

Vergleich eines konventionellen kamerageführten Hackgeräts mit einem InRow-Hackgerät zur Reduktion des Handarbeitsaufwand und der Restverunkrautung

Ullmanna / Samo Vario Chop KI KPI Bericht

1. Hintergrund

1.1 Ausgangslage

Die Unkrautregulierung in Reihenkulturen steht zunehmend unter Druck: Die Verfügbarkeit und die Kosten von Handarbeitskräften für die Bearbeitung in der Pflanzenreihe entwickeln sich ungünstig, denn Arbeitskräfte werden einerseits knapper und gleichzeitig teurer. Klassische Hackgeräte bearbeiten zwar den Bereich zwischen den Reihen zuverlässig, lassen jedoch den Streifen innerhalb der Reihe meist unbearbeitet, sodass dort weiterhin manuell nachgearbeitet werden muss. Vor diesem Hintergrund gewinnen automatisierte, KI-gestützte In-Row-Hacksysteme an Bedeutung. Sie sollen diesen Arbeitsschritt mechanisieren und so den Arbeitszeit- und Kostenaufwand reduzieren.

1.2 InRow-Hackgerät Samo Vario Chop KI

Im vorliegenden Use Case wurde eine solche Technologie untersucht: die Samo Vario Chop KI, ein In-Row-Hackgerät des Herstellers Samo Maschinenbau. Über jeder Reihe ist eine Kamera montiert, die die Kulturpflanze anhand ihrer Wurzelposition erkennt; eine zusätzliche 3D-Kamera erfasst die Bestandshöhe. Ein hydraulischer Seitenverschub gleicht die Maschine automatisch an den Mittelwert aller Reihen an, während ein Elektromotor je Reihe die Hacktiefe individuell nachführt, auch bei unebenem Gelände oder Hanglagen. Abhängig von der Fahrgeschwindigkeit steuert die Kamera das Öffnen und Schließen der Hackmesser, laut Hersteller bis zu dreimal pro Sekunde. Eine Kalibrierung ist nach Herstellerangabe nicht erforderlich; die Kultur wird ausgewählt, die Maschine angehängt und in Betrieb genommen. Integrierte Blitz- und LED-Beleuchtung sollen die Pflanzenerkennung unabhängig von Sonnenstand und Tageslicht, also auch nachts, ermöglichen. Das System ist stufenlos ab 15 cm Reihenabstand einstellbar und für 1 bis 16 Reihen konfigurierbar, kommt ohne zwingende GPS- oder ISOBUS-Ausstattung des Traktors aus und benötigt laut Hersteller rund sechs Stunden, um eine neue Kultur anzulernen. Diese technischen Eckdaten sowie die daraus resultierende Praxistauglichkeit wurden in einem Versuch am Standort Mold untersucht. In diesem Bericht werden die abgeleiteten ökologischen sowie sozioökonomischen Kennzahlen aus den im Versuch erhobenen Daten beschrieben.

1.3 Versuchskonzept

Der Versuch wurde auf einem Pilotbetrieb im Anbau von Ölkürbis durchgeführt. Verglichen wurden drei Varianten:

- Kontrollvariante (*Übliche Praxisvariante: Fronthacke plus manuelle Nacharbeit durch eine Handarbeitskraft*)
- Versuchsvariante mit Technologie (*Fronthacke in Kombination mit der Samo Vario Chop KI zur zusätzlichen In-Row-Bearbeitung*)
- Zweite Versuchsvariante mit Technologie (*Arbeitszeit/-kosten von Fronthacke und Samo Vario in getrennten Prozessen, Solo-Einsatz Samo Vario*)

Die Bewertung erfolgte anhand mehrerer Parameter: Beikrautauflaufen und Bestandsentwicklung wurden per Drohnenüberfliegung erfasst, die Restverunkrautung wurde Anfang August, nach der Blüte kontrolliert. Zur Beurteilung der Beikrautregulierung wurde erfasst, wie viel Beikraut vor und nach der Überfahrt vorhanden war. Aus der Differenz lässt sich die Effektivität der Maßnahme ablesen. Die Erfassung erfolgte sowohl durch manuelle Kontrolle als auch durch automatisierte Auswertung von Drohnenaufnahmen, die aus einer Flughöhe von fünf Metern gemacht wurden. Die Auswertung wurde über eine Kürbisfläche von 16 Hektar auf fünf Einzelflächen gemittelt.

