



Endbericht zum Forschungsvorhaben A/23/02

Hochpräzise und selektive Einzelpflanzenbehandlung im Gemüsebau auf Basis Künstlicher Intelligenz

Hochpräzise und selektive Einzelpflanzenbehandlung

Projektlaufzeit:
15.04.2023 bis 31.12.2023

Endbericht zum Forschungsvorhaben A/23/02

Hochpräzise und selektive Einzelpflanzenbehandlung im Gemüsebau auf Basis Künstlicher Intelligenz

Hochpräzise und selektive Einzelpflanzenbehandlung

Projektlaufzeit: 15.04.2023 bis 31.12.2023

Projektleiter: Martin Schulz

Projektbearbeiter: Markus Göttl (AELF Deggendorf Straubing)

Bamberg, März 2023

Zuwendungsempfänger:

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
Institut für Erwerbs- und Freizeitgartenbau (IEF)
An der Steige 15, 97209 Veitshöchheim
www.lwg.bayern.de, poststelle@lwg.bayern.de

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung.....	4
2	Einleitung	4
2.1	Ziele zur Einsparung von Pflanzenschutzmitteln	4
2.2	Einschränkungen in der chemischen Produktpalette und Verträglichkeit sensibler Kulturen	5
2.3	Kurzbeschreibung der mit der Spot-Spray-Technik arbeitende ARA-Pflanzenschutzspritze der Firma Ecorobotix (Produktdatenblatt ARA, Ecorobotix, 2023)	5
2.4	Spot-Spray-Technik und die daraus resultierenden Möglichkeiten im Gemüsebau.....	7
3	Ziele des Vorhabens	8
3.1	Die Ermittlung von Einsparpotential, Funktionalität, Effektivität und geeignete Strategien im Herbizideinsatz bei Speisezwiebeln	8
3.2	Die Ermittlung von Einsparpotential, Funktionalität, Effektivität und geeignete Pflanzenschutzstrategien im Insektizid- und Fungizideinsatz bei Salaten und gesättem Kopfkohl.....	9
4	Versuchsansatz.....	9
4.1	Versuchsaufbau	9
4.1.1	Speisezwiebel	9
4.1.2	Salate.....	17
4.1.3	Kopfkohl.....	19
5	Ergebnisse und Diskussion	21
5.1	Speisezwiebel, Herbizideinsatz	21
5.1.1	Effektivität und Funktionalität	21
5.1.2	Einsparpotential gegenüber flächiger Behandlung.....	39
5.1.3	Diskussion Unkrautbekämpfung Zwiebel	44
5.2	Insektizideinsatz bei Kopfkohl.....	45
5.2.1	Effektivität und Funktionalität	45
5.2.2	Einsparpotential gegenüber flächiger Behandlung.....	47
5.2.3	Diskussion Insektizideinsatz bei Kopfkohl.....	47
5.3	Salate Insektizid-, Fungizid und Herbizideinsatz.....	47
5.3.1	Effektivität und Funktionalität	47
5.3.2	Einsparpotential gegenüber flächiger Behandlung.....	49
5.3.3	Diskussion Salat	50
6	Hinweis Zulassungssituation	50
7	Öffentlichkeitsarbeit.....	51
7.1	Vorträge	51
7.2	Veröffentlichungen	51
7.3	Literatur.....	51

1 Zusammenfassung

In einem Kurzprojekt der LWG Veitshöchheim und des AELF Deggendorf Straubing, gefördert vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, wurde die ARA-Pflanzenschutzspritze der Firma Ecorobotix in Praxisversuchen im Gemüsebau erprobt. Die ARA-Pflanzenschutzspritze arbeitet auf Basis der Spot-Spray-Technik.

Im Zwiebelanbau wurden auf drei Praxisteilflächen verschiedene Varianten zur Nachauflaufbeikrautbekämpfung getestet. Folgende Varianten wurden geprüft: die Einzelpflanzenbehandlung mit praxisüblichen chemischen Pflanzenschutzmitteln, die Einzelpflanzenbehandlung mit Pelargonsäure, einem natürlichen Wirkstoff, und die flächige praxisübliche chemische Standardbehandlung. Dabei konnte in der Variante Einzelpflanzenbehandlung mit Praxismittel ein Einsparpotential für chemischen Pflanzenschutzmittel von rund 75 % erreicht werden. Der Bekämpfungserfolg war dabei vergleichbar befriedigend wie bei flächiger chemischer Praxisbehandlung. Einer Spätverunkrautung in der langen Zwiebelkultur ohne eine ausreichende Bodendeckung sollte aber zusätzlich mit einer flächigen Spätversiegelung vorgebeugt werden.

Es zeigte sich, dass die Verträglichkeit bei Einzelpflanzenbehandlung auch ohne Schutzzone, bei der auch teilweise Kulturpflanzen getroffen werden, gut ist. Es erscheint deshalb sinnvoll, sofort in früheren, empfindlicheren Stadien höhere Konzentrationen an Wirkstoffen zu verwenden. Im Idealfall erreicht man so eine sichere Wirkung auch gegen Problembeikräuter, bei gleichzeitiger deutlicher Pflanzenschutzmitteleinsparung, im späteren Kulturverlauf.

Im Salatanbau wurde das Einsparpotential in verschiedenen Kulturstadien gegenüber flächiger Behandlung untersucht. Im Schnitt von drei unterschiedlichen Kulturstadien konnte so rund 60 % der Menge an Spritzbrühe/Wirkstoff eingespart werden. Arbeitet man mit einer Schutzzone für Kulturpflanzen, wird in der Kultur Salat auch eine Nachauflaufbehandlung von Unkraut möglich. Hier sind bei flächiger Behandlung bislang keine Möglichkeiten vorhanden.

Bei der Saat von Kohl kann der Kohlerdfloh bereits im Keimblattstadium ganze Bestände vernichten. Bei flächigen Behandlungen im Keimblattstadium wird vor allem Boden benetzt. Es wurde deshalb untersucht, wie eine Einzelpflanzenbehandlung im Kleinststadium funktionieren kann. Das Einsparpotential gegenüber einer flächigen Behandlung ist dabei mit 99 % sehr hoch. Da sich im Versuch aber kein ausreichender Erdflohbefall zeigte, ist die Wirkung in weiteren Untersuchungen zu erproben.

2 Einleitung

2.1 Ziele zur Einsparung von Pflanzenschutzmitteln

Mit dem Aktionsplan Pflanzenschutz 2028 hatte sich Bayern bereits 2021 das Ziel gesetzt, den Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln bis 2028 um 50 % zu halbieren (Staatsministerin Kaniber, 2021). Dabei wird bei der Suche nach Wegen zu diesem Ziel unter anderem „moderne, digital gesteuerte Präzisionstechnik auf dem Acker“ genannt. Im Jahr 2022 wurde von der EU im Rahmen des Green Deal ebenfalls das Ziel gesetzt, eine Reduktion des Einsatzes chemischer Pestizide von 50 % bis 2030 zu erreichen (Vertretung der Europäischen Kommission in Deutschland, 2022).

Die Spot-Spray-Technik erscheint in vielen pflanzenbaulichen Kulturen vielversprechend, wenn es darum geht die Mengen an chemischen Pflanzenschutzmitteln zu reduzieren und gleichzeitig keine wesentlichen Verluste an Produktivität oder Wirtschaftlichkeit in Kauf nehmen zu müssen. Ein wesentliches Ziel des Kurzprojektes bestand darin, konkrete Zahlen zum Einsparpotential in ausgewählten Anwendungen/Kulturen und die Wirksamkeit der Technik zu ermitteln.

2.2 Einschränkungen in der chemischen Produktpalette und Verträglichkeit sensibler Kulturen

Über die letzten Jahre sind nach Neubewertungen viele Wirkstoffe in der EU weggefallen. Es ist davon auszugehen, dass in Zukunft immer weniger effektive Wirkstoffe zur Verfügung stehen werden. Vor allem in Gemüsekulturen, die zudem oft sehr sensibel bezüglich der Verträglichkeit sind und wenig wirtschaftliche Bedeutung im Pflanzenschutzmarkt haben, wird es vermutlich zu weiteren Einschränkungen in der Verfügbarkeit effektiver Wirkstoffe/Bekämpfungsmöglichkeiten kommen.

Im Speisezwiebelanbau sind für die Beikrautkontrolle im Nachauflauf bereits durch den Wegfall der verträglichen und effektiven Wirkstoffe Ioxynyl (Widerruf Feb. 2015) und Bromoxynyl (Widerruf März 2021) Bekämpfungslücken entstanden.

Durch die Spot-Spray-Technik ergibt sich die Möglichkeit, nur Unkraut und keine Kulturpflanzen zu benetzen. So besteht die Perspektive, durch diese Technik auch Wirkstoffe zu nutzen, die für die Kulturpflanze weniger verträglich sind. Als Beispiel ist der Wirkstoff Pelargonsäure, der natürlichen Ursprungs ist, zu nennen, welcher in verschiedensten Kulturen Anwendung finden könnte.

2.3 Kurzbeschreibung der mit der Spot-Spray-Technik arbeitende ARA-Pflanzenschutzspritze der Firma Ecorobotix (Produktdatenblatt ARA, Ecorobotix, 2023)

Die ARA-Pflanzenschutzspritze besteht aus einer Tankeinheit für den Frontanbau und der eigentlichen Pflanzenschutzspritzeinheit im Heckanbau. Die Tankeinheit umfasst einen Frischwassertank mit 500 l und einen Spritzbrühetank mit 200 l Fassungsvermögen. So kann die Spritzbrühe direkt auf dem Feld gemischt und auf den aktuellen Verbrauch angepasst werden.

Die Pflanzenschutzspritze für den Heckanbau besteht aus drei Arbeitsmodulen mit einer Gesamtarbeitsbreite von 6 m. Die zwei Stützräder der Spritze können zwischen 1,5 und 2 m variabel auf die jeweilige Beetbreite eingestellt werden. In den drei Arbeitsmodulen befinden sich insgesamt 156 Präzisionsdüsen im Abstand von 4 cm, die einzeln angesteuert werden können. In jedem Modul sind hochauflösende Kameras integriert, welche aktuelle Aufnahmen machen und Einzelpflanzen erkennen können. Als Richtgröße wird davon ausgegangen, dass Pflanzen erkannt werden können, die vom menschlichen Auge aus einer Distanz von einem Meter erkannt werden. Die Höhe des Düsenbalkens zum Bestand beträgt 26 cm und stellt sich automatisch ein. Damit wird ein Benetzungsraster von 6 x 6 cm am Boden/auf der Kulturpflanze erreicht. Die Spritzbalkenhöhe kann auch manuell eingestellt werden. Die Bedienung erfolgt kabellos über ein Tablet. Je nach Zielausbringmenge können Geschwindigkeiten von bis zu 7,2 km/h, was einer Flächenleistung von 4 ha/h entspricht, gefahren werden. In den Schauversuchen im Rahmen des Kurzprojektes wurde die Spritze an einem Fendt-Geräteträger 365 GT, bzw. 380 GTA Turbo angebaut.

Technische Daten

Abmessungen Länge x Breite x Höhe	3 Arbeitsmodule Transportmaße : 2,6 m x 2,8 m x 3,3 m Arbeitsmaße : 2,6 m x 6,6 m x 1,3 m Radabstand : 1,5 - 2 m
Düsenbalken	156 Präzisionsdüsen in einem Abstand von jeweils 4 cm
Gewicht	Fronttank : 450 kg (leer) und 1350 kg (voll) ARA : 1160 kg
Volumen der Fronttanks	600 Liter Frischwassertank + 300 Liter Spritzbrühetank
Arbeitsbreite	einstellbar bis 6,0 m
Reihenabstand in der Anbaukultur	Keine Einschränkungen bei den Reihenabständen
Fahrgeschwindigkeit	bis zu 7,2 km/h
Beschaffenheit der Räder	verfügbar für Grünland oder Anbaukulturen
Flächenleistung	4 ha/h, Tag & Nacht
Wirksamkeit	Reduktion des Produktmitteleinsatzes um bis zu 95% (abhängig von dem Unkrautdruck)
Anbindung am Traktor	Hydraulik : min. 100 bar Zapfwelle : 3 kW max. (4 PS) Energiebedarf
Säuberung der Düsen	Gemäß den geltenden Normen
Steuerung und Konfiguration	Über ein kabelloses Tablet
Kommunikation	Kurze (Wifi) oder lange (3G, 4G) Entfernung

Die Angaben dienen ausschließlich zu Informationszwecken und können ohne Vorankündigung geändert werden.

