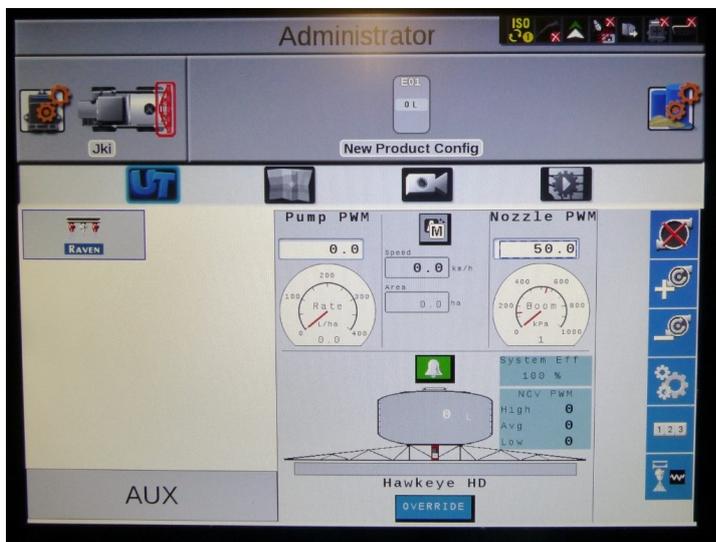


# PRÜFBERICHT

des

## Julius Kühn-Instituts

Bundesforschungsinstitut für  
Kulturpflanzen, Braunschweig



## Elektronische Düsensteuerung mit Pulsweitenmodulation

### Raven „Hawk Eye“

Anerkannt für die Verwendung mit Spritz- und Sprühgeräten für Flächenkulturen (geprüft mit Öffnungszeiten „Duty Cycle“ von 50 % bis 100 % und einer Schaltfrequenz von 20 Hz)

**Anmelder und Hersteller**  
Raven Industries  
6th Street 205E  
SD 57104 SIOUX FALLS  
USA

**Anerkannt am**  
**9. März 2021**

## Ausrüstung und Abmessungen

Elektronische Düsensteuerung mit Pulsweitenmodulation Raven „Hawk Eye“ bestehend aus den am jeweiligen Spritzgestänge montierten Magnetschaltventilen mit Einfach-Düsenkörpern und einem Magnetventil im Düsenkörper (Schaltfrequenz 20 Hz), den Anschlussleitungen sowie der Düsensteuerung über das ISO-Bus Universalterminal („UT“) für die Einstellung der Pulsweitenmodulation „PWM“.



Abbildung 3: PWM-Steuermodul am Spritzgestänge.

Arbeitsweise: Die Düsensteuerung regelt über das Raven Universalterminal die Öffnungszeiten und die Schließzeiten der Düse, den sogenannten „Duty Cycle“ oder auch „Nozzle PWM“ (am Monitor). Die Schaltzyklen sind auf 20 Hz voreingestellt. Andere Schaltfrequenzen sind theoretisch möglich und über die Systemeinrichtung einstellbar. Während der Prüfung hat sich die Frequenz von 20 Hz bewährt. Über eine Pulsweitenmodulation und die Einstellung der „Nozzle PWM“ wird die Ausbringmenge der verwendeten Düsen zwischen 50 % bis 100 % geregelt, ohne dass sich der Spritzdruck vor den Düsen und damit auch das Tropfenspektrum wesentlich ändert. Die Pulsweite kann sehr einfach über das Terminal mit Touchscreen von 0 bis 100 % eingestellt werden (0 % = Düsen ganz geschlossen, 100 % Düse ganz geöffnet).

Bei „Duty Cycle“ von weniger als 50 % ist zu beachten, dass sich in der Längsrichtung Fehlstellen durch das An- und Abschalten der Düsen ergeben können. Um solche Fehlstellen wirksam zu verhindern, werden benachbarte Düsen jeweils immer im Wechsel durch das System geschaltet. Bei einer doppelten Überlappung der Düsenprüffächer werden somit Fehlstellen in Fahrtrichtung verhindert.

