eine Rührwerkssteuerung bietet. Wir haben das Comfort-Paket zusammen mit dem Zirkulationssystem DUS getestet.



Im Test: Das neue Terminal Amatron 3 von Amazone.

Ablauf: Nach dem Start der Reinigung saugt das System automatisch Frischwasser an, öffnet die Rührwerke und drückt Frischwasser rückwärts durch Spritzleitung, die Reinigungsdüsen sind aktiv. Sobald der Flüssigkeitspegel 4% erreicht hat, stoppt der Vorgang. Der Fahrer wechselt die Menüebene und spritzt den Behälter übers Gestänge leer. Danach startet er den Vorgang erneut (maximal drei Durch-

Übersicht 6: So genau halten die Spritzen den 50%-Wert ein



Ein- und Ausschalten bei zwei Geschwindigkeiten. Die rote Linie zeigt den Zielwert von 50% Überlappung an. Die größte Abweichung entspricht einer Distanz von 2,40 m. Grafik: Breithaupt Quelle: JKI

Die 6 Fabrikate: Wie sie arbeiten, wo sie punkten



Das Reinigungsergebnis der UX war gut. Allerdings verbrauchte die Spritze dabei die größte Frischwassermenge.

Fotos: Berning

Dammann: ProfiClass ANP 5028 PCS

Reinigung

System: proControl arbeitet mit elektrisch bedienten Ventilen und erlaubt eine vollautomatische Bedienung der Programmpunkte „Spritzen“, „Befüllen“, „Reinigen“ und „stark Rühren“. Sechs Reinigungsprogramme: C1 = Reinigung der Düsen mit Frischwasser, C2 = Reinigung mit Druckluft, C3 = Reinigung des gesamten Flüssigkeitskreislaufs mit Frischwasser, C4 = Fassreinigung mit Frischwasser, C5 = Gesamtsystem mit Druckluft entleeren, C6 = Komplettreinigung (getestetes Programm; Kombi aus C3 und C5). Befüllen, Reinigen und Rühren lassen sich auch über ein zweites Terminal an der Schleuse steuern, die Bedienmasken sind identisch.

Ablauf: Der Behälter ist leer und der Fahrer wählt das gewünschte Reinigungsprogramm aus, hier C6. Zunächst Leitungen per Druckluft entleert (Gestänge durch Düsen, alle anderen ins Fass). Danach Reinigung mit Frischwasser, dabei rotiert im Behälter das Düsenrohr (12 Düsen). Programmierbare Wassermenge pro Zyklus, im Test je 165 l in drei Durchgängen. Das Frischwasservolumen wird über die Umdrehungszahl der Pumpe gesteuert (kein „Schwappen“ wie bei üblicher Füllstandsanzeige).

Einspülschleuse: Die Schleuse und alle Ventile sind im Reinigungsablauf integriert – das bringt mehr Sicherheit.

Gestänge: Spülen ist mit Druckluft und Frischwasser möglich. Das geht recht einfach per Terminal im entsprechenden Programm.

Steuerung per Monitor: Der Fahrer muss wissen, was „C1“ usw. bedeutet (mittlerweile gibt es einen Aufkleber mit einer Kurzbeschreibung der Programme). Während der Reinigung ist teils eine Bestätigung erforderlich, dass die nächste Funktion ausgeführt werden soll: „Reinigungsmittel einfüllen ja/nein“, „Ausspritzen“, „Zyklus wiederholen“ usw. Im Test



Die Dammann erreichte mit der vollautomatischen Reinigung das zweitbeste Ergebnis. Das Programm erfasst auch die Einspülschleuse.



war das aber kein Problem. Sämtliche Funktionen werden auf dem Monitor mit Piktogrammen und Restlaufzeiten angezeigt. Wassermengen und Zeiten lassen sich programmieren. Wie die meisten Praktiker, haben wir uns auf die Werkseinstellungen beschränkt.

Teilbreitenschaltung

System: SectionControl mit Egnos-Korrektursignal. Anschluss einer Lightbar für einfaches Parallelfahren möglich (Freigabe f. SprayerPro von John Deere).