Abbildung 1: Technische Daten aus dem Produktdatenblatt ARA-Pflanzenschutzspritze Ecorobotix (2023)

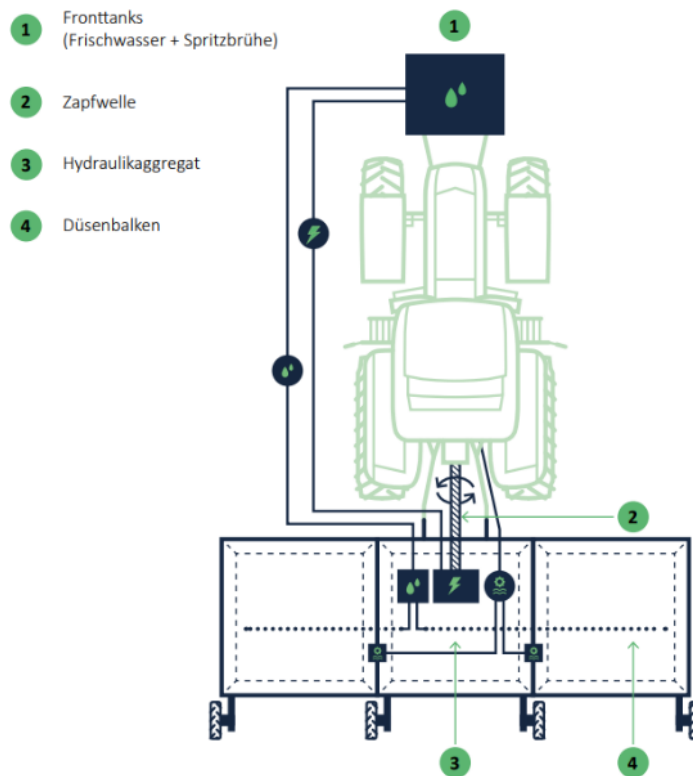


Abbildung 2: Schematischer Aufbau am Schlepper der ARA-Pflanzenschutzspritze (Produktdatenblatt ARA, Ecorobotix, 2023)

Applikationsmöglichkeiten mit ARA

Mit einer Arbeitsbreite von 6 m und einer Fahrgeschwindigkeit von bis zu 7 km/h erreicht ARA eine Flächenleistung von 4 ha/h.



Abbildung 3: Applikationsmöglichkeiten mit der ARA-Pflanzenschutzspritze (Produktdatenblatt ARA-Pflanzenschutzspritze, Ecorobotix, 2023)

Das Gerät bietet verschiedene Applikationsmöglichkeiten. So kann zum Beispiel nur auf die Beikräuter, mit oder ohne Schutzzone um die Kulturpflanze, nur auf die Kulturpflanze (Insektizide, Fungizide, Dünger), oder auf alles, ausser die Kulturpflanze (Bodenherbizide) appliziert werden. Zudem ist es möglich, Bandapplikationen durchzuführen und unabhängig von der Pflanzenart, verschiedene Pflanzengrößen (Zielgrößenerkennung im All-Green-Modus) individuell zu behandeln. Bisher sind Algorithmen für die Gemüsearten Salat, Chicorée, Zwiebel inklusive Durchwuchskartoffel, Spinat, Bohne, Ackerbaukulturen, wie Zuckerrübe inklusive Durchwuchskartoffel, Raps und Mais, sowie für spezielle Beikräuter (Distel, Ampfer, Zweikeimblättrige im Rasen) erarbeitet worden.

Im All-Green-Modus werden alle Pflanzen auf der Fläche behandelt. So ergibt sich die Möglichkeit auch Kulturpflanzen, für die noch kein Algorithmus erarbeitet wurde, in Einzelpflanzenbehandlung mit zum Beispiel Insektiziden/Fungiziden zu behandeln. Dabei sollte aber nicht zu viel Beikraut auf der jeweiligen Fläche vorhanden sein.

2.4 Spot-Spray-Technik und die daraus resultierenden Möglichkeiten im Gemüsebau

Im Feldgemüsebau in Bayern wird überwiegend mit konventioneller Pflanzenschutztechnik, das heißt mit Spritzgestängen mit Düsenabständen von 25 cm bis 50 cm gearbeitet. Es wird dabei flächig von oben in einem Abstand von 25 cm bis 50 cm zu den Kulturpflanzen behandelt. Die Spot-Spray-Technik bietet die nun Möglichkeit, nur Kulturpflanzen oder nur Beikrautpflanzen zu behandeln. Die Einzelpflanzenbehandlung von Kulturpflanzen, beispielsweise mit Fungiziden und Insektiziden, ermöglicht es, deutliche Einsparungen an Pflanzenschutzmitteln gegenüber flächiger Behandlung zu erzielen. Es ist davon auszugehen, dass bei den meisten Anwendungen ein ebenso guter Wirkungsgrad wie bei einer flächigen Behandlung zu erwarten ist. Ausnahmen können beispielsweise Anwendungen sein, welche auf bodenbürtige Erreger abzielen. Bei Maßnahmen zur Beikrautkontrolle besteht ebenfalls ein deutliches Einsparpotential. Zudem ergeben sich

neue Möglichkeiten, da die Verträglichkeit durch die Kulturpflanze nicht mehr im Vordergrund steht.

Konkrete Beispiele der Einzelpflanzenbehandlung aus dem Gemüsebau mit hohem Einsparpotential und Perspektiven in der Unkrautbekämpfung werden unter anderem in folgenden Anwendungen gesehen:

- ✓ Insektizidbehandlungen im Kohlanbau
- ✓ Fungizid und Insektizidbehandlung in Salaten
- ✓ Verträgliche und sparsame Unkrautbekämpfung in den meisten Hackfrüchten (Zwiebel, Kohl, Salate usw.)
- ✓ Bekämpfung von speziellen Beikräutern (zum Beispiel Distel, Kartoffeldurchwuchs oder Kreuzkraut mit gesundheitsschädlichen Pyrrolizidinalkaloiden in Heil- und Gewürzpflanzen)



Abbildung 4: Bereits im Keimblattstadium finden flächige Behandlungen mit Insektiziden im Kohlanbau statt, der Großteil der Spritzbrühe landet dabei auf blankem Boden



Abbildung 5: Kreuzkraut und Petersilie mit Schäden, in vielen Heil- und Gewürzpflanzenkulturen gibt es kaum kulturpflanzenverträgliche Bekämpfungsmöglichkeiten für Kreuzkraut

3 Ziele des Vorhabens

3.1 Die Ermittlung von Einsparpotential, Funktionalität, Effektivität und geeignete Strategien im Herbizideinsatz bei Speisezwiebeln

Der Algorithmus für die Speisezwiebelkultur der Firma Ecorobotix ist bereits ausgereift und in der Praxis erprobt. In der Speisezwiebelkultur erschwert eine sehr langsame Pflanzenentwicklung, eine oftmals geringe Verträglichkeit gegenüber Herbiziden, und der schlechte Bestandsschluss der Zwiebelpflanzen die Unkrautbekämpfung. Je nach Unkrautbesatz sind verschiedene Vorauflaufmaßnahmen und mehrere Nachauflaufmaßnahmen mit Kontakt- und Bodenherbiziden nötig. Durch den Wegfall von effektiven und relativ gut verträglichen Wirkstoffen wie Bromoxynil und Ioxynil wurde die Beikrautkontrolle im Nachauflauf nochmals schwieriger. In dem Kurzprojekt wurde der Fokus auf blattaktive Nachauflaufbehandlungen gelegt. Es sollte untersucht werden, welche Einsparpotentiale sich ergeben, und ob eine zufriedenstellende Wirkung durch die Einzelpflanzenbehandlung erreicht wird. Zudem wurde eine Ertragsermittlung durchgeführt, um herauszuarbeiten, ob eine kulturpflanzenchonende Einzelpflanzenbehandlung zu messbaren Mehrerträgen gegenüber einer flächigen Behandlung führt. In dem Kurzprojekt wurden hierzu drei Tastversuche bei zwei Anbaubetrieben angelegt. Ziel der Tastversuche

war die Erzielung erster Erkenntnisse, Tendenzen, praktische Eindrücke und Hinweise für weitere Folgeversuche.

3.2 Die Ermittlung von Einsparpotential, Funktionalität, Effektivität und geeignete Pflanzenschutzstrategien im Insektizid- und Fungizideinsatz bei Salaten und gesätem Kopfkohl

In **Salaten** wurden in verschiedenen Kulturstadien mehrmals Fungizide und Insektizide eingesetzt. Je nach Kulturstadium, bzw. Pflanzengröße wurde dabei mehr oder weniger Bodenfläche bedeckt. Hier sollte untersucht werden, welches Einsparpotential es bei verschiedenen Kulturstadien gibt. In der Beikrautkontrolle im Salat stehen aus Verträglichkeitsgründen keine blattaktiven Herbizide, die Überkopf ausgebracht werden können, zur Verfügung. Auf Problemflächen muss in der Praxis von Hand oder maschinell gehackt werden. Im Versuch wurde deshalb auch der Einsatz von Pelargonsäure, ein blattaktiver Herbizidwirkstoff natürlichen Ursprungs, getestet.

In der **Saatkultur von Kohl** kommt es oftmals bereits beim Aufgang der Kohlpflanzen zu einem Befall mit dem Kohlerdfloh. In der Praxis kann dies zu Totalausfällen führen, wenn nicht rechtzeitig reagiert wird. Dabei wird oft mehrmals flächig mit Insektiziden, auf sehr kleine Pflanzen mit weiten Abständen, also zum Großteil auf offenen Boden, appliziert. In der Pflanzkultur stellt eine zielgerichtete Jungpflanzenbehandlung mit dem Wirkstoff Cyantilaniliprole, einem in der Praxis bereits bewährten Anfangsschutz, für die Kulturen dar. Hier wäre es denkbar, dies mit Hilfe der Einzelpflanzenbehandlung (angepasste Konzentration und gegebenenfalls auch Nachbewässerung) auch bei der Saatkultur nachzuahmen. Diese Indikationen müssten bei gegebener Wirkung erst erarbeitet werden. Im Projekt wurde eine Einzelpflanzenbehandlung im Keimblattstadium durchgeführt, um ein mögliches Einsparpotential sowie den Wirkungsgrad zu ermitteln.

4 Versuchsansatz

4.1 Versuchsaufbau

4.1.1 Speisezwiebel

In der Kultur Speisezwiebel wurden drei Tastversuche auf verschiedenen Flächen in zwei Anbaubetrieben angelegt. Ein Betrieb mit zwei Versuchsflächen arbeitete dabei mit einer Spurbreite von 1,8 m und 6 Reihen, der andere Betrieb mit einer Versuchsfläche mit einer Spurbreite von 1,5 m und 4 Doppelreihen. Bei einer Spurbreite von 1,8 m wurde die ARA-Pflanzenschutzspritze auf eine Breite von drei Beeten, also 5,4 m eingestellt. Die Einstellung kann über Tablet und App variabel auf die Beetbreite angepasst werden. Bei der Spurbreite von 1,5 m wurden vier Beete behandelt. Die Länge der behandelten Flächen war 50 m. Es sollten auf allen drei Flächen die gleichen Varianten verglichen werden:

1. Chemische Praxismittel als Einzelpflanzenbehandlung
2. Pelargonsäure als Einzelpflanzenbehandlung
3. Chemische Praxismittel als Flächenbehandlung (Betriebsstandard)

Die genauen Behandlungsdaten sind aus den Tabellen 1-9 zu entnehmen. Als Kontrolle, um das gesamte Unkrautpotential darzustellen, wurden an den Versuchsenden je 3 m Anbaufläche unbehandelt (keine Nachauflauf-Behandlungen, Voraufbau wurde durchgeführt) auf der Breite der Einzelpflanzenbehandlung belassen.