2. Ergebnisse

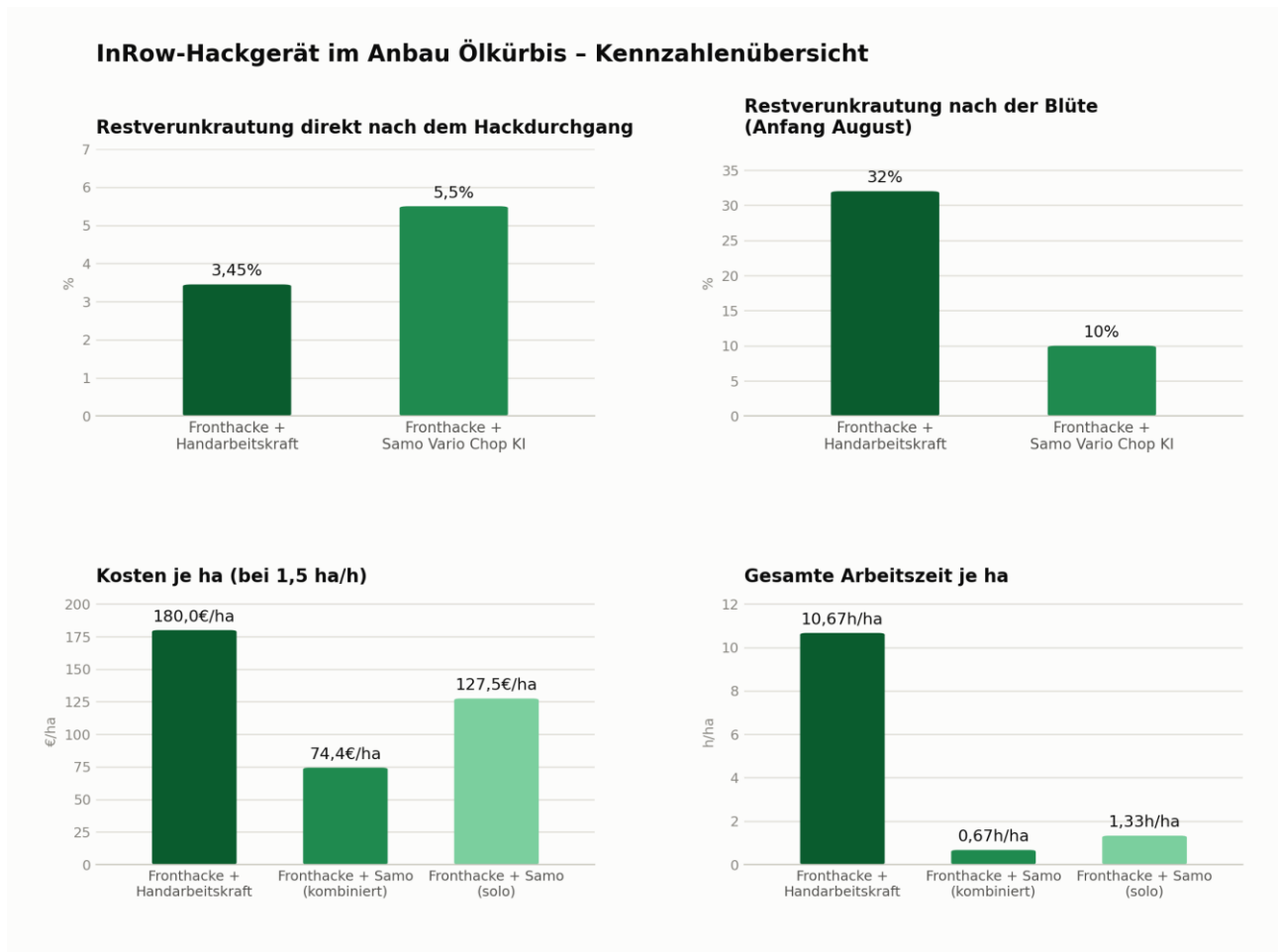


Abbildung 1: Übersicht der einzelnen Kennzahlen (Berechnung: Florian Krippel, LK-Technik Mold) Fronthacke-Fahrtzeit für beide Varianten gleich angesetzt: 0,67 h/ha bei 1,5 ha/h. 10 h/ha Handarbeit als Annahme.

Für den wirtschaftlichen Vergleich wurden zwei Einsatzlogiken der Samo Vario Chop KI unterschieden: Beim *kombinierten Einsatz* läuft die In-Row-Hacke gemeinsam mit der ohnehin durchgeführten Fronthacke-Überfahrt in einem Arbeitsgang; da Traktor und Fahrer bereits durch die Fronthacke gebunden sind, fallen nur die zusätzlichen Maschinenkosten für Samo Vario an (insgesamt 74,4 €/ha, 0,67h/ha bei 1,5 ha/h Flächenleistung).

Beim *Soloeinsatz* wird die Samo Vario Chop KI dagegen in einer eigenen, separaten Überfahrt zusätzlich zur Fronthacke eingesetzt, mit eigenem Traktor- und Personaleinsatz; hier werden die vollen Kosten für Traktor, Personal und Maschine angesetzt (127,5 €/ha) und auch der Zeitbedarf addiert sich entsprechend auf 1,33 h/ha, da zwei getrennte statt einer gemeinsamen Überfahrt durchgeführt werden.

2.1 Arbeitsaufwand und Kosten

Sowohl im kombinierten Einsatz der Fronthacke und der Samo Vario Chop KI, als auch im Soloeinsatz wird die gesamte Arbeitszeit für Handbearbeitung der Fläche eingespart. Je nach Zeitaufwand, welcher für die Handarbeit anfallen würde, ändert sich somit auch die Kosteneinsparung durch den Einsatz der Samo Vario Chop KI (siehe Abbildung 2). In den Kennzahl-Berechnungen wurde von einem üblichen Arbeitszeitaufwand von 10 h/ha ausgegangen (siehe Abbildung 1).

