



Spot-Spraying-Einsatz im Mais gegen Durchwuchskartoffeln (Juni 2022).

# Durchwuchskartoffeln mit Spot-Spraying und Drohnen bekämpfen

Durch zunehmend milde Winter nimmt die Bedeutung der Bekämpfung von Durchwuchskartoffeln zu. Eine Option ist die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) in nachfolgenden Kulturen der Fruchtfolge. Ein innovativer und umweltschonender Einsatz ist die Applikation von PSM durch Spot-Spraying, unterstützt durch Drohnentechnik. Im Forschungsprojekt Agro-Nordwest wurde dieses Verfahren in Zusammenarbeit mit Praxispartnern getestet.

*Tobias Jorissen, Silke Becker, Guido Recke, Hochschule Osnabrück, und Konstantin Nahrstedt, Maren Pöttker, Thomas Jarmer, Universität Osnabrück*

Neben finanziellen Einbußen sollten Verluste bei der Kartoffelernte aus phytosanitären Gründen vermieden werden. Die schädigende Wirkung durch pilzliche und bakterielle Erreger könne sich entweder beim nächsten Kartoffelanbau auf derselben Fläche oder auf benachbarten Kartoffelflächen bemerkbar machen. Weitere Schadfaktoren sind Kartoffelnekmatoden oder ein Virusbefall. Die Möglichkeiten der Durchwuchskartoffelbekämpfung sind vielfältig. Die Verwendung von frostempfindlichen Sorten ist eine Option. Das Schlagen von Kartoffelkraut vor der Ernte hat eine positive Reduktionsleistung auf Ernteverluste. Der Anbau von Kartoffeln auf homogenen Schlägen und die Erzeugung von homogenen Erntepartien wirken ebenfalls mindernd. Letztlich

ist die korrekte Einstellung der Rodetechnik zu beachten.

## Durchwuchskartoffeln mit wenig Mitteleinsatz bekämpfen

In vielen Kulturen der Fruchtfolge ist die Durchwuchskartoffelbekämpfung herausfordernd. Entweder ist der Reihenschluss zu spät, entsprechende Pflanzenschutzmittel (PSM) zu kostenaufwendig oder eine Teilwirkung gegen Kartoffeln nicht immer gegeben. Beim Anbau von Mais zeigen sich ausreichende Einsatzfenster und geeignete PSM. Die mechanische Bekämpfung von Durchwuchskartoffeln ist vergleichsweise anspruchsvoll und nicht immer effektiv. In den letzten Jahrzehnten ist

der Anbau von Mais in Kartoffelanbauregionen angewachsen, was die chemische Durchwuchskartoffelbekämpfung insgesamt erleichtern könnte.

Der möglichen chemischen Bekämpfung von Durchwuchskartoffeln stehen die Ziele der Europäischen Union entgegen, die mit dem Green Deal den Einsatz von PSM bis 2030 um 50 % reduzieren möchte. Ein innovatives Verfahren zur Reduktion von PSM ist die Spot-Spraying-Technik, bei der nicht die gesamte Fläche, sondern nur der mit Unkräutern besetzte Bereich behandelt wird.

Im Rahmen des Forschungsprojekts Agro-Nordwest erfolgten in 2021 und 2022 verschiedene Versuche zum Einsatz von Drohnentechnik auf landwirtschaftlichen Flächen. Ein Anwendungsfall war die Bekämpfung von Durchwuchskartoffeln im Mais. Dieser Versuch fand in Zusammenarbeit mit den landwirtschaftlichen Betrieben Michael Seelmeyer in Neuenkirchen sowie Stephan Künne in Eggermühlen und dem Landtechnikunternehmen Amazonen-Werke statt.

Wir fertigen und reparieren für Sie Lagerbehälter und Jagdbedarf!



LMG Brunau GmbH, Bahnhofstr. 30; 39624 Kalbe/Milde OT Brunau  
Tel.: 039030/2423 Fax: 039030/2424 Mail: info@lmg-brunau.de Homepage: www.lmg-brunau.de



## Drohnen- und Spot-Spray-Technik im Versuchsfeld

Drohnenysteme mit hochauflösender Kamertechnik ermöglichen flächendeckend eine präzise Identifikation und Verortung von Durchwuchskartoffeln. Die resultierenden Bilddaten können als Grundlage für eine teilflächenorientierte Mittelausbringung eingesetzt werden. In Abhängigkeit von der gewählten Flughöhe kann hierbei eine Genauigkeit von wenigen Zentimetern bis in den Millimeter-Bereich erzielt werden. Im Versuchsvorhaben wurden die landwirtschaftlichen Flächen im Jugendstadium des Mais mittels Drohne (DJI Phantom Multispectral) befliegen, um die Durchwuchskartoffeln möglichst frühzeitig zu erkennen. Mithilfe einer vorab auf die Fläche zugeschnittenen Flugplanung wurden die Befliegungen automatisiert.