Fläche 1:



Abbildung 6: Abstecken der Versuchsfläche 1 in Neusling, 1,8 m Beet mit 4 Doppelreihen je Beet, 18.04.2023

Tabelle 1: Flächendaten Neusling

Aussaat:	21.03.2023
Saatstärke:	3,0 Einheiten
Bodenart:	Sandiger Lehm, ca. 2 % Humus
Sorte:	Progression
Vorfrucht:	Wintergerste
Koordinaten:	B.: 48.698368, L.: 12.870016

Tabelle 2: Behandlungsdaten Neusling Spot-Spray-Technik

Termin	Einzelpflanzenbehandlung ohne Schutzzone (Aufwandmenge je ha) mit		Kultur- stadien	Wasser auf Einzelpfl. l/ha
	Praxismittel	Beloukha (Pelargonsäure)		
08.04.23	Stomp Aqua 3,5 l + Tomigan 200 0,2 l; flächig, betriebsüblich Voraufaufbehandlung vor Versuchsbeginn			
22.04.23	Lentagran WP 342 g+ Tomigan 200 222 ml (versehentlich zu viel ausgebracht, geplant wie 08.05.2022)	10 l	Bügel- Peitsche	342
08.05.23	Lentagran WP 200 g + Tomigan 200 130 ml	10 l	1. LB	200
22.05.23	Lentagran WP 200 g + Tomigan 200 150 ml + Bandur 0,2 l	10 l	2. LB	400/200
01.06.23	Boxer 1 l + Tomigan 200 0,5 l (Ackerschachtelhalm+Kartoffeldurchwuchs)	16 l	2.-3. LB	300
14.06.23	Boxer 1 l + Tomigan 200 0,5 l + Lentagran WP 0,5 kg + Bandur 0,5 l (Ackerschachtelhalm+Kartoffeldurchwuchs+Mischverunkrautung)	16 l	3.-4. LB	300
27.06.23	Tomigan 200 1 l + Lentagran WP 1 l + Bandur 1 kg (Mischverunkrautung groß)	16 l	4. LB	300

Tabelle 3: Behandlungsdaten Neusling Praxis flächig

Termin	Flächige Praxisbehandlungen (Aufwandmenge je ha)	Kulturstadien
08.04.2023	Stomp Aqua, Tomigan 200, Lentagran WP, Bandur – genaue Aufwandmengen usw. sind individuelle Betriebsstrategie und Betriebsknowhow und werden deshalb nicht veröffentlicht	VA*
23.04.2023		Bügel-Peitsche
03.05.2023		1. LB

* betriebsüblicher Vorauflaufbehandlung vor Versuchsbeginn

Fläche 2:



Abbildung 7: Versuchsfläche 2 Breitfeld, 1,8 m Beetbreite, 6 Reihen je Beet, 01.06.2023

Tabelle 4: Flächendaten Breitfeld

Aussaat:	23.03.2023
Saatstärke:	3,2 Einheiten
Bodenart:	Schluffiger Lehm, ca. 3 % Humus
Sorte:	Fasto
Vorfrucht:	Zuckerrübe
Koordinaten:	B.:48.739154, L.:12.893297

Tabelle 5: Behandlungsdaten Breitfeld Spot-Spray-Technik

Termin	Einzelpflanzenbehandlung ohne Schutzzone (Aufwandmenge je ha) mit		Kultur- stadien	Wasser auf Einzelpfl. l/ha
	Praxismittel	Beloukha (Pelargonsäure)		
06.04.23	Stomp Aqua 2,5 l, flächig betriebsübliche Voraufbehandlung vor Versuchsbeginn			
04.05.23	Lentagran WP 200 g + Tomigan 200 130 ml	10 l/ha	Bügel- Peitsche	200
07.06.23	Lentagran WP 500 g + Tomigan 200 500 ml + Lontrel 720 SG 100 g + Bandur 0,5 l/ha	16 l/ha	3. LB	300
20.06.23	Lentagran WP 1 kg + Lontrel 720 SG 300 g + Bandur 0,5 l	16 l/ha	4. LB	400
28.06.23	Spectrum 0,4 l flächig		4. LB	--

Tabelle 6: Behandlungsdaten Breitfeld Praxis flächig

Termin	Flächige Praxisbehandlungen (Aufwandmenge je ha) mit	Kulturstadien
06.04.2023	Stomp Aqua, Tomigan 200, Lentagran WP, Spectrum, Bandur, Agil-S, Lontrel 720 SG – genaue Aufwandmengen usw. sind individuelle Betriebsstrategie und Betriebsknowhow und werden deshalb nicht veröffentlicht	VA*
20.05.2023		1. LB
02.06.2023		2.-3. LB
10.06.2023		3. LB
14.06.2023		3. LB
17.06.2023		3.-4. LB
28.06.2023		4. LB

* betriebsüblicher Voraufbehandlung vor Versuchsbeginn

Fläche 3:



Abbildung 8: Versuchsfläche Breitfeld Mulchsaat, 1,8 m Beetbreite, 6 Reihen je Beet, 01.06.2023

Tabelle 7: Flächendaten Breitfeld Mulchsaat

Aussaat:	07.04.2023
Saatstärke:	3.2 Einheiten
Bodenart:	Schluffiger Lehm ca. 3 % Humus
Sorte:	Red Tide
Vorfrucht:	Winterweizen, Mulchsaat gestreut 18 kg/ha Senf + Leindotter, Scheibenegge, zur Saat Kreiselegge (sehr flach) Februar
Koordinaten:	B.: 48.741404, L.: 12.884032

Tabelle 8: Behandlungsdaten Spot-Spray-Technik

Termin	Einzelpflanzenbehandlung ohne Schutzzone (Aufwandmenge je ha) mit		Kultur- stadien	Wasser auf Einzelpfl. l/ha
	Praxismittel	Beloukha (Pelargonsäure)		
20.03.24	Totalherbizid zur Bekämpfung von Altverunkrautung in mulchbetriebsübliche Vorsaatbehandlung vor Versuchsbeginn			
22.04.23	Stomp Aqua 2,5 l + Tomigan 200 0,15 l flächig VA			
04.05.23	Lentagran WP 200 g + Tomigan 200 130 ml	10 l/ha	Bügel-Peitsche	200
22.05.23	Lenta. WP 200 g + Tomig. 200 150 ml + Bandur 0,2 l	10 l/ha	1.-2. LB	200
07.06.23	Lentagran WP 500 g + Tomigan 200 500 ml + Lontrel 720 SG 100 g + Bandur 0,5 l/ha	16 l/ha	3. LB	300
20.06.23	Lenta. WP 1 kg + Lontrel. 720 SG 300 g + Bandur 0,5 l	16 l/ha	4. LB	400
28.06.23	Spectrum 0,4 l flächig		4. LB	--

Tabelle 9: Behandlungsdaten Praxis flächig

Termin	Flächige Praxisbehandlungen (Aufwandmenge je ha) mit	Kulturstadien
20.03.2023	Totalherbizid zur Bekämpfung von Altverunkrautung in Mulch, betriebsübliche Vorsaatbehandlung vor Versuchsbeginn	vor Saat*
22.04.2023	Stomp Aqua, Tomigan 200, Lentagran WP, Spectrum, Bandur, Agil-S, Lontrel 720 SG – genaue Aufwandmengen usw. sind individuelle Betriebsstrategie und Betriebsknowhow und werden deshalb nicht veröffentlicht	VA*
20.05.2023		1. LB
02.06.2023		2.-3. LB
10.06.2023		3. LB
14.06.2023		3. LB
17.06.2023		3.-4. LB
28.06.2023		4. LB

* betriebsüblicher vor Versuchsbeginn

Bonituren auf Fläche 1-3:

Nach jeder Behandlung wurden Bonituren zu der Wirkung der Behandlung vorgenommen. Hierzu wurden jeweils 10 Einzelbeikräuter je Behandlung und Variante markiert und vor der nächsten Behandlung der Bekämpfungserfolg festgehalten. Der Bekämpfungserfolg wurde für jedes einzelne Beikraut als Wirkung in %, basierend auf einer Schätzung wieviel Blattfläche je Beikraut vernichtet wurde, bewertet.

Nach Abschluss der blattaktiven Nachauflaufbehandlungen wurden je Variante 4 Boniturparzellen eingerichtet (je 1,5 m bzw. 1,8 m x 5 m Länge) auf denen Unkrautwirkung im Vergleich zum Bedeckungsgrad der unbehandelten Kontrolle bonitiert wurde. Diese 4 Parzellen je Variante wurden auf den Flächen zufällig verteilt ausgewählt („Stockwurfmethode“).



Abbildung 9: Behandlung 14.06.2024 (B=Beloukha)



Abbildung 10: Wirkung 19.06.2024 mit 50 % bewertet



Abbildung 11: Behandlung 19.06.2024 (P=Praxismittel)



Abbildung 12: Wirkung 26.06. mit 100 % bewertet



Abbildung 13: Bonitur- und Ernteparzelle auf Fläche 1, vor und nach der Parzelle wurden Zwiebel entfernt, um für die Ernte eine klare Abgrenzung zu haben.

Ertragsermittlung auf Flächen 1-3:

Um die Erträge zu ermitteln, wurden die angelegten Boniturparzellen einzeln beerntet. Die eingelagerten Zwiebeln wurden später in drei Größeneinheiten, bis 40 mm, 40-60 mm und größer 60 mm sortiert und abgewogen.



Abbildung 14: Die Ernteparzellen konnten maschinell sauber getrennt geerntet werden. Nach Erreichen der Freiflächen vor der nächsten Ernteparzelle – lief der Roder vorab leer.



Abbildung 15: Erntekisten der Zwiebel nach Rodung auf Fläche 2

Testlauf Distelbehandlungen:

Behandlungen gegen „Problembeikräuter“ lassen sehr hohe Einsparpotentiale vermuten. Die Ackerkratzdistel kommt auf vielen Zwiebelflächen vor. Spezielle Behandlungen werden in der Praxis ab 15-25 cm Pflanzhöhe flächig oder auf Nestern appliziert. Im Schauversuch wurde auf zwei Flächen getestet, welches Einsparpotential gegenüber flächigen Behandlungen erzielt werden kann und wie die Wirkung ist. Dabei wurde mit dem auf die Distel spezialisierten Wirkstoff Clopyralid gearbeitet.

- **Behandlungsdaten Fläche 1 in Ottmaring:**

26.05.2023: 4,8 ha Fläche, Lontrel 720 SG 160 g/ha + Hasten 1l/ha in 300 l Wasser, Zwiebel 2-3 LB, Distel 20-50 cm hoch, Spritzbalken wurde manuelle auf ca. 50 cm Höhe über der Oberfläche gefahren, Distel relativ flächig verteilt – ganze Fläche zur Einzelpflanzenbehandlung abgefahren

- **Behandlungsdaten Fläche 2 in Breitfeld:**

26.05.23: ca. 1 ha Fläche, Lontrel 720 SG 160 g/ha + Hasten 1 l/ha in 500 l Wasser, Zwiebel 2-3 LB, Distel 20-50 cm hoch, Spritzbalken wurde manuell auf ca. 50 cm Höhe gefahren, Distelbehandlung in Randbereich mit hohem Distelbesatz



Abbildung 16: Distelbehandlung am Feld Ottmaring



Abbildung 17: Distelpflanzen am Feld Ottmaring

4.1.2 Salate

In der Salatkultur wurde getestet, wie zuverlässig die Spot-Spray-Technik funktioniert. Ein besonderes Augenmerk wurde auf mögliche Einsparpotentiale bei Einzelpflanzenbehandlungen mit beispielsweise Insektiziden/Fungiziden gelegt. Dazu wurden bei drei Salatsätzen mit unterschiedlichen Kulturpflanzenstadien Spot-Spray-Behandlungen der Salatpflanzen durchgeführt. Die drei Versuchsflächen lagen im niederbayerischen Vilstal in der Gemeinde Reisbach auf sandigen Lehmböden. Als Zielaufwandmenge wurden 400 l/ha, welche dann nur über den Salatpflanzen appliziert wurden, gewählt. Dabei wurde erfasst, wie hoch der tatsächliche Spritzbrüheverbrauch bei der Einzelpflanzenbehandlung war und in Relation zu den 400 l/ha gesetzt.

Untersuchte Stadien grüne Salate:

- Satz 1 – frisch gepflanzt: 3-4 Laubblätter, (Lollo grün 30 x 35 cm)
- Satz 2 – 2.-3. Kulturwoche: 8-9 Laubblätter (Lollo grün 30 x 35 cm)
- Satz 3 – Mitte bis Ende der Kultur: beginnende Kopfbildung - 20 % Kopfdurchmesser (Kopfsalat, 30 x 35 cm)



Abbildung 18: Satz 1 frisch gepflanzt (3.-4. Laubblatt), da sich beim Testlauf herausstellte, dass bei roten Salaten keine vollständige Erkennung durch die ARA-Pflanzenschutzspritze erfolgte. Deshalb wurden zur Ermittlung des Einsparpotentials nur grüne Sorten verwendet.