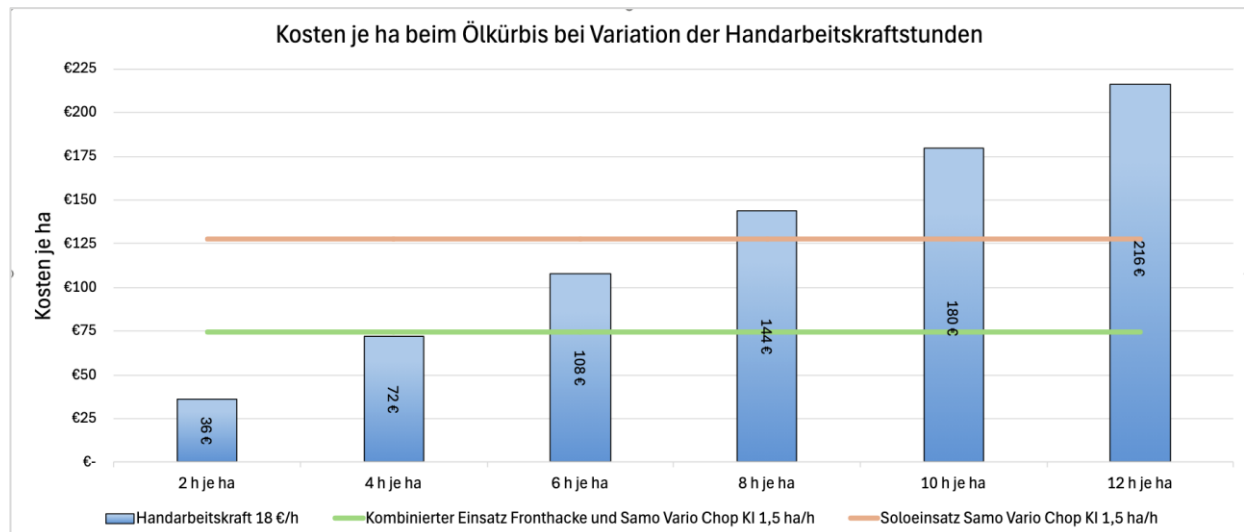


Abbildung 2: Kosten (je ha) je nach Variation der Handarbeitskraftstunden (Abbildung wurde erstellt von Florian Krippel – LK-Technik Mold)

2.3 Wirtschaftlichkeit

Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit wurde von Florian Krippel (LK-Technik Mold) durchgeführt. Dabei wurden die 80.000€ (Neupreis netto) als Anschaffungspreis angesetzt, eine Nutzungsdauer von 10 Jahren angenommen und die Kosten auf Basis der ÖKL-Berechnung berücksichtigt. Die berechneten Fixkosten für die Samo Vario Chop KI sind somit folgende:

- Restwert 8000€ (10% des Neuwertes)
- Abschreibung 7200€
- Kalkulatorische Zinsen 1540€ (Zinssatz 3,5 %)
- Unterbringungskosten 499€
- Versicherungskosten 720€

Fixkosten jährlich gesamt: 9959€

Hinzu kommen dann jeweils, je nach Auslastungsszenario, die variablen Reparaturkosten in Höhe von 1,5 % des Neupreises pro 100 Betriebsstunden, was einem konstanten Satz von 12€/h entspricht.

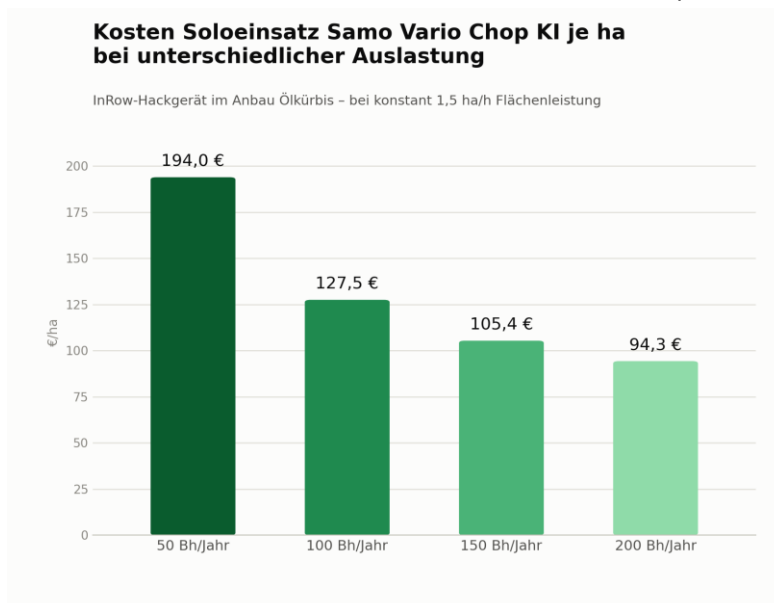


Abbildung 3: Maschinenkosten Samo Vario Chop KI je Hektar, je nach Auslastung (Berechnung: Florian Krippel, LK-Technik Mold)

Im Vergleich zum Praxis-Standard (Fronthacke + Handarbeitskraft: 180€/ha, 10,67 h/ha) sind beide Technologie-Varianten deutlich günstiger und zeitsparender (siehe Abbildung 1, 2 und 4).

