

## Monitoring von Winden (*Convolvulus sp.*) mit Drohnen

### Einleitung

Wurzelunkräuter breiten sich ausgehend von Nestern aus. Sie lassen sich im Biolandbau nur indirekt über Fruchtfolge und Bodenbearbeitung regulieren. Um die Effekte unterschiedlicher Systeme zu messen, braucht es ein effizientes Monitoringtool, das die aufwändige visuelle Bonitierung ersetzt. Drohnen ermöglichen eine Kartierung aus der Luft. Abreifendes Getreide bietet einen kontrastreichen Hintergrund für eine spektrale Segmentierung von Winden (*Convolvulus sp.*).

### Methoden

- Orthofoto mit Drohne DJI Phantom 4Pro von einem Bodenbearbeitungsversuch zur Windenregulierung (40 m Flughöhe)
- Annotation an Hand von Subplots mit visueller Windenklassifikation (Abb. 1)
- Segmentierung in R mit random forest Algorithmus (Tab. 1)
- Validierung mit visuell kartierten Subplots (Abb. 2)
- Test als Monitoringtool im Bodenbearbeitungsversuch im Vergleich der Orthofotos von 2019 und 2020 (Tab. 2)
- Test an On-farm Orthofotos (Abb. 3)

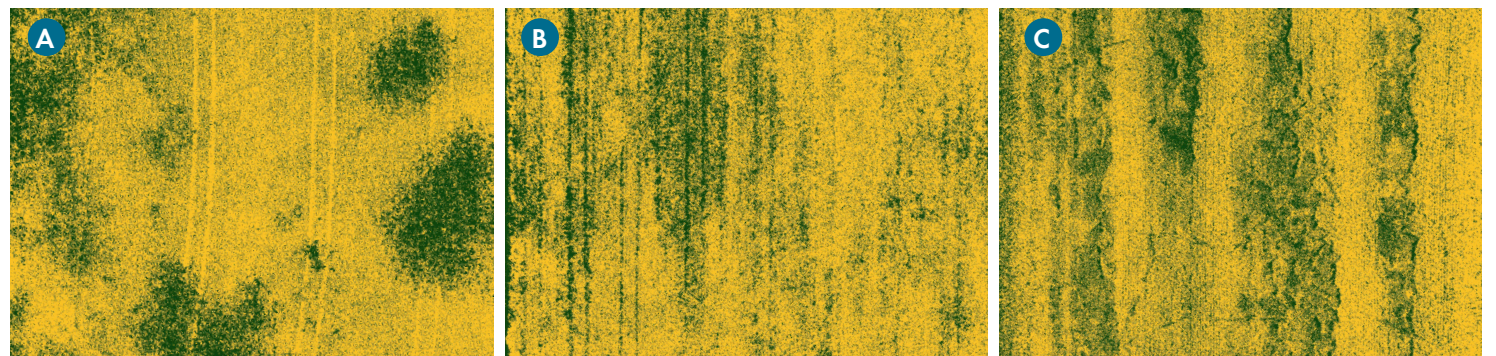
### Resultate/Diskussion

Die spektrale Segmentierung in Winde/Getreide war mit einer Präzision des Algorithmus von 91% und der Validierung mit visuell bonitierten Subplots mit  $R^2=0.69$  erfolgsversprechend. Der Bodenbearbeitungsversuch konnte mit der Segmentierung ausgewertet werden. Für die Überbrückung zwischen Winterkulturen empfiehlt sich Pflügen mit anschliessender Saat einer Gründüngung zur Unterdrückung von Winden. Die spektrale Segmentierung kann in der Praxis bisher nur bei geringer Allgemeinverunkrautung und ohne Lagerstellen im Getreide genutzt werden (Abb. 3).

### Fazit

Die Segmentierung ist noch nicht reif zur Anwendung. Ein Deep Learning Ansatz unter Einbezug spektraler Informationen und Mustererkennung wird vorgeschlagen.

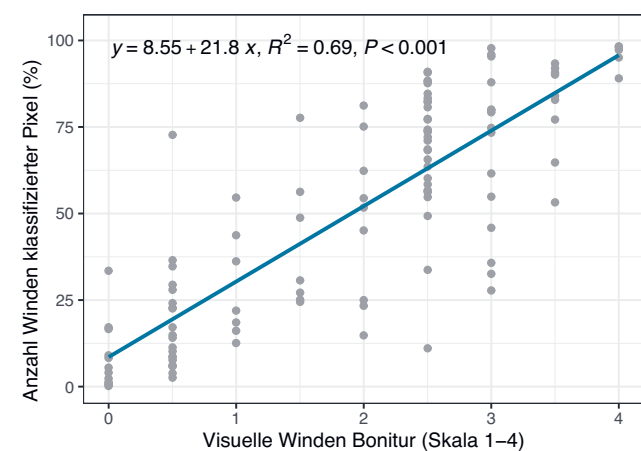
**Abb. 3:** Segmentierte On-Farm Orthofotos (Auflösung 1:600'000, gelb = Getreide, grün = „Winde“). A) Unkrautfreies Feld mit eindeutigen Neststrukturen, B) Feld mit hoher Verunkrautung nebst Winden, C) Falsch klassifizierte Lagerstellen mit unreifem Getreide.



**Abb. 1:** Ausschnitt aus dem Orthofoto 2020 überlagert mit Subplots für die Annotation (Klassifikation: weiss/0 = keine Winde, grün/4 = mit Winden überwachsen).

Konfusionsmatrix	Winde	Getreide
Winde	46176	3167 (12 %)
Getreide	3614 (14 %)	22217
Statistik		
Accuracy : 0.9098	95% CI : (0.9077, 0.9118)	P-Wert: < 0.001
Sensitivity : 0.9274	Specificity : 0.8752	Detection Rate : 0.6143

**Tab. 1:** Ergebnis der Segmentierung durch einen random forest Algorithmus.



**Abb. 2:** Regression der Anzahl Winden klassifizierter Pixel (%) des Orthofotos mit der visuellen Windenbonitur (Skala 0 = keine Winde, 4 = mit Winden überwachsen).

Verfahren	Anteil Winden klassifizierte Pixel (%)			Weizenantrag 2020 (t TS ha <sup>-1</sup> )
	2019	2020	Delta 2020-2019	
Referenz: Pflügen + Schwarzbrache	25.0 a	36.0 ab	11.0 b	3.79 a
Pflügen + Gründüngung	26.2 a	33.2 b	6.93 b	3.19 a
Flachgrubber + späte Saat Gründüngung	22.7 a	36.1 ab	13.4 ab	2.02 b
Direktsaat Gründüngung + Flächenrotte	25.5 a	49.0 a	23.5 a	1.72 b

**Tab. 2:** Mittelwerte des Anteils als Winden klassifizierte Pixel (%) innerhalb der Kernparzellen im Vergleich der Jahre 2019 und 2020 und des Weizenkornertrages von 2020 (t TS ha<sup>-1</sup>) zwischen vier Bodenbearbeitungsverfahren. Kleinbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede ( $p < 0.05$ , Tukey Test) zwischen den Verfahren pro Spalte.

### Verdankung

Wir danken dem Coop Fonds für Nachhaltigkeit für die finanzielle Unterstützung des Projektes. Wir danken Dominik Hummel für die Unterstützung in der praktischen Umsetzung.