Abbildung 19: Satz 2 in der 2.-3. Kulturwoche –in diesem Stadium fanden intensive Pflanzenschutz-Maßnahmen statt



Abbildung 20: Satz 3 im mittleren – späten Kulturstadium – in diesem Stadium fanden die letzten Pflanzenschutz-Maßnahmen statt

In Salaten gibt es im Nachauflauf keine ausgewiesenen und verträglichen Möglichkeiten, mittels blattaktiver Maßnahmen, Beikraut zu bekämpfen. Praktisch müssen bereits aufgelaufene Unkräuter mechanisch oder von Hand beseitigt werden. Im 2. Satz wurde deshalb eine Herbizidanwendung mit und ohne Schutzzone mit Wasser simuliert und die Benetzung beobachtet sowie der Verbrauch ermittelt.



Abbildung 21: Bereits Aufgelaufene Unkräuter zwischen den Salatpflanzen wurden mit der Spot-Spray-Technik im Nachauflauf behandelt

4.1.3 Kopfkohl

Vor allem im gesäten Kopfkohl sind, verursacht vor allem durch das Auftreten von Kohlerdflohen, sehr häufig sehr frühe und mehrmalige Insektizid-Behandlungen erforderlich. Bereits im frühem Keimblattstadium kann es andernfalls sein, dass Bestände bis zum Totalausfall geschädigt werden. Dabei ist in diesem Stadium nur ein sehr geringer Flächenanteil auch mit Kohlpflanzen bewachsen. Bei Industriekohl beträgt die Standweite z.B. 50 - 60 cm x 50 – 60 cm Der Großteil des Insektizids wird somit ungenutzt auf dem blanken Boden appliziert. Es wurde untersucht, welches Einsparpotential bei einer Einzelpflanzenbehandlung gegenüber einer flächigen Behandlung vorhanden war.

Bei Kohl-Pflanzkulturen ist eine Angießbehandlung mit dem Wirkstoff Cyantraniliprole, relativ hoch konzentriert, mit Nachgießen, möglich. In Versuchen und in der Praxis hat sich hier eine gute Wirkung gezeigt. Im Projekt sollte geprüft werden, ob sich eine solche Wirkung auf eine Saatkultur mit Hilfe der Spot-Spray-Technik übertragen lässt. Dazu wurde eine Behandlung in Kopfkohl mit einer hohen Wirkstoffkonzentration im Keimblattstadium gefahren (Prüfung nur zu Versuchszwecken, keine Zulassung für den Anbau!). Die Versuchsparzelle mit 6 x ca. 20 m wurde direkt neben dem vom AELF Deggendorf Straubing durchgeführten Exaktversuch mit einer unbehandelten Kontrolle, Beizvariante und zwei Spritzvarianten angelegt. So stand für den Vergleich auch eine unbehandelte Kontrollparzelle zur Verfügung. Um möglichst viel Spritzbrühe an die Einzelpflanzen zu bekommen, wurde eine Benetzung, die einer flächigen Aufwandmenge von 2000 l/ha entspricht, gewählt.

Dabei hängt die tatsächliche Ausbringmenge bei der Einzelpflanzenbehandlung der Kohlkeimlinge von der aktuellen Pflanzengröße ab. Da hierzu keine Erfahrungswerte vorlagen, konnte hier nur grob geschätzt werden, wie viel Spritzbrühe tatsächlich verbraucht wird und wie die Konzentration anzusetzen ist.

Im Versuch wurde mit einem Verhältnis von 45 g Minecto One, einem Insektizid mit dem Wirkstoff Cyantraniliprole, in 20 l Wasser behandelt. Die Flächenaufwandmenge von Minecto One beträgt 187,5 g/ha. Im Vergleich zur Flächenbehandlung wurde also mit einer deutlich höheren Konzentration gearbeitet. Da noch kein fertiger Algorithmus für Kopfkohl vorhanden ist, wurde mit der Funktion „All Green“ bei 4 bar Druck und mit einer Geschwindigkeit von 2 km/h gearbeitet.

Tabelle 10: Behandlungsdaten Kohlkeimlinge Erdflöhen

Termin	Einzelpflanzenbehandlung auf Kohlkeimlinge	BBCH-Code
22.05.2023	Minecto One 45 g in 20 l Wasser mit Benetzung wie 2000l Wasser/ha	KB



Abbildung 22: Die ARA-Pflanzenschutzspritze im Einsatz auf der Kohlversuchsfläche. Die Kulturpflanzen waren im Keimlingsstadium und es war fast nur blanker Boden zu sehen. In diesem Stadium besteht große Gefahr durch Totalschäden durch Kohlerdföhe und es wird sehr häufig flächig behandelt



Abbildung 23: Um den Wirkstoff noch besser in den Wurzelraum zu bekommen wurde in den Pflanzreihen mit Gießkannen nachgegossen, die Wassermenge entsprach dabei rund 3 – 5 mm/m²

5 Ergebnisse und Diskussion

5.1 Speisezwiebel, Herbizideinsatz

5.1.1 Effektivität und Funktionalität

Versuchsfläche 1 Neusling:

Auf der Versuchsfläche in Neusling kam es zu Versuchsbeginn zu mehreren Starkregenereignissen. Verschlammung und Kälte führten zu einem verzögerten und lückigen Aufgang.



Abbildung 24: Starkregen in Neusling am 02.05.2023. Hinten links befinden sich die Versuchspartzellen

Am 24.04.2023 waren bei den Zwiebeln im Peitschenstadium bereits Beikräuter im Keimblattstadium sichtbar. In der Praxis wird Beikraut nach Möglichkeit bereits im sehr frühen Stadium behandelt. Es wird versucht das Beikraut mit geringem, aber verträglichen Aufwandsmengen zu behandeln, bevor es zu groß wird. So wurde auch eine Behandlung mit geringen Mengen als Einzelpflanzenbehandlung gestartet. Die noch sehr kleinen Keimblattbeikräuter wurden dabei, soweit es optisch zu erkennen war, gut erkannt und benetzt (siehe Abbildung 25). Auch die zweite Einzelpflanzenbehandlung erfolgte mit praxisüblichen kleinen Mengen, wobei hier das Beikraut schon etwas größer (Keimblatt war voll ausgeprägt und erste Laubblätter spitzten schon) war. Bei der anschließenden optischen Bonitur wurde der Wirkungsgrad über alle Beikrautarten (im kleinen Stadium war noch keine sichere Artbestimmung der Unkräuter möglich) geschätzt. Da der Bestand durch Starkregen und Kälte stark gestresst war, hatte der Praxisbetrieb beschlossen, auf der Vergleichsfläche im Praxisbestand keine weiteren vermeintlich schlecht verträglichen Herbizidmaßnahmen mehr durchzuführen. Hier wurde der Bestand mit einer Handhacke bereinigt. Dabei war der

Erfolg nach der ersten Einzelpflanzenbehandlung als gut (siehe Diagramm 1) einzustufen. Dabei war der Erfolg nach der ersten Einzelpflanzenbehandlung als gut (siehe Diagramm 1) einzustufen und bei der Zweiten (Unkräuter für Kleinstmengen Herbizidapplikation schon etwas zu groß) etwas nachlassend.



Abbildung 25: Beikraut im Keimblattstadium neben Zwiebel, im Bügelstadium wurde bei der ersten Behandlung gut benetzt



Abbildung 26: Bekämpfungserfolg am 08.05.2023 ist gut zu erkennen, abgebranntes Keimblattunkraut

Im weiteren Verlauf (nach Behandlungen 3 bis 6) wurden nach jeder Applikation mit der ARA-Pflanzenschutzspritze einzelne Beikräuter bestimmt und markiert, sowie jeweils der Bekämpfungserfolg vor dem nächsten Termin festgehalten. Insgesamt kam es auf dieser Fläche zu einem sehr hohen Beikrautauflkommen mit Franzosenkraut, Floh- und Windenknöterich, Kartoffeldurchwuchs, Distel, Ackerschachtelhalm, Weißem Gänsefuß, Kamille und dreiteiligem Zweizahn.

Wirkung nach jeweiliger Behandlung

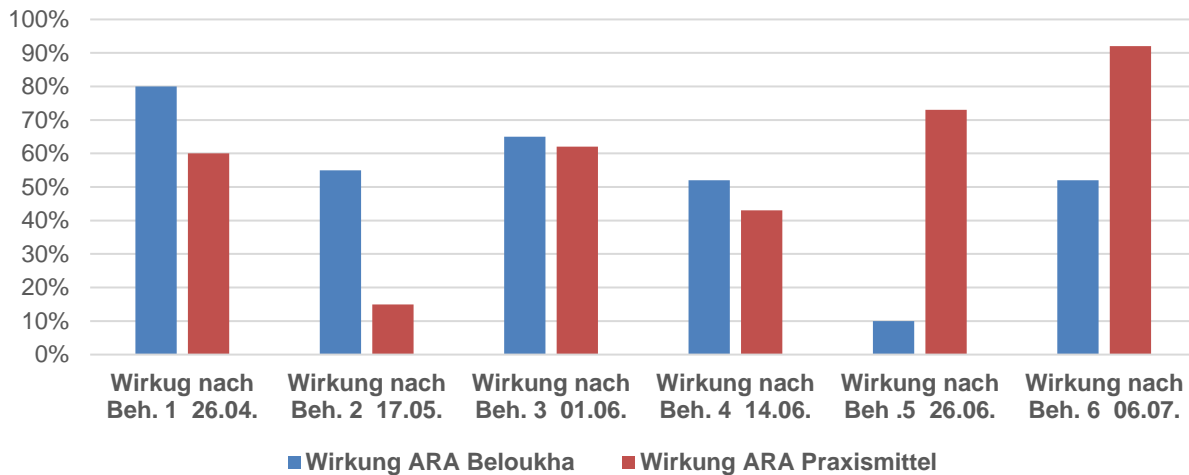


Diagramm 1: Wirkung nach der jeweiligen Behandlung (nach Beh. 1-2: Wirkung insg. abgeschätzt, nach Beh. 3-6, jeweils 10 Unkräuter markiert, bestimmt und Wirkung bonitiert – hier Durchschnitt angegeben)

Markierte Unkräuter in den Varianten nicht gleiches Stadium und Art –nur bedingt aussagekräftig!

Beim Bekämpfungserfolg zeigte sich, dass Pelargonsäure (Produkt: Beloukha) bei den ersten Terminen den chemischen Herbizidanwendungen in geringer Konzentration, welche in der Praxis üblich sind, überlegen waren. Hier wurden mit Beloukha deutlich bessere Abtrenneffekte (siehe Diagramm 1, blaue Säule) erzielt. Obwohl nicht mit Schutzzonen um die Kulturpflanzen gearbeitet wurde, konnten kaum phytotoxische Effekte an der Kultur erkannt werden. Im weiteren Verlauf wurde deshalb dazu übergegangen, höhere Aufwandmengen (Konzentrationen) der Praxismittel einzusetzen. Es wurden auch spezielle Mischungen in Abstimmung auf die Beikrautarten angewendet. Dabei konnten bei den späteren Behandlungen die Wirkung der Praxismischungen wesentlich mehr überzeugen. Schon größere Beikräuter konnten mit Pelargonsäure nicht mehr zur Gänze behandelt werden. Schon größeres Beikraut kann mit Pelargonsäure nicht mehr zur Gänze behandelt werden, da für die Bekämpfung eine vollständige Benetzung erforderlich ist und es bei größerem Unkraut häufig zur Abschirmung der unteren Blätter kommt. Behandlungsabstände, wie auf dieser Fläche von rund 14 Tagen, sind für die vollständige Bekämpfung der Beikräuter mit Pelargonsäure nicht ausreichend. Hier sollte in einem engeren Turnus immer unmittelbar auf Kleinstbeikraut appliziert werden. So wäre eine erfolgreiche, vollständige Beikrautkontrolle mit Pelargonsäure als Einzelpflanzenbehandlung im Speisezweibelanbau durchaus realistisch. Mit den Spezialmischungen aus Praxismitteln konnten auch gute Effekte auf größere Beikräuter wie Weißer Gänsefuß, Flohknöterich oder auch Kartoffeldurchwuchs und Ackerschachtelhalm erzielt werden.