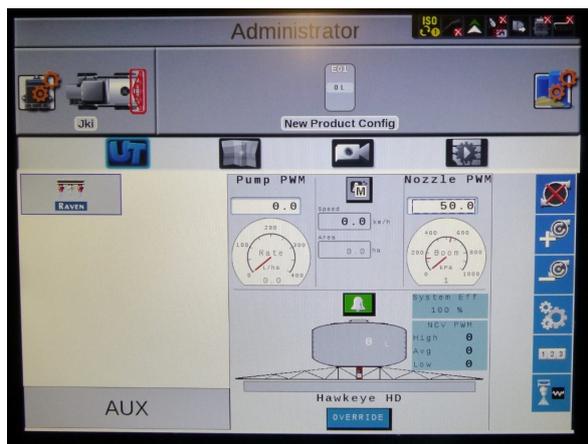


Abbildung 4: Anzeige am Universal Terminal („UT“) für die manuelle Eingabe der PWM.

Das System regelt im Automatikmodus den „Duty Cycle“ (Öffnungszeiten) der Düsen entsprechend der voreingestellten Ausbringmenge und der Fahrgeschwindigkeit. Ein Handbetrieb mit fest eingestelltem Duty Cycle ist möglich. Die Ausbringmenge wird dann nur über den Volumenstromregler des Spritzgerätes geregelt. Die optimale Wahl der Düsengröße - orientiert an den betriebsüblichen Bereichen für Ausbringmenge und Geschwindigkeit - im nahezu vollständig geöffneten Zustand (DC ca. 85 bis 100%) bedingt, dass ein DC von unter 50 % nur bei reduzierter Fahrgeschwindigkeit auftreten kann.

## Beurteilung

Das System arbeitete im Rahmen der technischen Prüfung und auch im Einsatz ohne Fehler oder Ausfälle. Die Querverteilungsergebnisse auf dem Querverteilungsprüfstand mit unterschiedlichen Düsen und verschiedenen Pulsweitenmodulationen lagen im Bereich der zulässigen Toleranzen (max. 7 % bis 9 % Variationskoeffizient, siehe Tabellen 1 bis 4). Die Abweichungen der Einzeldüsenvolumenströme vom gemeinsamen Mittelwert lagen in dem zulässigen Bereich (+/- 5 %).

In Jahren 2019 und 2020 wurde ein Anhängerspritzgerät der Firma Horsch mit dem System ausgerüstet und auf einem landw. Betrieb eingesetzt. Die Verteilungsgleichmäßigkeit in der Querverteilung liegt im geforderten Bereich.

Die Längsverteilung des Systems wurde auf der Laborspritzbahn bei unterschiedlichen Drücken, „Duty Cycle“ und Fahrgeschwindigkeiten geprüft. Die unter dynamischen Verhältnissen ermittelten Ergebnisse der Längsverteilung weisen mit Variationskoeffizienten von max. 9 % vergleichbare Ergebnisse im Verhältnis zu den statischen Querverteilungsmessungen auf. Die Genauigkeit der Längsverteilung wird aufgrund der ermittelten Messwerte als gut bewertet.

**Praktischer Einsatz:** Die elektronische Düsensteuerung wurde im Jahr 2019 auf 325 ha mit den Düsen AIC 110 05 VP und IDKN 120-03 POM und im Jahr 2020 auf 726 ha Fläche mit der Düse AD 120 03 POM eingesetzt. Eine ausreichende Wirkung der Pflanzenschutzmaßnahmen wurde bestätigt. Phytotoxische Schäden traten nicht auf.

#### Prüfungsgrundlagen

Die Prüfung erfolgte auf Grundlage der Prüfungsordnung des JKI (Richtlinie 2-1.1:2013) und der ISO 5682-1:1999. Die Anforderungen aus der ISO 16119-2:2013 sowie die Anforderungen aus der JKI-Richtlinie 1-2.1:2013 werden eingehalten.