Wirtschaftlichkeit bei 1,5 ha/h Flächenleistung

InRow-Hackgerät im Anbau Ölkürbis – Vergleich der Einsatzvarianten

Variante	Zusammensetzung	Kosten je ha	Zeitbedarf je ha
Kombinierter Einsatz (Fronthacke + Samo)	nur Samo-Maschinenkosten (Traktor/Personal bereits durch Fronthacke-Überfahrt abgedeckt)	74,4 €/ha	0,67 h/ha (gemeinsame Überfahrt, kein Zusatzpersonal)
Soloeinsatz Samo Vario Chop KI	Traktor + Personal + Samo-Maschinenkosten (eigene, separate Überfahrt)	127,5 €/ha	1,33 h/ha (Fronthacke + Samo, getrennte Überfahrten)
Fronthacke + Handarbeitskraft (Standard)	Handarbeitskraft zusätzlich zur Fronthacke-Überfahrt	180,0 €/ha	10,67 h/ha (Fronthacke-Überfahrt 0,67 h + Handarbeit 10 h, Modellannahme)

Abbildung 4: Wirtschaftlichkeitsvergleich der Einsatzvarianten im Versuch – Kostenbedarf und Zeitbedarf je Hektar (basierend auf den Berechnungen von Florian Krippel – LK-Technik Mold)

2.4 Beikrautregulierung

Die Beikrautregulierung wurde anhand der Restverunkrautung zu zwei Zeitpunkten erfasst: direkt nach dem Hackdurchgang und erneut nach der Blüte Anfang August 2026. Direkt nach der Überfahrt mit der Fronthacke lag die Restverunkrautung bei 65%; durch die zusätzliche manuelle Behandlung (Handarbeitskraft-Variante) sank sie deutlich ab – auf 3,45 %. Mit der Samo Vario Chop KI wurde eine Restverunkrautung von 5,5 % ermittelt – somit etwas höher (siehe Abbildung 1 und 5). Bei diesen Werten handelt es sich um Mittelwerte aus mehreren Flächen mit entsprechender Schwankungsbreite (siehe Abbildung 5).

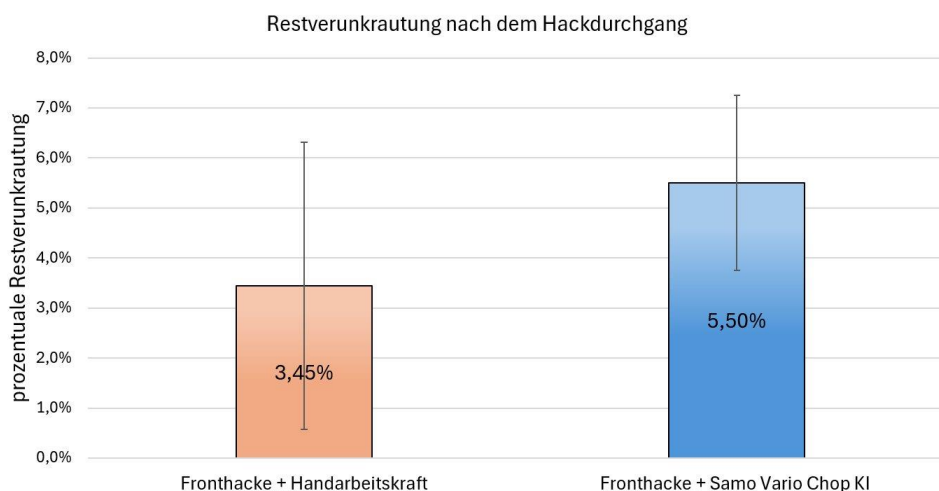


Abbildung 5: Prozentuale Restverunkrautung nach dem Hackdurchgang (Berechnung und Darstellung von Florian Krippel – LK-Technik Mold)

Nach der Blüte Anfang August kehrt sich das Bild zwischen den beiden Varianten um: Die Restverunkrautung lag bei der Handarbeits-Variante mit 32% deutlich höher als bei Samo Vario mit 10% (Siehe Abbildung 1 und 6). Dies kann als Hinweis darauf gedeutet werden, dass die In-Row-Hacke über die Saison hinweg eine nachhaltigere Beikrautunterdrückung erzielte als der punktuelle Handarbeitseinsatz direkt nach dem Hackdurchgang.