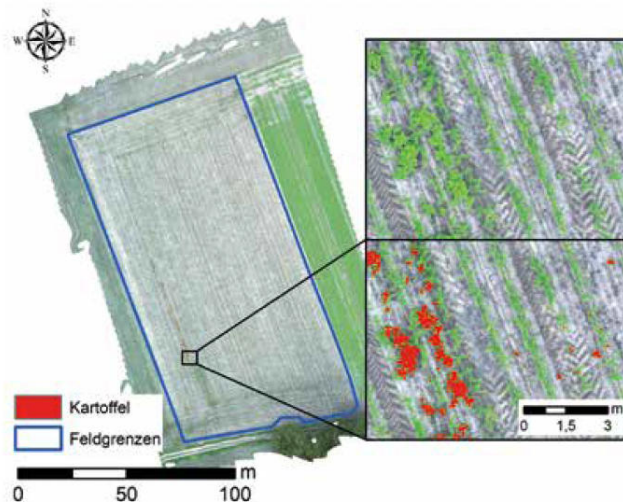
Aus den während der Überflüge aufgezeichneten Bilddaten konnten die Kartoffelpflanzen mittels Bildauswertelgorithmen digital identifiziert und von den Maispflanzen unterschieden werden. Dies war sowohl für Kartoffeln zwischen als auch innerhalb der Maisreihen möglich. Hierbei wurde ein pixelbasiertes Verfahren zur Bestimmung von Mais, Kartoffel und Bodensegmenten eingesetzt. Aus den resultierenden Klassifikationskarten konnten unter Zuhilfenahme des Drohnen-GPS und durch Einsatz einer RTK-Referenzstation (DRTK 2 Mobil Station von DJI) Standorte identifizierter Kartoffelpflanzen räumlich verortet werden (Abb. 1).



Verwendete Drohnentechnik: DJI Phantom Multispectral mit DRTK 2 Mobil Station von DJI. Fotos: Tobias Jorissen

Kartoffelbau 4/2023 (74. Jg.)

Abb. 1: Erstellte Klassifikationskarte einer Maisfläche mit Durchwuchskartoffeln im Praxisversuch



Zur Anwendung einer teilflächenorientierten Durchwuchskartoffelbekämpfung wurde die Spot-Spraying-Technik eingesetzt. Um aus den Drohnenbilddaten je Standort eine für die terminalgesteuerten Spotdüsen ausführbare Applikationskarte zu erzeugen, wurden die Klassifikationskarten in ein maschinenlesbares Format überführt. Die Zellengröße der Applikationskarten ergab sich dabei aus den Spritzweiten der Düsen. Überschritt der Flächenanteil des Kartoffeldurchwuchses innerhalb einer zu applizierenden Zelle einen Schwellwert von mindestens 5 %, sollten die PSM ausgebracht werden. Eine begleitende Videodokumentation zeigte die erfolgreiche technische Umsetzung des Vorhabens sowie deutliche Einsparungen in der Ausbringungsmenge. Schätzungsweise konnten in den Praxisversuchen Einsparpotenziale für die Applikation von PSM mit Spot-Spraying-Technik von 50–80 % erreicht werden.

Basierend auf den definierten Flugparametern in den Praxisversuchen kann bei Verwendung der Drohne DJI Phantom Multispectral eine Flächenleistung von etwa 8 ha/h erreicht werden. Die maximal mög-

liche Flugzeit wird unter Berücksichtigung der Anfahrten zu den wechselnden Flächen auf 5 h/d geschätzt. Infolgedessen wird eine mögliche tägliche Flächenleistung von 40 ha/d kalkuliert (Tabelle).

### Betriebswirtschaftliche Einschätzung

Die betriebswirtschaftliche Einschätzung des Einsatzes von Spot-Spraying und

Tabelle: Kalkulierte Betriebsdaten beim Drohnenflug

Parameter	Wert	ME
Flächenleistung	8	ha/h
Maximal mögliche Flugzeit	5	h/d
Mögliche Flächenleistung	40	ha/d





Durchwuchskartoffeln im Mais in dem Praxisversuch auf der Fläche von Stephan Künne im Juni 2022.