Tabelle 1: Ergebnisse der Querverteilung mit Düse TeeJet AIC 110 05 VP

Druck (bar)	Pulsweitenmodulation - Duty Cycle (%)	Max. Abweichung der Einzeldüsenvolumenströme vom Mittelwert (%)	Gleichmäßigkeit der Querverteilung bei (cm) 40 / 50 / 60 (Vk %)
2,0	50	1,55	- / 8,7 / -
2,0	100	1,61	- / 8,1 / -
3,0	30		- / 5,7 / -
4,0	50	-1,75	- / 3,6 / -
4,0	100	1,56	- / 4,7 / -
6,0	30	2,70	- / 7,4 / -
6,0	50	2,03	- / 4,9 / -
6,0	100	1,83	- / 4,0 / -

Tabelle 2: Ergebnisse der Querverteilung mit Düse Lechler IDKN 120-03 POM

Druck (bar)	Pulsweitenmodulation - Duty Cycle (%)	Max. Abweichung der Einzeldüsenvolumenströme vom Mittelwert (%)	Gleichmäßigkeit der Querverteilung bei (cm) 40 / 50 / 60 (Vk %)
1,0	50	-2,48	- / 7,9 / -
5,0	30	-	- / 3,8 / -
5,0	50	-	- / 4,4 / -
1,0	100	1,29	- / - / -
3,0	50	5,10	- / - / -
3,0	100	-1,30	- / - / -

Tabelle 3: Ergebnisse der Querverteilung mit Düse Lechler IDKT 120-03 POM

Druck (bar)	Pulsweitenmodulation - Duty Cycle (%)	Max. Abweichung der Einzeldüsenvolumenströme vom Mittelwert (%)	Gleichmäßigkeit der Querverteilung bei (cm) 40 / 50 / 60 (Vk %)
1,5	30	5,17	- / 7,4 / -
1,5	50	-3,90	- / 5,8 / -
1,5	100	-	- / 4,0 / -
3,0	30	4,08	- / 3,3 / -
3,0	50	3,76	- / 2,9 / -
3,0	100	-	- / 2,2 / -
5,0	50	-3,43	- / - / -

Tabelle 4: Ergebnisse mit Düse AD 120 03 (nach Praxiseinsatz)!

Druck (bar)	Pulsweitenmodulation - Duty Cycle (%)	Max. Abweichung der Einzeldüsenvolumenströme vom Mittelwert (%)	Gleichmäßigkeit der Querverteilung bei (cm) 40 / 50 / 60 (Vk %)
1,0	50		- / 6,9 / -
1,0	100		- / 5,9 / -
	Ausliterung		-
1,0	30	-4,10	-
1,0	50	2,16	-
1,0	100	-	-
3	30	-3,15	-
3	50	-5,30	-
3	100	4,98	-
5	50	-2,29	-

Tabelle 5: Ergebnisse zur dynamischen Längsverteilung auf der Laborspritzbahn

PWM (Duty Cycle %)	Druck (bar)	Geschwindigkeit (km/h)	Variationskoeffizient V <sub>k</sub> (%)
<b>Düse TeeJet AIC 110 05 VP</b>			
50	2,5	8	8,62
100	2,5	8	4,95
50	4,0	8	5,19
100	4,0	8	3,48
<b>Düse Lechler IDKN 120 03 POM</b>			
50	3,0	8	7,80
100	1,0	8	7,70
100	3,0	8	5,17
<b>Düse Lechler IDKT 120 03 POM</b>			
50	1,5	8	9,93
100	1,5	8	6,20
50	3,0	8	6,52
100	3,0	8	4,14

**Einsatzprüfung**

Landwirtschaftskammer Niedersachsen  
Pflanzenschutzamt  
Wunstorfer Landstraße 9  
30453 Hannover

**Technische Prüfung**

Institut für Anwendungstechnik im Pflanzenschutz  
des Julius Kühn-Instituts  
Messeweg 11-12  
38104 Braunschweig

© JKI, Mai 2022