Abschlussbonitur Unkrautdeckung und Wirkung am 06.07.2023

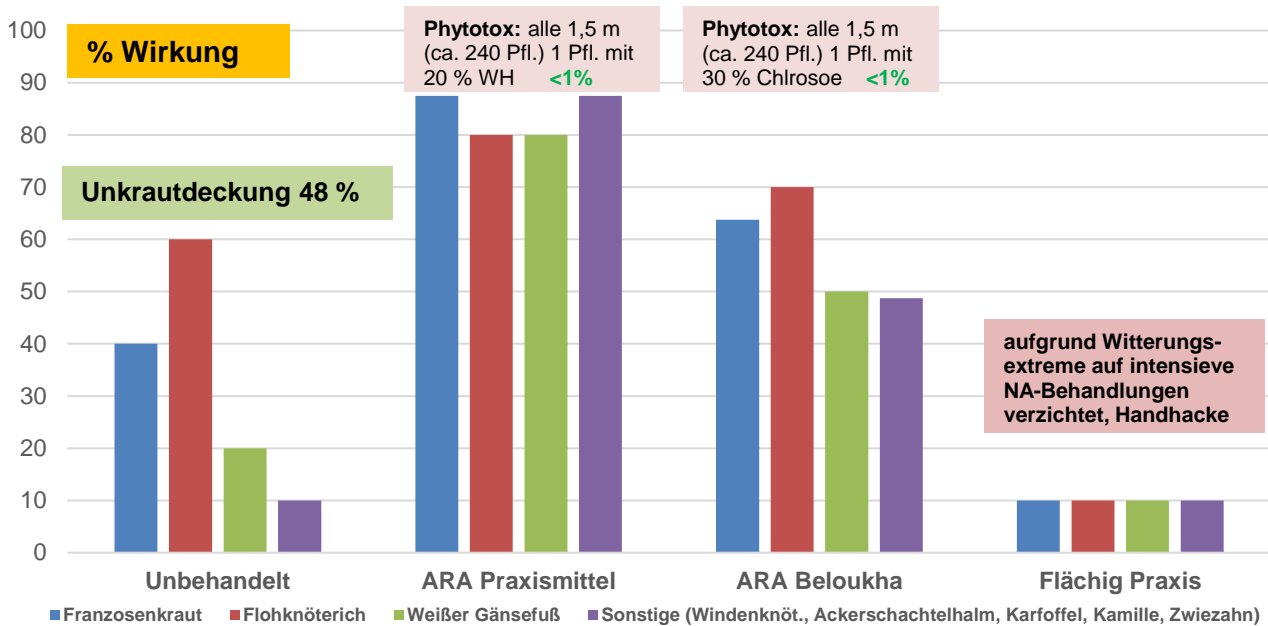


Diagramm 2: Abschlussbonitur Unkrautwirkung der jeweils Varianten (aus den behandelten Flächen je 4 zufällig verteilte Parzellen mit 1,5 x 5 m bonitiert, unbehandelt: 12 x 3 m)

Im Gesamtergebnis ließ sich durch die Einzelpflanzenbehandlung mit chemischen Praxismischungen ein gutes Ergebnis erzielen, vor allem die letzten drei Anwendungen mit Praxismittel konnten schon großes Beikraut und problematische Arten wie Kartoffel oder auch Ackerschachtelhalm relativ gut bekämpfen. Mit dem Pelargonsäureprodukt Beloukha konnte das Beikraut nur im kleinen Wuchsstadium vollständig bekämpft werden. Im späteren Verlauf war der Bekämpfungserfolg als unzureichend einzuschätzen. Insgesamt waren die phytotoxischen Effekte auf die Kulturpflanzen als sehr gering einzuschätzen und zu vernachlässigen. Bei der Einzelpflanzenbehandlung mit der ARA-Pflanzenschutzspritze ohne Schutzzone um die Kulturpflanze wurden nur sehr vereinzelt Kulturpflanzen getroffen und auch nur teilweise benetzt. Auf der Praxisvergleichsfläche wurde auf eine intensive Nachauflaufbehandlung verzichtet, da der Bestand bereits durch das extreme Wetter stark beeinträchtigt war. Der Bekämpfungserfolg spiegelt sich auch in den Arbeitszeiten wider, die für die Handhacke (20.07.2023) aufgebracht wurden:

- ARA Praxismittel: 8 Stunden/ha
- ARA Beloukha: 16,5 Stunden/ha
- Flächig Praxis: 100 Stunden/ha



Abbildung 27: Wirkung des 4er-Mix vom 14.06.2023, am 25.06.2023 fotografiert und bonitiert



Abbildung 28: Wirkung Beloukha Applikation vom 14.06.2023 am 26.06.2023 bonitiert und fotografiert. Größere Beikräuter (hier Weißer Gänsefuß) waren durch Pelargonsäure nicht ausreichend bekämpfbar (Abschirmeffekt)



Abbildung 29: Franzosenkraut (KB) am 22.05.2023 zum Zeitpunkt der Pflanzenschutzmaßnahme



Abbildung 30: Franzosenkraut acht Tage nach der Pflanzenschutzmaßnahme, am 01.06.2023. Im Keimblattstadium lassen sich Beikräuter bei passender Witterung sehr gut mit Pelargonsäure bekämpfen



Abbildung 31: Auch größerer Flohknöterich konnte mit den „scharfen Praxismischungen“ noch gut und kulturschonend in der Einzelpflanzenbehandlung bekämpft werden



Abbildung 32: Kontrollparzelle (nur Vorauflauf behandelt vor Versuchsbeginn) mit Flohknöterich, Franzosenkraut und weißer Gänsefuß am 06.07.2023

Kritische Anmerkung zur Kontrolle:

Als Kontrolle wurde ein Streifen von 3 x 12 m hinter den behandelten Großparzellen belassen, welcher nur mit der flächigen Vorauflauf-Behandlung mitbehandelt wurde. Bei den praktischen Behandlungen mit dem ARA kam es vor, dass nicht punktgenau gestoppt wurde und so auch teilweise in die Kontrollparzelle hinein behandelt wurde.



Abbildung 33: Die mit „ARA-Praxismittel“ behandelte Parzelle wurde am 06.07.2023 bewertet. Der Zustand wurde als weitestgehend beikrautfrei bonitiert. Gräser wurden nicht extra behandelt und bonitiert.



Abbildung 34: Die mit Pelargonsäure behandelte Parzelle, appliziert durch die ARA-Pflanzenschutzspritze; zeigte vereinzelt nicht ausreichend bekämpfte Restbeikräuter am 06.07.2023



Abbildung 35: Die Parzelle mit reduzierter flächiger Praxisbehandlung zeigte am 06.07.2023 starke Verunkrautung

Versuchsfläche 2 Breitfeld:

Auf der zweiten Versuchsfläche am Standort Breitfeld kam es ebenfalls zu starken Regenereignissen während der frühen Zwiebelentwicklung. Diese fielen allerdings nicht so heftig aus wie am Standort Neussling auf Fläche 1. Der Boden hatte hier einen niedrigeren Weißlehmanteil und höheren Humusgehalt. Dies führte zu einer geringeren Verschlammung. Der Aufgang war aufgrund des kühlen Wetters, etwas verzögert, aber als vollständig zu beurteilen.



*Abbildung 36: Versuchsfläche 2 im ersten Laubblattstadium am 17.05.2023.
Die frühe Zwiebelentwicklung war langsam aber mit vollständigem Aufgang*

Wie auch bei flächigen Praxisbehandlungen üblich, wurde mit der Einzelpflanzenbehandlung begonnen als bereits erste Beikräuter im Keimblatt sichtbar waren. Es stellte sich aber heraus, dass die Fläche wie im Zwiebelanbau gewünscht insgesamt relativ unkrautarm war. Eine zweite Behandlung wurde deshalb erst mit großem Abstand vorgenommen, als der Unkrautwuchs zunahm.

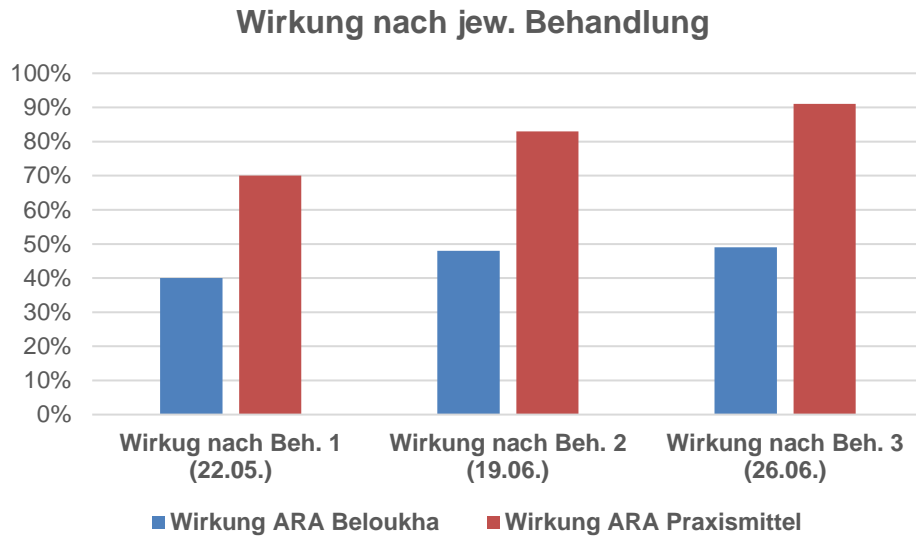


Diagramm 3: Wirkungsgrad nach der jeweiligen Behandlung (nach Behandlung 1: je fünf Unkräuter markiert und bonitiert., nach Behandlung 2 und 3: je 10 Unkräuter markiert und Wirkung bonitiert – hier Durchschnitt angegeben)

Markierte Unkräuter in den Varianten nicht gleiches Stadium und Art –nur bedingt aussagekräftig!



Abbildung 37: Vereinzelt auftretender Zweizahn konnte auch in größerem Wachstumsstadium noch gut mit Praxismitteln bekämpft werden.

Anders als auf Versuchsfläche 1 zeigte sich bereits bei den ersten Behandlungen eine schlechtere Wirkung von Pelargonsäure. Ein Grund dafür, könnte im auftretenden Beikrautpektrum zu suchen sein. Dieses setzte sich anfangs aus schon im Keimblatt behaarten Pflanzen (schwarzer Nachtschatten) und aus Wurzelunkräutern (Ackerwinde) zusammen. Die langen Abstände zwischen den Behandlungen hatten auch hier zur Folge, dass im weiteren Verlauf die Wirkung von Pelargonsäure aufgrund des „Abschirmeffektes“, bzw. der bei größeren Unkräutern schlechteren Benetzung deutlich schlechter war als bei Einzelpflanzenbehandlung mit Praxismitteln. Engere Spritzabstände könnten Abhilfe schaffen.