Steuerung per Monitor: Die Steuerung erfolgt über das Comfort-Terminal, mit dem auch die Funktionen der Spritze bedient werden. Durch eine Shifttaste wechselt der Fahrer zwischen Spritz- und Teilbreitenschaltung-Bildschirm. Das Umfahren der Fläche vor dem Start ist möglich, aber nicht unbedingt nötig. Die automatische Schaltung wird per

Auf einen Blick

- Bei der Reinigung erreichte Dammann das zweitbeste Testergebnis: Restkonzentration nach 14 Minuten und 500 l Wasserverbrauch: 0,014 %.
- Allerdings bleibt mit 13,3 l die höchste ablassbare Restmenge mit dem größten Mittelrest im Test zurück.
- Alles läuft vollautomatisch, die Handhabung ist okay wenn der Fahrer die Programmkürzel kennt. Schleuse als Einzige im Test integriert.
- Sehr gute Ergebnisse auch bei der ATS. Nur bei 16 km/h schaltete die Spritze etwas zu früh wieder ein.

Tastendruck aktiviert. Außerdem ist das manuelle Parallelfahren mit einer animierten Lightbar möglich. Gut: In der Teilbreitenschaltungs-Ansicht zeigt das Display im oberen Bereich den Zustand der Teilbreiten an.

Inuma: Professional 6024

Reinigung

System: Das „PowerWash“ bietet zwei Möglichkeiten: 1. Klassisch in Schritten (Fahrer muss absteigen, die Schritte plus Wassermenge wissen und zum Ausbringen jeweils wieder aufsteigen). 2. Kontinuierliche Innenreinigung (getestet): Dazu startet per Monitor-Knopfdruck die hydraulische (Befüll-)Kreispumpe und pumpt mit rund 2,5 bis 3 bar Frischwasser durch sechs Reinigungsdüsen. Die Spritzpumpe bringt die anfallende Flüssigkeit dabei permanent aus.

Ablauf: Das System arbeitet ohne fernbediente Ventile. Der Fahrer schaltet vorher die Saugseite der Kreispumpe manuell von „Befüllen“ auf „Frischwasser“. Sobald die Düsen auf sind, schließt das Rücklaufventil die



Die kontinuierliche Innenreinigung lässt sich sehr einfach bedienen. Das Ergebnis war aber nur durchschnittlich.

Zirkulationsleitung des Gestänges. Ein Bypass sorgt aber dafür, dass der Rücklauf trotzdem gespült wird. Die Leistung der Pumpen ist so abgestimmt, dass mehr ausgebracht als gespült wird, die Füllmenge nimmt ab.

Einspülschleuse: Die Schleuse ist nicht in die kontinuierliche Innenreinigung integriert. Sie lässt sich nur klassisch manuell reinigen, wenn die Spritzpumpe Frischwasser ansaugt.

Gestänge spülen: Die Funktion ist nicht direkt im Programm integriert, aber manuell über Voreinstellung der Kreispumpe möglich. Dazu Wahlhahn der Kreispumpe von den „Tankspülen“ auf „Gestängespülen“ stellen und die Kreispumpe per Terminal anschalten: Ausspritzen durch die Düsen. Durch den Bypass der Zirkulationsleitung gelangt aber etwas Frischwasser in den Behälter.

Steuerung per Monitor: Sehr einfacher Ablauf: „Wasser marsch bis Spritze leer“. Es gibt keine weitere Anzeige auf dem Monitor. Das Symbol für den Pumpenstart liegt nicht auf der Hauptebene des Monitors. Drückt der Fahrer beim Spritzen dieses Symbol versehentlich, startet direkt die Reinigung.

Teilbreitenschaltung

System: Müller SectionControl, es sind bis zu zwölf Teilbreiten möglich. Die einzelnen Düsen schalten pneumatisch. In der Standardausrüstung sitzt bei Inuma der GPS-Empfänger direkt auf der Spritze für höhere Genauigkeit bei Kurvenfahrten. Auf Wunsch kann das Signal auch über die Antenne auf dem Schlepper oder den Taskcontroller kommen. Eine animierte Lightbar für einfaches Parallelfahren ist im Display integriert. Einstellmöglichkeiten: 0, 50, 100 % Überlappung.