Drohntechnik basiert auf Modellrechnungen und den Praxisversuchen auf den Betrieben Seelmeyer und Künne. Nachfolgend wird ein Betrieb mit einer Ackerfläche von 250 ha modelliert. Die Anbauanteile der Ackerfrüchte sind Getreide mit 60 %, Kartoffeln mit 20 % und Mais mit 20 %. Angenommen wird eine durchschnittliche betriebliche Traktorleistung von 102 kW. Für den Pflanzenschutz wird die Anhängerspritze UF 2002 mit einer

Teilbreitenschaltung (TB) von 3 m der Firma Amazonen-Werke kalkuliert. Gleichermaßen kalkuliert wird die Ausrüstung für den Einsatz von Spot-Spraying-Technik. Bei der Verwendung von Spot-Düsen gegenüber der TB von 3 m wird eine zusätzliche PSM-Einsparung von 4,5 % angenommen, die sich auf die Direktkosten des gesamten betrieblichen Pflanzenschutzes auswirkt.

Lohn- sowie Zinsansatz, Dieserverbräuche, PSM-Kosten etc. sind den Kalkulationsdaten des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KT-BL) entnommen. Hierbei werden für die modellierte Fruchtfolge nachfolgende pauschalisierte PSM-Kosten angenommen: Getreide = 150 €/ha, Kartoffeln = 430 €/ha und Mais = 120 €/ha. Wie in den Praxisversuchen wird beim Mais hinsichtlich der Durchwuchskartoffelbekämpfung ein Maßnahmenplitting angenommen. Bei der ersten Überfahrt werden die PSM Elumis und Spectrum Gold mit Kosten von 42 €/ha appliziert. Bei der zweiten Überfahrt werden die PSM Callisto, Onyx und Effigo mit Kosten von 78 €/ha appliziert.

Abb. 2: Direkt- und Arbeiterledigungskosten ab Feldgrenze bei der Applikation von Pflanzenschutzmitteln mit einer Teilbreitenschaltung (TB) von 3 m und einer Einzeldüsenabschaltung

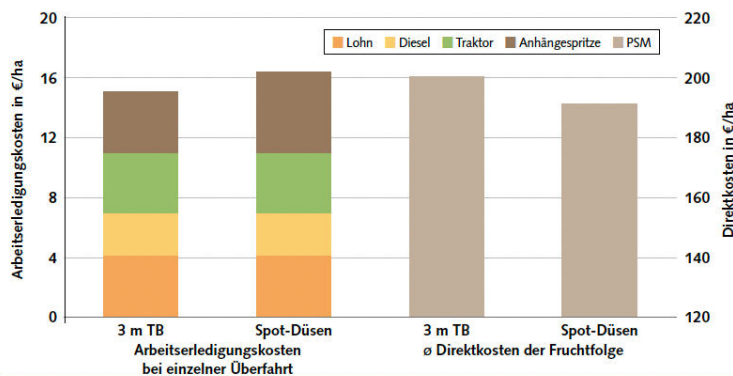
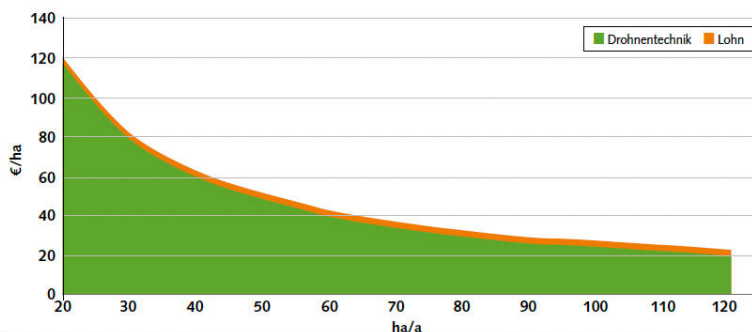


Abb. 3: Arbeiterledigungskosten ab Feldgrenze beim Einsatz von Drohnentechnik



Auf Basis der getroffenen Annahmen werden die Direkt- und Arbeiterledigungskosten (DAK) der zwei untersuchten Applikationstechniken kalkuliert. Bei der PSM-Applikation mit TB betragen die DAK einer einzelnen Überfahrt 15,13 €/ha, bei PSM-Applikation mit Spot-Düsen 16,36 €/ha (Abb. 2). Durch Verwendung der Spot-Düsen im Gegensatz zur TB von 3 m können bezogen auf die Fruchtfolge durchschnittlich 9 €/ha Kosten für PSM eingespart werden. Werden die erhöhten DAK den reduzierten PSM-Kosten gegenübergestellt, ergibt sich im Saldo für den Einsatz von Spot-Düsen gegenüber der TB ein ökonomischer Vorteil von 2,85 €/ha.