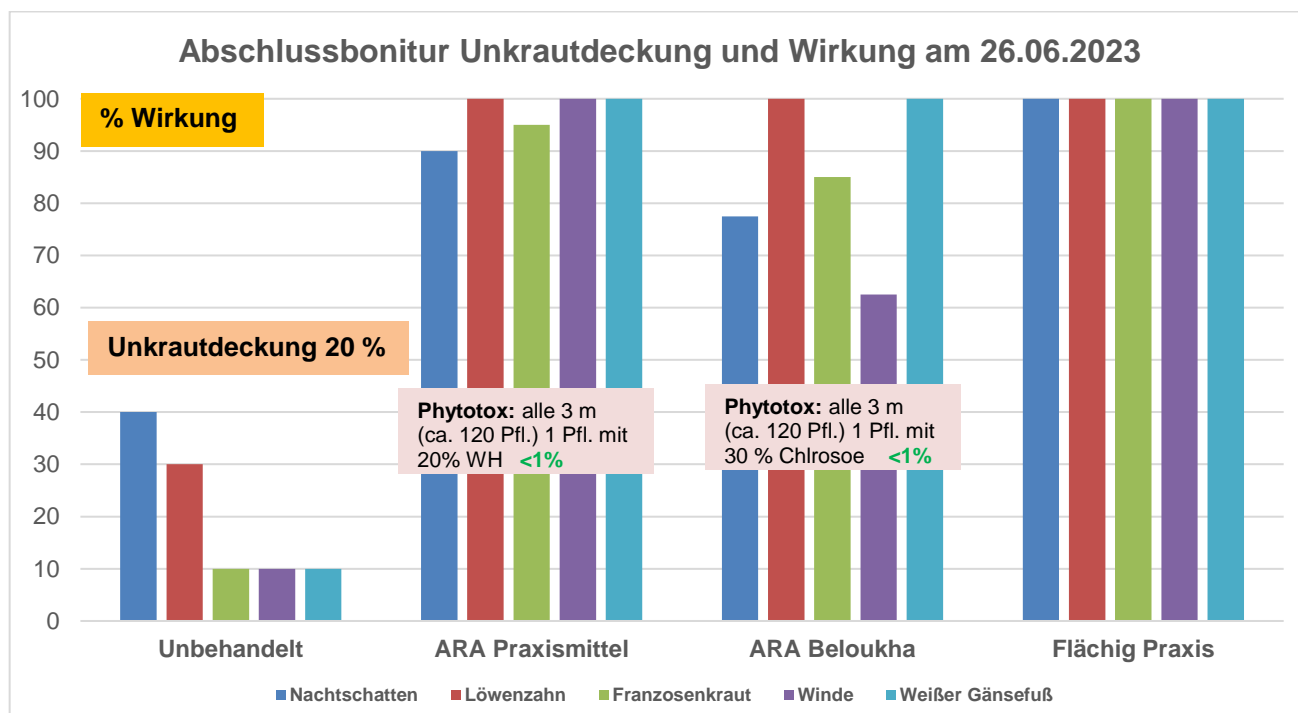


Diagramm4: Abschlussbonitur Unkrautwirkung der jeweiligen Varianten (aus den behandelten Flächen je 4 zufällig verteilte Parzellen mit 1,8 x5 m bonitiert, unbehandelt: 10,8 x 3 m)

Kritische Anmerkung zur Kontrolle:

Als Kontrolle wurde ein Streifen von 3 x 12 m hinter den behandelten Großparzellen belassen, welcher nur mit der flächigen Vorauflauf-Behandlung mitbehandelt wurde. Bei den praktischen Behandlungen mit dem ARA-Pflanzenschutzspritze kam es vor, dass nicht punktgenau gestoppt wurde und so auch teilweise in die Kontrollparzelle hinein appliziert wurde.

Insgesamt wurde vor allem bei der Einzelpflanzenbehandlung mit Praxismitteln ein gutes Ergebnis erzielt. Bei der Einzelpflanzenbehandlung mit Beloukha wurden bei Nachtschatten, Franzosenkraut und Ackerwinde Schwächen deutlich. Hier sollten engere Behandlungsabstände angesetzt werden, um das Unkraut in kleinem Stadium sicher zu erfassen.

Übrig gebliebene größere Unkräuter wurden Ende Juli noch von Hand entfernt. Auf dieser Praxisfläche wurde anders als auf Fläche 1 auch eine relativ intensive Spätversiegelung mit Spectrum und Bandur durchgeführt. Auf den Flächen mit Einzelpflanzenbehandlungen kam nur noch eine letzte Teilgabe von Spectrum zur Anwendung. Dies hatte zur Folge, dass sich auch noch eine gewisse **Spätverunkrautung** auf der Fläche zeigte. Auf dem Teilstück, welches nur mit Pelargonsäure als Einzelpflanzenbehandlung behandelt wurde, war eine Spätverunkrautung erkennbar stärker ausgeprägt als in der Variante

Einzelpflanzenbehandlung mit Praxismitteln. Bei der Praxisfläche wurde die Spätverunkrautung als gering eingeschätzt.



Abbildung 38: Spätverunkrautung am 17.08.2023 (bestehend aus 60 % Weißer Gänsefuß und je 10 % schwarzer Nachtschatten, Löwenzahn, Ackerwinde), links: Einzelpflanzenbehandlung mit Praxismitteln, rechts: Einzelpflanzenbehandlung mit Pelargonsäure, im Vordergrund: Praxisbestand ohne Spätverunkrautung

Versuchsfläche 3 Breitfeld Mulchsaat:

Die dritte Versuchsfläche war ein in Mulchsaat gesäter Bestand mit roten Zwiebeln. Die Fläche wurde vor der Saat und vor Versuchsbeginn mittels eines Totalherbizides von Beikraut befreit. Im Vergleich zu Fläche 2, welche sich in unmittelbarer Nachbarschaft befand, war die Jugendentwicklung hier etwas schneller. Ähnlich wie bei Fläche 2 war die frühe Entwicklung durch ungünstige Witterungsverhältnisse negativ beeinflusst. Der Aufgang war aber letztendlich sehr gut und die Bestandesdichte vollständig.



Abbildung 39: Versuchsfläche 3 im 1. Laubblattstadium am 17.05.2023, trotz rund 2 Wochen späterer Saat war das Zwiebelstadium an diesem Termin vergleichbar mit der Versuchsfläche 2

Hier wurde ebenfalls mit der Einzelpflanzenbehandlung begonnen, sobald Keimblätter der Beikräuter sichtbar waren. Die ersten beiden Nachauflauf-Behandlungen am 04.05.2023 und 22.05.2023 erfolgten ebenfalls als Einzelpflanzenbehandlung mit der ARA-Pflanzenschutzspritze mit den praxisüblichen geringen Mengen. Die beiden folgenden Behandlungen wurden dann auf die Problemunkräuter Hundspetersilie und Kamille sowie Mischverunkrautung angepasst und in höheren Konzentrationen angewendet.

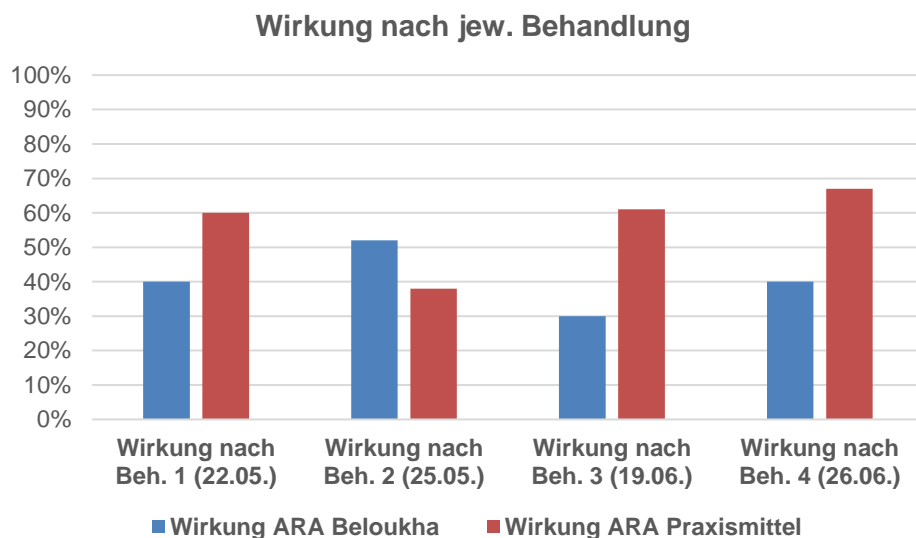


Diagramm 5: Wirkung nach der jeweiligen Behandlung (nach Behandlung 1: je 5 Unkräuter markiert und bonitiert. 2-4, jeweils 10 Beikräuter markiert und Wirkung bonitiert – hier Durchschnitt angegeben)

Markierte Unkräuter in den Varianten nicht gleiches Stadium und Art –nur bedingt aussagekräftig!

Auch hier wird deutlich, dass je größer die Beikräuter werden, die Wirkung der Pelargonsäure nachlässt. Angepasste und relativ hoch konzentrierte Mischungen an Praxismitteln, konnten teilweise auch noch große Beikräuter gut bekämpfen. Auf dieser Fläche befanden sich mit Hundspetersilie und Kamille aber problematische Arten, die auch mit hoch dosierten Praxismischungen in fortgeschrittenem Entwicklungsstadium nicht mehr ausreichend bekämpft werden konnten. So wurden auch bei den letzten Behandlungen mit sehr hoch dosierten und speziell abgestimmten Wirkstoffmengen nur ein Wirkungsgrad von unter 70 % erreicht. Dabei sollte beachtet werden, dass hier die Wirkung der einzelnen Behandlung am einzelnen markierten Beikraut bonitiert wurde. Im Gegensatz dazu wurde im Rahmen der folgende Abschlussbonitur die Wirkung aller Behandlungsmaßnahmen zusammen bewertet.

Abschlussbonitur Unkrautdeckung und Wirkung am 26.06.2023

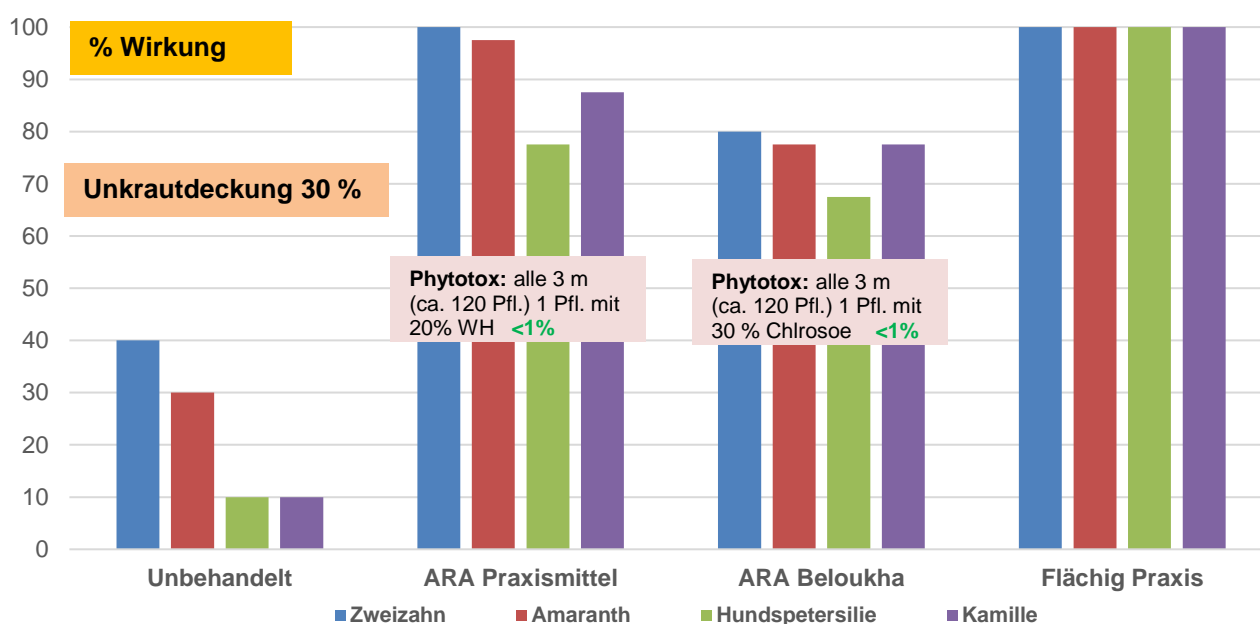


Diagramm 6: Abschlussbonitur Unkrautwirkung der jeweiligen Varianten (aus den behandelten Flächen je vierzufällig verteilte Parzellen mit 1,8 x 5 m bonitiert, unbehandelt: 10,8 x 3 m)

Kritische Anmerkung zur Kontrolle:

Als Kontrolle wurde ein Streifen, nur mit einer flächigen Voraufbehandlung von 3 x 12 m hinter den behandelten Versuchspartellen belassen. Bei den praktischen Behandlungen mit der ARA-Pflanzenschutzspritze kam es auch hier vor, dass nicht punktgenau gestoppt wurde und so auch teilweise in die Kontrollparzelle hinein behandelt wurde.