Steuerung per Monitor: Im Test war die Inuma mit Headland-Control ausgestattet. Damit lässt sich das Vorgewende

gänge, nach Wiederauffüllen von Frischwasser auch mehr). Alle Programmpunkte lassen sich auch manuell durchspielen.

Einspülschleuse: Die Schleuse wird nicht vom Programm erfasst. Amazone empfiehlt, die Schleuse generell direkt beim Befüllen mit Klarwasser zu spülen.

Gestänge: Im Programmpunkt „Spülen“ kann der Fahrer wählen, ob der Gestängeinhalt zurück in den Behälter gedrückt oder ausgespritzt werden soll.

Steuerung per Monitor: Kleine Klippe beim Bedienen: Die Shifttaste an der Rückseite des Terminals muss gedrückt werden, um in das Reinigungsprogramm zu wechseln. Nach Abschluss eines Reinigungs-Durchlaufs muss man wieder zurück auf die Hauptseite, um zu spritzen. Schön wäre diese Funktion auf der Reinigungsseite.

Teilbreitenschaltung

System: GPS-Switch, hier 9 Teilbreiten à 3 m mit Motorventilen. DGPS mit Egnos über Amatron 3. Der Rechner bietet auch eine als Lightbar animierte Parallelfahrhilfe.

Überlappungen in 0, 50 und 100 % einstellbar, Zeiten für Ein- Ausschalt-punkt lassen sich ebenfalls verstellen. Neu seit der Agritechnica: Restmengenmanagement „Work-To-Zero“ und „Smart-Refill“ zum kompletten Entlee-

ren bzw. rechtzeitigen Auffüllen (nicht mitgetestet).

Steuerung per Monitor: Umfahren der Fläche vor dem Start ist möglich, aber nicht unbedingt nötig. Die ATS wird per Tastendruck aktiviert.

Es ist möglich, einen Referenzpunkt zu speichern. Allerdings lässt sich die Bezeichnung des Punktes (z.B. „Feldauffahrt“) nicht speichern. Außerdem möglich: Markerfunktion für Hindernisse (Mast etc.). System piept vor der Kollision.

Auf einen Blick

- Das Reinigungsergebnis ist nach elf Minuten mit 0,048 % Restkonzentration gut, allerdings verbrauchte die Amazone mit 540 l die größte Wassermenge.
- Bei der „ablassbaren“ Restmenge liegt die Spritze mit 10,4 l über dem Durchschnitt, dafür ist die enthaltene Mittelmenge geringer.
- Die Handhabung ist okay, eine kleine Klippe ist der Shift-Knopf an der Terminal-Rückseite.
- Die ATS arbeitet gut, in der Tendenz schaltet sie leicht zu früh wieder ein.

auch aufnehmen, ohne zu spritzen. Auch bei Inuma steuert das Comfort-Terminal Spritze und Teilbreitenschaltung. Manuelles Parallelfahren ist ebenfalls möglich. Nach dem Aufnehmen der Feldgrenzen startet der Fahrer die Automatik einfach per Knopfdruck. Bei der punktuellen Behandlung von Nestern kommt man auch ohne das Abfahren der Feldgrenzen aus, die Elektronik spart behandelte Flächen trotzdem aus. Das Setzen von Markerpunkten ist möglich.

Auf einen Blick

- Trotz kontinuierlicher Reinigung 10 min Zeitbedarf! Grund: Höhere Ausbringzeit wegen des 24 m-Gestänges (48 Düsen, die anderen mit 54 Düsen). Ergebnis im Mittelfeld (0,088 %). Manuelle Reinigung möglich.
- Geringe „ablassbare“ Restmenge (5,4 l) in niedriger Konzentration.
- Super einfache Bedienung der kontinuierlichen Reinigung, allerdings unbeabsichtigter Start möglich.
- Beste Testergebnisse bei der ATS.

John Deere: 840i



John Deere mit verschiedenen Möglichkeiten zur automatischen Reinigung. Die gesteuerte kontinuierliche Reinigung konnte nicht voll punkten.