Für die Investition in Drohnentechnik (DJI Phantom Multispectral mit DRTK 2 Mobil Station von DJI) können Kosten von 11.000 € angenommen werden. Die Instandhaltungskosten für die Drohnentechnik werden auf 10 % der Investitionssumme geschätzt und sind damit im landwirtschaftlichen Vergleich hoch. Dies ist unter anderem auf die Anschaffung von Ersatzakkus zurückzuführen. Nutzungsdauer (zehn Jahre) und Zinsansatz (2,5 %) für Drohnentechnik sind denen der Landtechnik angelegt. Der Lohnansatz ist mit 30 €/ha vergleichsweise hoch gewählt.

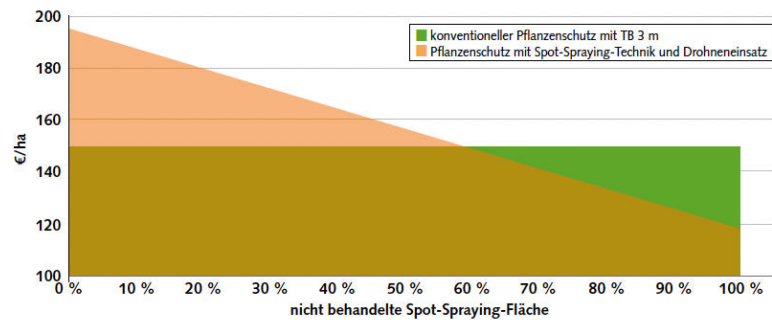
Für den Drohneneinsatz ab Feldgrenze werden nachfolgend die Arbeiterledigungskosten (ALK) berechnet. In Abhängigkeit einer möglichen Nutzleistung von 20 bis 120 ha/a schwanken die ALK zwischen 121 €/ha und 23 €/ha (Abb. 3). Hierbei wirkt die jährliche Nutzleistung stark regressiv auf die ALK. Die Höhe der Lohnkosten ist unabhängig von der jährlichen Nutzleistung und hat innerhalb der Spanne von 20 bis 120 ha/a nur einen marginalen Anteil an den ALK. Für den Modellbetrieb mit einer Maisfläche von 50 ha betragen die ALK 50 €/ha.

Der ökonomische Erfolg der Bekämpfung von Durchwuchskartoffeln durch Spot-Spraying und Drohneneinsatz ist maßgeblich abhängig von der nicht behandelten Fläche an PSM. Im potenziellen Szenario eingesparter PSM von 0 bis 100 % schwanken die DAK ab Feldgrenze des Drohnen- und Spot-Spraying-basierenden PSM-Einsatzes zwischen 196 €/ha und 118 €/ha (Abb. 4). Die DAK des konventionellen Pflanzenschutzes mit TB 3 m betragen 150 €/ha. Der Break-Even-Point zwischen den zwei Verfahren liegt bei einer nicht behandelten Spot-Spraying-Fläche von 69 %.

### Fazit

Die Wirtschaftlichkeit des analysierten innovativen Verfahrens zur Durchwuchskartoffelbekämpfung ist wesentlich abhängig von der Auslastung der Drohnen auf dem Feld und der PSM-Einsparung

Abb. 4: Direkt- und Arbeiterledigungskosten ab Feldgrenze bei konventioneller Pflanzenschutztechnik und bei Spot-Spraying-Technik und Drohneneinsatz



durch Spot-Spraying. Der hohe Investitionsaufwand für Drohnentechnik lässt sich anteilig verringern, wenn alternative Anwendungsgebiete wie z.B. die Wildtierrettung wahrgenommen werden. Zukünftiger technischer Fortschritt bei der Drohnentechnologie sollte ebenfalls kostenmindernd wirken. Bei einer zu erstrebenden Kostensenkung des jährlichen Drohneneinsatzes durch alternative Anwendungen sind geeignete Einsatzfenster zu beachten. Die ökonomischen Analysen berücksichtigten nicht mögliche Aufwendungen für Vor- und Nachbereitung der Applikationskartenerstellung, mögliche Wegstrecken zum Feld oder den Abschluss zum Drohnenführerschein. Insbesondere die Quantifizierung des Aufwandes der Kartenerstellung ist nicht trivial.

<<

### Danksagung

Die Forschungen im Projekt Agro-Nordwest werden durch Mittel des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft und des Projektträgers Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung gefördert. Ein großer Dank geht an die Studierenden Carina Breckling, Christian-Alexander Langner und Hagen Henning Schulze für die Vorarbeiten zur Analyse des Drohneneinsatzes zur Durchwuchskartoffelbekämpfung. Ein besonderer Dank geht an die Landwirte Michael Seelmeyer und Stephan Künne sowie Gregor Bensmann von den Amazonen-Werke für ihre großartige Unterstützung bei den Praxisversuchen.

### Tobias Jorissen

Hochschule Osnabrück  
t.jorissen@hs-osnabrueck.de