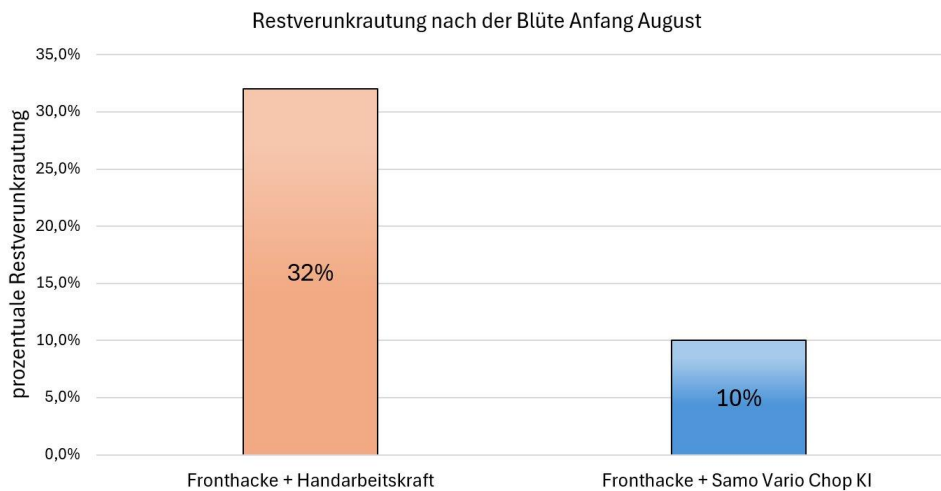


Abbildung 6: Prozentuale Restverunkrautung nach der Blüte Anfang August 2026 (Berechnung und Darstellung von Florian Krippl – LK-Technik Mold)

3. Soziale Indikatoren

Neben den ökonomischen und ökologischen Kennzahlen wurden im Rahmen des Use Case auch soziale bzw. arbeitswirtschaftliche Indikatoren erhoben. Dazu wurde/n eine oder mehrere Personen – welche die Technologie / die Innovation im Rahmen des Use Cases verwendet oder erprobt haben – gebeten einzelne soziale Indikatoren jeweils auf einer Skala von 1 bis 5 zu bewerten.

- 1 - Sehr gering / sehr negativer Effekt / sehr geringe Verbesserung
- 2 - Eher gering / eher negativer Effekt / eher geringe Verbesserung
- 3 - Mittelmäßig / keine Veränderung
- 4 - Eher hoch / eher positiver Effekt / eher starke Verbesserung
- 5 - sehr hoch / sehr positiver Effekt / sehr starke Verbesserung

Aus den Bewertungen können die sozialen Auswirkungen der Samo Vario Chop KI in den Bereichen Arbeit und Effizienz, Wohlbefinden, wirtschaftliche Sicherheit, Kompetenz und Handhabung sowie soziale/ gesellschaftliche Akzeptanz abgebildet werden.

3.1 Arbeit & Effizienz

Sowohl die Reduktion des Arbeitszeitaufwandes als auch die wahrgenommene Arbeitserleichterung wurden sehr hoch (jeweils mit 5 von 5) bewertet. Das ist darin begründet, dass die Nutzung des InRow Hackgeräts eine komplette Einsparung von Fremdarbeitskräften ermöglicht und somit auch die Terminplanung dieser Arbeitskräfte einspart, wodurch sich der restliche Arbeitsablauf erleichtert. Die Nutzerfreundlichkeit der Technologie wird mittelmäßig (3 von 5) bewertet mit Verweis darauf, dass die Menüführung des Geräts als eher verständlich wahrgenommen wurde.