Reinigung

System: Das Reinigungsprogramm AutoDilute wird auch in den neuen Spritzen der 900er-Reihe eingesetzt (allerdings hier mit anderem Flüssigkeitssystem). Es bietet vier Möglichkeiten: 1. Stufenweise Reinigung: Der Fahrer gibt den Verdün-

nungsfaktor (Frischwassermenge) vor. 2. Kontinuierliche Innenreinigung über eine separate hydraulische 60 l-Frischwasserpumpe (getestet). 3. Systemreinigung: Spülen der Leitungen und des Gestänges mit einer definierten Wassermenge. 4. Gestängeinhalt mit Klarwasser ausspritzen.

Ablauf: Der Fahrer wählt die kontinuierliche Reinigung aus, legt die dafür gewünschte Frischwassermenge fest (0 bis 400 l) und drückt „Start“. Die separate Pumpe pumpt Wasser über die Reinigungsdüsen in den Behälter, das Rührwerk wird aktiviert, das Wasser zirkuliert durch die Leitungen. Sobald 150 l im Behälter sind, fordert das System: „Spritze an, Ausbringen“.

Etwa zur Hälfte der Zeit muss der Fahrer die Ausbringung einmal stoppen, damit auch der Rücklauf der Zirkulationsleitung in den Tank erfasst wird (ist beim Spritzen geschlossen und öffnet, sobald der Hauptschalter auf „Aus“ steht). Einen Bypass wie bei Inuma gibt es nicht.

Einspülschleuse: Sie ist nicht im Programm integriert, kann aber ohne abzusteuern über die Hauptpumpe mit Klarwasser gespült werden. Der Fahrer kann die Wassermenge dafür vorgeben.

Gestänge spülen: Das Spülen ist über das Programm möglich: Entweder mit Frischwasser in den Tank entleeren oder über das Gestänge ausspritzen.

Steuerung per Monitor: Der Programmpunkt ist als „Reinigung“ im Menü des Terminals integriert. In einem Drop-Down-Feld wählt der Fahrer die kontinuierliche Verdünnung aus und kann den Verdünnungsfaktor sowie die zu verwendende Frischwassermenge angeben. Sobald der Fahrer eingreifen

muss, meldet sich das Terminal mit einer klaren Anweisung.

Teilbreitenschaltung

System: Der Schlepper war mit dem GreenStar 2630 Display und dem Programm SprayerPro ausgerüstet, die Steuerung der Spritze erfolgte über Isobus. Die Antenne SF3000 (parallel für GPS- und Glonass-Satelliten) mit dem kostenlosen Korrektursignal StarFire 1 erlaubt laut Hersteller eine Genauigkeit von ± 10 cm. Bei Aktivierung der automatischen Teilbreitenschaltung kann das GS2630 per Isobus auch für andere Spritzen, Drillen oder Düngerstreuer genutzt werden. (von uns erfolgreich mit Kverneland-Spritze getestet).

Steuerung per Monitor: Mehrere Möglichkeiten zum Erfassen der Feldgrenzen. 1. Umfahren und Arbeiten. 2. Umfahren solo mit dem Schlepper und dann später die Arbeitsbreite eingeben. 3. Automatische Felderkennung, wenn die Konturen bereits erfasst und gespeichert sind. Mit der Shift-Taste kann man die Satellitendrift zwar ausgleichen, doch die Möglichkeit zum Setzen eines Referenzpunktes besteht nicht. John Deere empfiehlt ein RTK-Signal.

Das Spritzen an einer Vorgewendelinie ist möglich. Bei bekannten Feldgrenzen legt der Fahrer dazu ein Vorgewende im Terminal an. Wählt er die Breite passend

zur Spritze, spart das Gerät die Arbeitsbreite ab dem Feldrand automatisch aus und das Vorgewende kann im Nachhinein behandelt werden. Der Fahrer kann zum Schalten an Feldgrenze/Straße (zur bereits behandelten Fläche oder zu einer Sperrfläche) jeweils unterschiedliche Strategien wählen: Lücken minimieren, Überlappungen minimieren oder Überlappung von 0 bis 100% stufenlos einstellen. Das Terminal bietet viele Möglichkeiten für die Anpassung der Ansicht Spritzen/Teilbreiten. Auch die Einbeziehung von Schlepperfunktionen in die Anzeige ist möglich.