Die Abschlussbonitur der Parzellen zeigte, dass bei den Einzelpflanzenbehandlungen im Gegensatz zur intensiven Praxisbehandlung vor allem Hundspetersilie und Kamille nicht ausreichend bekämpft werden konnte. Dabei waren die Mischungen mit Praxismitteln effektiver als Pelargonsäure. Selbst die hohen Konzentrationen mit dem Mittel Lontrel 720 SG konnten das zum Behandlungszeitpunkt schon relativ große Problembeikraut nicht mehr ausreichend bekämpfen. Vor allem vor dem Hintergrund von geringen Phytotoxerscheinungen auch ohne Schutzzone um die Kulturpflanze erscheint hier eine frühere Behandlung in kleine Kulturstadien mit höheren Konzentrationen zielführender.



Abbildung 40: Hundspetersilie bei Behandlung fotografiert am 07.06.2023



Abbildung 41: Geringer Wirkungsgrad bei der Bekämpfung von Hundspetersilie nach Behandlung am 19.06.2023



Abbildung 42: Kamille bei Behandlung am 07.06.2023



Abbildung 43: Kaum Wirkung bei Kamille nach Behandlung am 19.06.2023.



Abbildung 44: Zweizahn (mit Vorschädigung) bei Behandlung. 07.06.2023



Abbildung 45: Zweizahn nach Behandlung. am 19.06.2023

Ergebnisse der Distelbehandlung:

Auf Fläche 1 in Ottmaring wurde die gesamte Fläche von knapp 5 ha mit der ARA-Pflanzenschutzspritze abgefahren und die flächig verteilte auftretenden Disteln mit Praxismitteln behandelt. Hier wurden 7 l/ha Spitzbrühe verbraucht und es wurde mit einer Benetzung welche 300 l/ha Aufwandmenge entspricht behandelt. Gegenüber einer Flächenbehandlung konnte also 98 % Spritzbrühe eingespart werden. Es bleibt aber anzumerken, dass Distelbehandlungen auch mit konventioneller Technik soweit möglich, bei nesterweisen Auftreten als Teilflächenbehandlung erfolgt. Auf Fläche 2 in Breitfeld wurde nur der Randbereich, auf dem sehr viel Distel und sonstiger Beikrautbesatz war, behandelt. Hier wurden 76 l/ha tatsächlich verbraucht und mit einer Benetzung, die 500 l/ha entspricht, gearbeitet. Dies entspricht einer Einsparung von 85 % an Spritzbrühe. In diesem Fall wäre eine Behandlung mit herkömmlicher Technik wohl auch flächig (vergleiche Abbildung 46, drei Beete vom Rand her behandelt) erfolgt.

Rund eine Woche nach der Behandlung drehten sich die Distelpflanzen bereits stark ein. Es ist von einer guten Wirkung auszugehen. Bei einer rein visuellen Bonitur konnten ausnahmslos eine gute und vollständige Erfassung der Distelpflanzen festgestellt werden.



Abbildung 46: Wirksymptome der Distelbehandlung am 01.06.2023 in Breitfeld

Erträge auf Fläche 1-3

Um herauszufinden, ob durch flächige und vermeintlich schlecht verträgliche Herbizidbehandlungen gegenüber kulturschonenden Einzelpflanzenbehandlungen auch ein Nachteil in der Ertragsbildung entsteht, wurden die Erträge und die Größenverteilung (Diagramm 7-12) ermittelt.

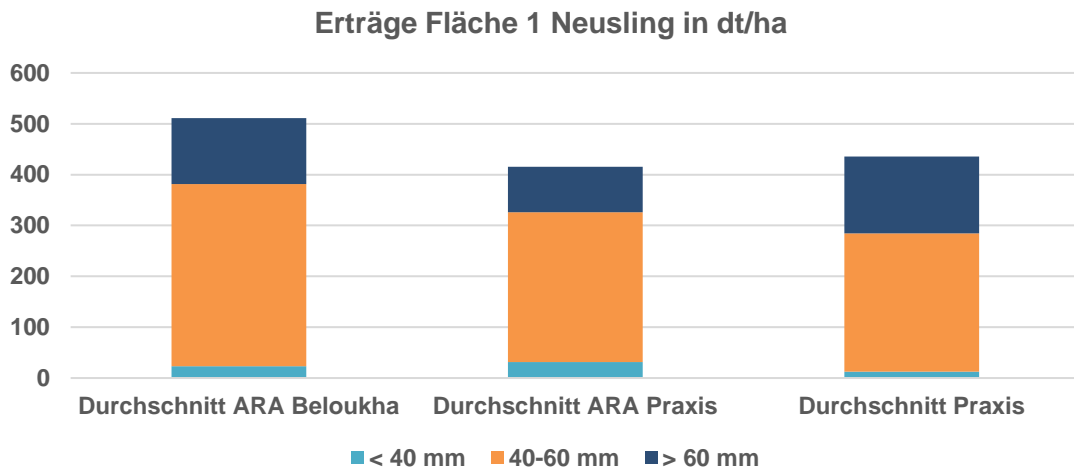


Diagramm 7: Erträge der Varianten auf Fläche 1 mit Größenverteilung

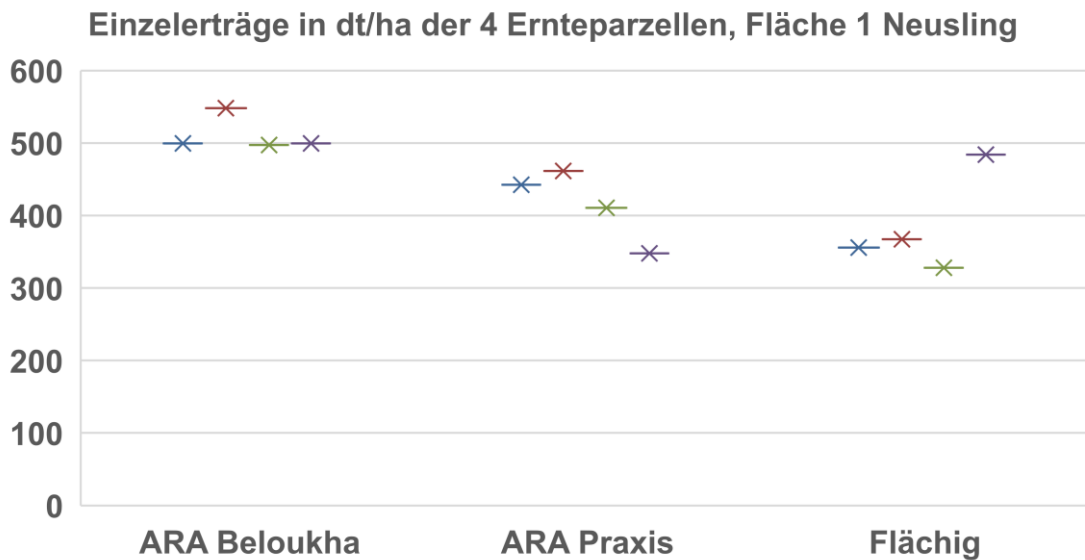


Diagramm 8: Gesamterträge der jeweiligen 4 Ernteparzellen der Varianten auf Fläche 1

Erträge Fläche 2 Breitfeld in dt/ha

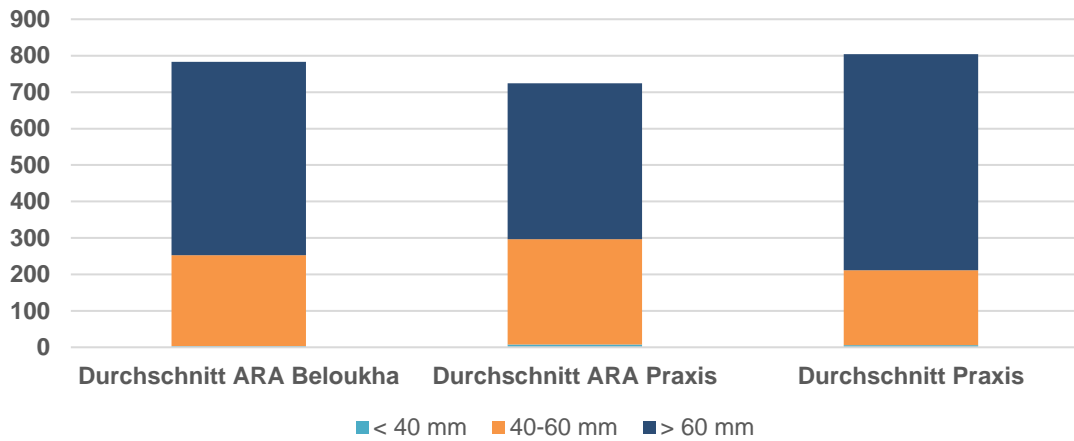


Diagramm 9: Erträge der Varianten auf Fläche 2 mit Größenverteilung

Einzelserträge in dt/ha der 4 Ernteparzellen, Fläche 2 Breitfeld

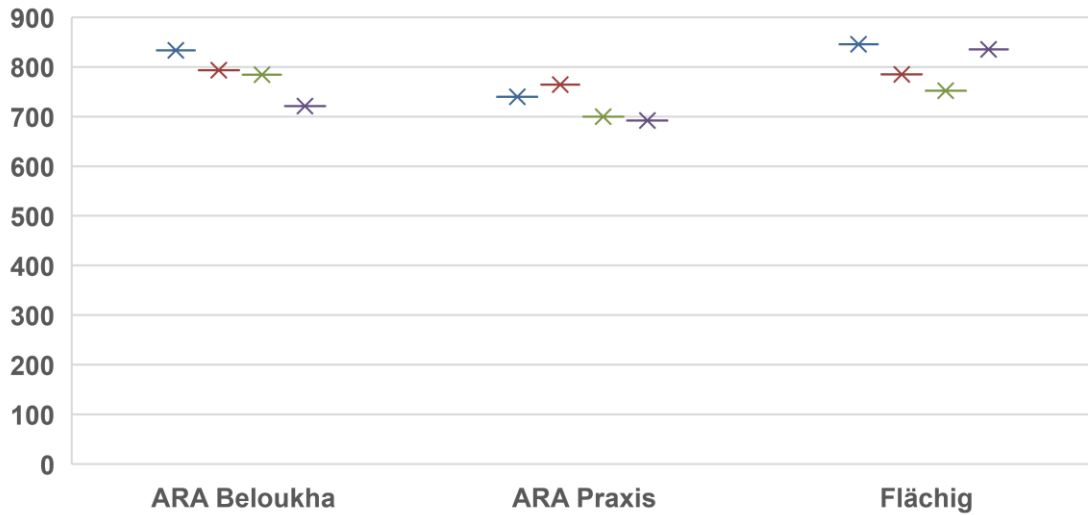


Diagramm 10: Gesamterträge der jeweiligen 4 Ernteparzellen der Varianten auf Fläche 2

Erträge Fläche 3 Breitfeld Mulchsaat in dt/ha

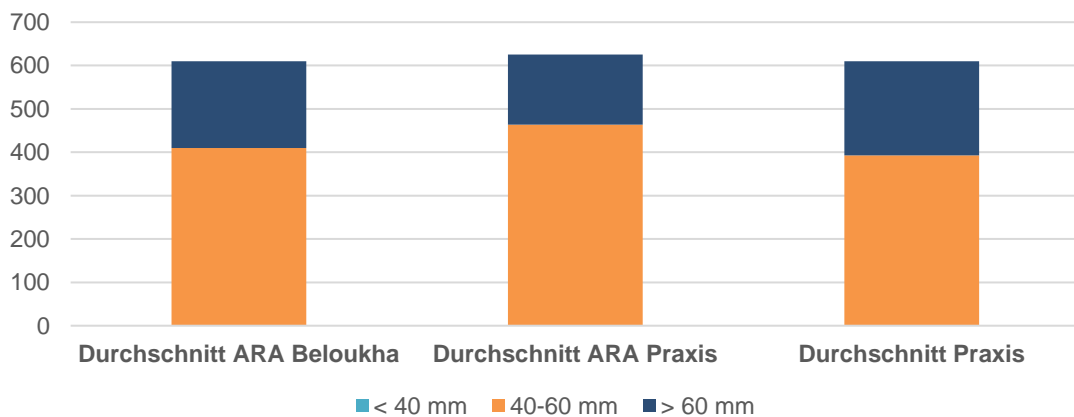


Diagramm 11: Erträge der Varianten auf Fläche 3 mit Größenverteilung

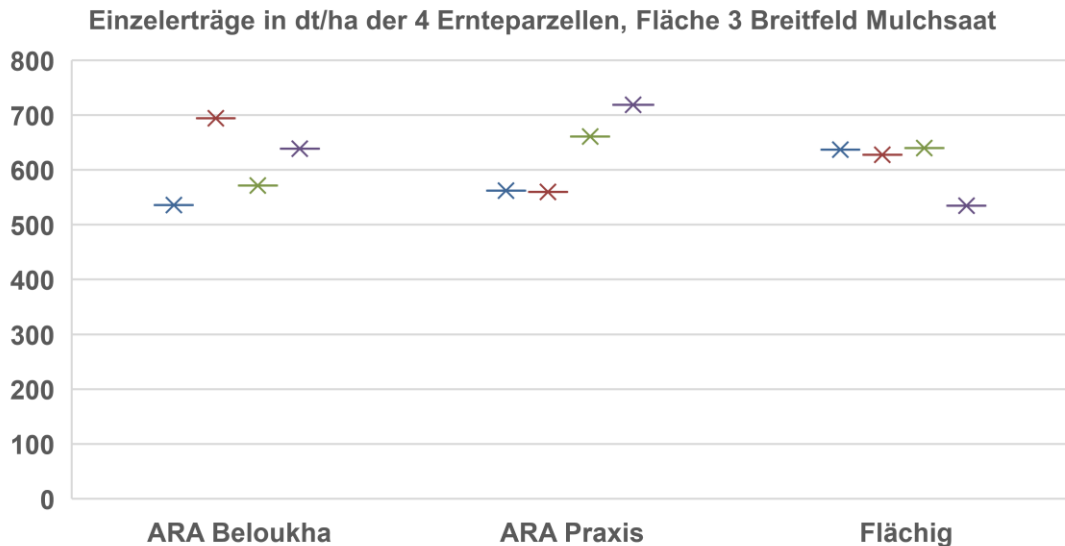


Diagramm 12: Gesamterträge der jeweiligen 4 Ernteparzellen der Varianten auf Fläche 3