3.2 Wohlbefinden

Dadurch dass die Maschine verlässlich arbeitet, wurde die Arbeitszufriedenheit mit dem Gerät hoch bewertet (4 von 5). Die Überwachung der Maschine fordert den Fahrer zwar zusätzlich, dennoch wird die Stressbelastung mit

weniger als zuvor bewertet (2 von 5). Die Ergonomie / körperliche Belastung verbessert sich durch die Verwendung deutlich und reduziert sich mit dem InRow-Hackverfahren auf das Minimum (1 von 5). Die Akzeptanz der Technologie ist ebenfalls sehr hoch (5 von 5), dadurch dass Problemzonen von der Maschine übernommen werden, reduzieren sich auch Gefahrenexpositionen (Einordnung der Reduktion auf 3 von 5).

3.3 Wirtschaftliche Sicherheit

Die wirtschaftliche Verbesserung durch den Nutzen der Technologie wird sehr hoch bewertet (5 von 5), weil bei gleichen Kosten die doppelte Wirkung erreicht werden kann. Außerdem werden Terminkosten reduziert, weil Arbeitskräfte eingespart werden. Die Investitionssicherheit ist ebenfalls hoch (4 von 5), weil die Software mit laufenden Updates unterstützt wird. Dadurch dass die Planungssicherheit erhöht wird, steigt auch die Attraktivität für Nachwuchskräfte (4 von 5). Die Nutzung der Maschine benötigt allgemein eine hohe Digitalkompetenz (4 von 5), ist im Schulungsaufwand aber verhältnismäßig eher mittelmäßig (3 von 5).

3.4 Soziales Umfeld

Die gesellschaftliche sowie die regionale Akzeptanz der Technologie werden ebenfalls als hoch (4 von 5) bewertet, der Einsatz der Technologie wird durchgehend als positiv und richtig bewertet. Auf die Biodiversität hat die Nutzung der In-Row-Hacke nach Einschätzung der befragten Person keinen speziellen Effekt.

5. Fazit

In der Gesamtbewertung zeigt der Einsatz des In-Row-Hackgeräts Samo Vario Chop KI positive Effekte über mehrere Ebenen hinweg. Die Ergebnisse zeigen, dass In-Row-Hacksysteme, die manuelle Nacharbeit in der Reihe wirksam ersetzen können, ohne die Unkrautregulierung zu verschlechtern. Bei der Restverunkrautung direkt nach dem Hackdurchgang liegen Handarbeitskraft und Samo in einem vergleichbaren Bereich; nach der Blüte zeigt die Samo-Variante mit 10% gegenüber 32% eine deutlich geringere Restverunkrautung. Ökonomisch ist der kombinierte Einsatz (Fronthacke+Samo Vario in einer Überfahrt) bei der angenommenen Flächenleistung von 1,5 ha/h über alle betrachteten Auslastungsszenarien günstiger als der Praxis-Standard; bei deutlich geringerer Flächenleistung kann sich dieser Vorteil jedoch umkehren. Der Soloeinsatz wird erst ab einer Auslastung von rund 100 Bh/Jahr wirtschaftlich vorteilhaft. Durch den Wegfall der manuellen Nacharbeit (in der Praxis ca. 10 Stunden pro Hektar) reduziert sich der Arbeitszeitbedarf erheblich. Somit kann dem Arbeitskräftemangel entgegengewirkt werden. Diese Einschätzung deckt sich mit den erhobenen sozialen Indikatoren: Die Reduktion des Arbeitszeitaufwands, die Arbeitserleichterung sowie die wirtschaftliche Verbesserung wurden jeweils mit 5 von 5 bewertet, die verbleibende körperliche Belastung wird als minimal eingestuft; die Akzeptanz der Technologie fällt insgesamt hoch aus. Insgesamt deuten die vorliegenden Kennzahlen auf ein deutliches Potenzial von der In-Row-Hacktechnologie hin, insbesondere wenn diese im selben Prozess wie die Fronthacke eingesetzt wird.