Auf einen Blick

- Kontinuierliche Innenreinigung schnell (rund 6 Minuten) und mit 0,164% zwar unter dem Grenzwert von 0,2%, doch die anderen waren teils erheblich besser. Alternativ kann auch in Schritten automatisch gereinigt werden. Außerdem blieben 60 l für einen weiteren Durchlauf über.
- Zweithöchste Mittelmenge in der ablassbaren Restflüssigkeit (8,3 l).
- Handhabung über das Terminal übersichtlich, viele Möglichkeiten.
- ATS im Mittelfeld, schaltete bei beiden Testgeschwindigkeiten etwas zu früh wieder ein.

Kverneland: iXtrack C50

Reinigung

System: Vollautomatisches Reinigungsprogramm iXclean Pro. Das Zeitintervall der Reinigungsdüsen lässt sich von 20 bis 40 Sekunden einstellen. Gut: Der Fahrer kann einzelne Funktionen auch manuell anwählen.

Ablauf: Mit der iXclean-Basisfunktion kann der Fahrer den Rest im Gestänge mit einer genau definierten Frischwassermenge unverdünnt ausspritzen (keine Zirkulationsleitung verfügbar). Diese Funktion (früher als EnFo bezeichnet) wurde beim Test nicht eingesetzt.

Das Reinigungsprogramm läuft vollautomatisch in drei Zyklen, im Ersten mit der größten Wassermenge. Nach Ende eines Zyklus erscheint ein Düsensymbol im Display und die entstandene Flüssigkeit wird ausgespritzt – egal ob die Spritze fährt oder nicht. Kverneland empfiehlt, während des Reinigungsvorgangs einfach mit niedriger, konstanter Ge-



Kverneland-Rau: Durchschnittliches Ergebnis bei geringem Wasser- und Zeitbedarf.

schwindigkeit über die Fläche zu fahren.

Bei den ersten beiden Durchläufen spritzt das Gestänge über die äußeren Teilbreiten aus, beim letzten über die Mittelsektion. Beim letzten Durchlauf werden die Tankreinigungsdüsen nicht mehr eingesetzt.

Beim Test kam Kverneland in knapp 7,5 Minuten mit nur 340 l Wasser aus. 60 l blieben für einen weiteren Reinigungsdurchgang, oder aber die vorausgehende iXclean Basisfunktion über.

Einspülschleuse: Wird vom Programm nicht erfasst. Aber direkt an der Schleuse gibt es ein Display über das man eine Kurzreinigung aktivieren kann.

Gestänge spülen: Mit einer definierten Klarwassermenge lässt sich das Gestänge ausspritzen. Weil keine Zirkulationsleitung lieferbar ist, ist kein Zurückdrücken in den Tank möglich.

Steuerung per Monitor: Der Ablauf des Reinigungsprogramms wird einfach vom Iso-Match Tellus gesteuert. Die Iso-Ausstattung ist Voraussetzung für das vollautomatische Reinigen. Gestartet wird die Reinigung durch Auswählen im Reinigungs Menü. Ein Statusbalken zeigt dann den Fortgang an. Eingreifen muss der Fahrer nicht.

Teilbreitenschaltung

System: Das kvernelandeigene System GEOcontrol eignet sich auch für Düngerstreuer oder Einzelkornsäugeräte. Die verfügbaren Signale reichen von Egnos (im Test) bis RTK. Das System ist kompatibel mit anderen Empfängern. Im Test hat die ATS auch über den Taskcontroller des Schleppers funktioniert – allerdings nach anfänglichen Verständnisproblemen zwischen Schlepper und Spritzen-Jobrechner.

Steuerung per Monitor: Das Umfahren der Feldkonturen ist auch ohne zu spritzen möglich. Das Programm kann Feldgrenzen importieren, dabei ist allerdings kein Setzen von Markerpunkten zum Ausgleich der Satellitendrift möglich.

GEOcontrol bietet verschiedene Einstellmöglichkeiten: Überlappung (einstellbar in 10er-Schritten von 0 bis 100%); früheres Ein- und späteres Ausschalten (größere Überlappung) und Antennenposition auf dem Gespann.

Auf einen Blick

- Das Programm reinigt schnell (7,5 Minuten) und mit wenig Wasser (340 l) aber mit durchwachsenem Ergebnis (0,095 % Restkonzentration). Es bleiben aber 60 l für einen weiteren Zyklus über, damit intensivere Reinigung möglich.
- Zwar zweithöchste „ablassbare Restmenge“ (13,2 l), doch eine mittlere Restkonzentration – okay.
- Vollautomatisch, leicht zu bedienen, 2. Display am Bedienzentrum.
- ATS mit durchschnittlichen Ergebnissen, schaltete im Test etwas zu früh ein (Einstellung möglich).



Die Lemken erreichte mit der manuellen Fernbedienung die intensivste Reinigung. Allerdings muss der Fahrer alle Schritte im Kopf haben und auch die Wassermenge selbst einteilen.

Lemken: Albatros 9-5000

Reinigung

System: Manuelle Reinigung, elektrisch fernbediente Ventile (Umschalten der Saugseite auf Klarwasser, Aktivieren der Innenreinigungsdüsen; Sonderausstattung). Dazu empfiehlt Lemken die elektronische Füllstandsanzeige Tank-Control.

Ablauf: Der Fahrer muss die Reinigungsschritte kennen und die Frischwassermenge auf zwei oder drei Zyklen aufteilen (drei im Test). Alle Ventilstellungen steuert das Terminal. Um den Behälter möglichst vollständig zu entleeren, empfiehlt Lemken, die letzten 200 bis 300 l mit reduzierter Pumpendrehzahl (im Test ca. 330 U/min) und gleichbleibender Geschwindigkeit auszubringen. Gleichzeitig muss die Leistung der Rührpumpe gedrosselt werden (im Test auf 40%). Dazu muss der Fahrer allerdings absteigen.

Einspülschleuse: Eine manuelle Reinigung ist möglich. Dazu muss der Fahrer beim Ansaugen des Frischwassers für die Tankreinigung alle Funktionen der Schleuse von Hand betätigen.

Gestänge spülen: Die Spritze war mit einer Zirkulationsleitung ausgestattet. Zum Ausspritzen mit Klarwasser stellt der Fahrer den Spritzdruck auf Maximum, der Regler im Rücklauf zum Behälter schließt dann komplett.

Die Saugseite der Pumpe steht auf Klarwasser. Das Gestänge sollte dann mit geringer Drehzahl und hoher Geschwindigkeit ausgespritzt werden, damit möglichst kein Klarwasser in den Behälter der Albatros gelangt und die Spritzflüssigkeit verdünnt.

Steuerung per Monitor: Es gibt kein automatisches Reinigungsprogramm. Der Fahrer steuert die Funktionen nach eigenem Ermessen, je nach Verschmutzung. Per Knopfdruck stellt das Terminal den Umschalthebel auf Klarwasser, Wasser für die Reinigung wird angesaugt. Der Fahrer muss über die Füllstandsanzeige oder besser mit dem optionalen Tank-Control die Menge für die einzelnen Zyklen steuern. Ebenfalls vom Terminal aus aktiviert er die Reinigungsdüsen.

Teilbreitenschaltung

System: Müller SectionControl mit Egnos Korrektur-Signal. Ein einfaches, animiertes Parallelfahrssystem ist im Comfortterminal integriert.

Steuerung per Monitor: Über HeadlandControl ist eine Aufnahme des Vorgehendes auch ohne zu spritzen möglich. Ein Referenzpunkt für spätere Korrekturen lässt sich setzen, jedoch nicht bezeichnen. Der Einsatz eines RTK-Signals ist möglich. Überlappung einstellbar in 0, 50 und 100 %.

Auf einen Blick

- Manuelle Reinigung mit dem besten Ergebnis (0,009 % Restkonzentration). Dabei allerdings höchster Zeitbedarf (16,5 Minuten), 520 l Wasserverbrauch.
- Auch bei der „ablassbaren Restmenge“ die geringste Menge (4,1 l) in niedrigster Konzentration.
- Nur elektrische Fernbedienung, keine Programme. Anforderungen an Know-how des Fahrers hoch (Fehlerrisiko).
- ATS schaltete passend ab, aber zu früh wieder ein, Abweichung hier bis zu 2,40 m (Einstellung möglich).