Die Erträge auf Fläche 1 schwanken zwischen 400 bis 500 dt/ha. Hier sticht die Variante mit Einzelpflanzenbehandlung und Pelargonsäure positiv heraus. Wie bereits beschrieben kam es auf der Fläche zu deutlicher Verschlämmung (um gesicherte Ertragszahlen zu ermitteln wurde nach den extremen Niederschlägen im Frühjahr der Versuch auf Fläche 3 zusätzlich angelegt – Fläche 2 und 3 zeigen aussagekräftigere Ergebnisse). Auf Fläche 2 und 3 schwanken die Erträge sehr gering und auch nicht einheitlich. Die Schwankungen der Erträge der 4 Ernteparzellen innerhalb einer Variante um 100-200 dt/ha sind nicht faktor-, sondern standortbedingt. Da die Ertragsunterschiede der Varianten aber maximal um rund 100 dt/ha variieren, ist dies als normaler Schwankungsbereich anzusehen. Auch die Verteilung der Sortierung lassen kein einheitliches Bild erkennen. Das Ergebnis lässt deshalb auf keine Ertragsunterschiede aufgrund der im Versuch unterschiedlich gestalteten Unkrautbehandlungen schließen. Die flächigen Herbizidbehandlungen führten hier zu keinen Mindererträgen im Vergleich zur Einzelpflanzenbehandlung.

Kritische Anmerkung zur Ertragsermittlung:

Die Ergebnisse wurden nicht in Exaktversuchen ermittelt. Auf Praxisflächen kommt es aufgrund von Bodenunterschieden oftmals zu deutlichen Unterschieden im Ertrag. Dieser Effekt kann das Ergebnis in unseren Schauversuchen beeinflussen. Sehr gut gesicherte Ergebnisse lassen sich nur in randomisierten Exaktversuchen ermitteln. Zudem ist ein Ertragseffekt vor allem bei sehr „scharfen“ Herbizidmischungen zu erwarten. In den Praxisbetrieben wurden nur erprobte, praxisübliche und relativ gut verträgliche Herbizidanwendungen gefahren.

5.1.2 Einsparpotential gegenüber flächiger Behandlung

Bei jeder Behandlung der Einzelpflanzen mit der ARA-Technik kann über den Druck und Fahrgeschwindigkeit eine Ausbringmenge (nur in dem Raster über der Einzelpflanze ausgebracht) bestimmt werden, die einer Menge an Spritzbrühe je Flächeneinheit entspricht. Dabei entspricht die kleinste Flächeneinheit bei dem ARA-Gerät 6 x 6 cm Raster. Im Versuch wurden Ausbringmengen von 200 bis 400 l/Wasser, bzw. Spritzbrühe appliziert. Bei den ersten Einzelpflanzenbehandlungen wurde den allgemeinen Empfehlungen gefolgt und mit 200 l/ha Spritzbrühe behandelt. Im weiteren Verlauf wurde das Beikraut größer und da die eingesetzten Wirkstoffe auch eine gute Benetzung erforderten, erschien es geeigneter,

höhere Wassermengen einzusetzen. Bei jeder Behandlung der Einzelpflanzen mit Spot-Spray-Technik der ARA-Pflanzenschutzspitze ist die jeweilige ausgebrachte Gesamtmenge in l/ha in Abhängigkeit vom Unkrautauflkommen und -größe unterschiedlich. Die Ausbringmenge wird bei ARA-Pflanzenschutzspritze erfasst und angezeigt.

Im Folgenden wird für jede Einzelbehandlung das Einsparpotential gegenüber einer flächigen Vergleichsbehandlung aufgezeigt (Diagramm 13).

Die Applikationstermine für die Einzelpflanzenbehandlung mit Praxismitteln unterschieden sich von den Applikationsterminen der flächigen Praxisbehandlung. Auch bei den Varianten der Einzelpflanzenbehandlung wurden flächige Bodenherbizidmaßnahmen integriert. Blattaktive Behandlungen wurden zudem in anderen Mischungsverhältnissen als flächig angewendet.

Deshalb wurden für die Flächen 2 und 3 das Einsparpotential über die ganze Strategie der Einzelpflanzenbehandlung mit Praxismittel gegenüber flächiger Behandlung mit Praxismittel ermittelt. Die Fläche 1 war nicht vergleichbar, da in der Praxisvariante nur teilweise chemisch behandelt wurde und stattdessen eine Handhacke erfolgte. Es wurde für jedes einzelne verwendete Herbizid die Einsparung ermittelt und ein Mittelwert daraus gebildet.

Fläche 1:

Auf Fläche 1 wurden bei den ersten drei Terminen mit relativ kleinem Unkraut nur rund 2-4 % der Menge ausgebracht, die bei selbiger Benetzung/Spritzbrühemenge (bei Einzelpflanzenbehandlung mit ARA auf den jeweiligen Bereich der Einzelpflanzenbehandlung bezogen) flächig ausgebracht werden würde. Bei den späteren Terminen mit stärker werdendem Unkrautauflkommen und größeren Unkräutern wurden rund 8-14 % der Mengen verglichen mit flächiger Behandlung ausgebracht. Die Fläche hatte insgesamt einen starken Unkrautbesatz.

Tabelle 11: Mengen an ausgebrachter Spritzbrühe der einzelnen Termine auf Fläche 1

Termin	Benetzung entspricht Spritzbrühemenge l/ha	Spritzbrühe in l/ha ARA-Praxismittel	Spritzbrühe in l/ha ARA Beloukha	Laubblattstadium
22.04.2023	342	7,2	6,4	Bügel-Peitsche
08.05.2023	200	4,17	3,04	1. LB*
22.05.2023	Praxis 400, Beloukha 200	16	8,4	2. LB
01.06.2023	300	24,5	31,6	2.-3. LB
14.06.2023	300	24	25,6	3.-4. LB
27.06.2023	300	29,7	41,6	4. LB

*Laubblattstadium

Über alle Termine hinweg ergibt sich so ein Einsparpotential von 93-94 % gegenüber einer flächigen Ausbringung an den jeweiligen Terminen. Hier liegt allerdings die Annahme zugrunde, dass in der Praxis genauso oft mit den gleichen Mitteln und Mengen behandelt wurde. Im Fall von Fläche 1 wurde in der flächigen Praxisvariante auf eine intensive und praxisübliche Nachauflaufbehandlung verzichtet und mit Handhacke bereinigt. Zudem kam bei der Einzelpflanzenbehandlung ein anderes Mittelspektrum zum Einsatz. Ein Vergleich der tatsächlich ausgebrachten Mengen an Herbiziden ist hier deshalb nicht zielführend und wird erst bei Flächen 2 und 3 durchgeführt.

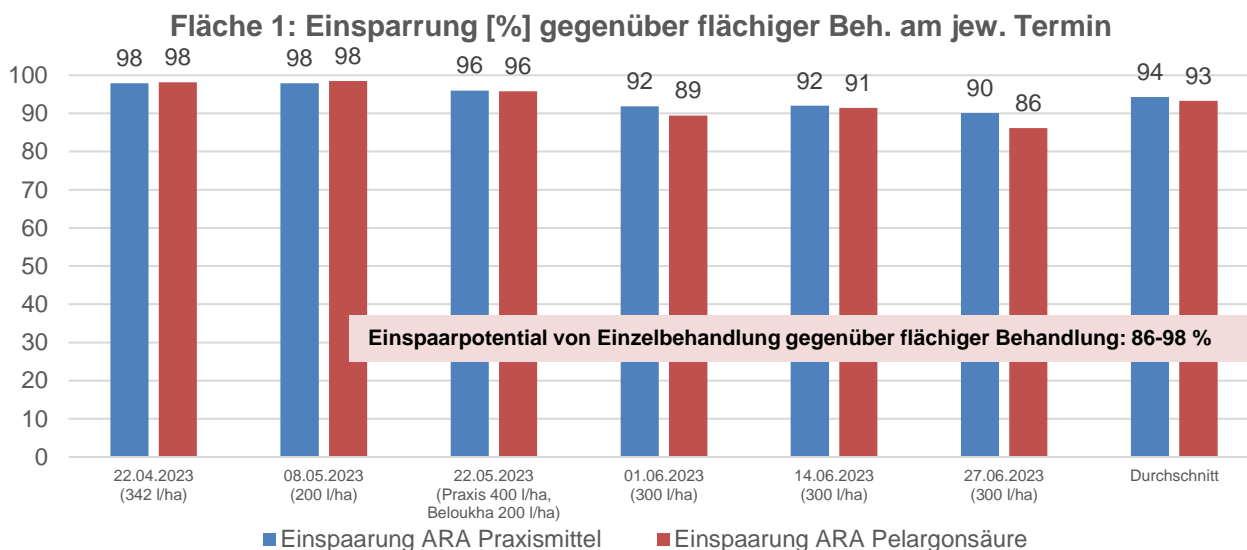


Diagramm 13: Einsparung an Spritzbrühe gegenüber flächiger Behandlung auf Fläche 1

Fläche 2:

Auf Fläche 2 war insgesamt wenig Unkraut vorhanden. Auch hier wurde schon sehr früh mit der Behandlung von Keimblattunkraut begonnen. Aus den geringen Mengen von 0,5-0,6 l/ha bei der Einzelpflanzenbehandlung am ersten Termin wird ersichtlich, dass hier kaum sichtbares Unkraut vorhanden war. Deshalb wurde hier sehr lange mit der Folgebehandlung am 07.06.2023 gewartet. Aber auch bei den letzten beiden Behandlungen wurden bei der Einzelpflanzenbehandlung mit dem ARA sehr geringe Mengen ausgebracht.

Tabelle 12: Mengen an ausgebrachter Spritzbrühe der einzelnen Termine auf Fläche 2

Termin	Benetzung entspricht Spritzbrühemenge l/ha ¹	Spritzbrühe Ist l/ha ARA Praxismittel ²	Spritzbrühe Ist l/ha ARA Beloukha ²	Laubblattstadium*
04.05.2023	200	0,54	0,58	Bügel-Peitsche
07.06.2023	300	18,01	19,83	3. LB
20.06.2023	400	25,73	30,14	4. LB

*Laubblattstadium

Bei der ersten Behandlung hatte man so fast 100 % gegenüber der flächigen Anwendung eingespart (Diagramm 13). Auch die letzten beiden Termine zeigten ein Einsparpotential von 92-94 %. Im Durchschnitt wurde bei den Einzelpflanzenbehandlungen mit ARA 95-96 % an Spritzbrühe weniger ausgebracht, als wenn diese Behandlungen flächig stattgefunden hätten.

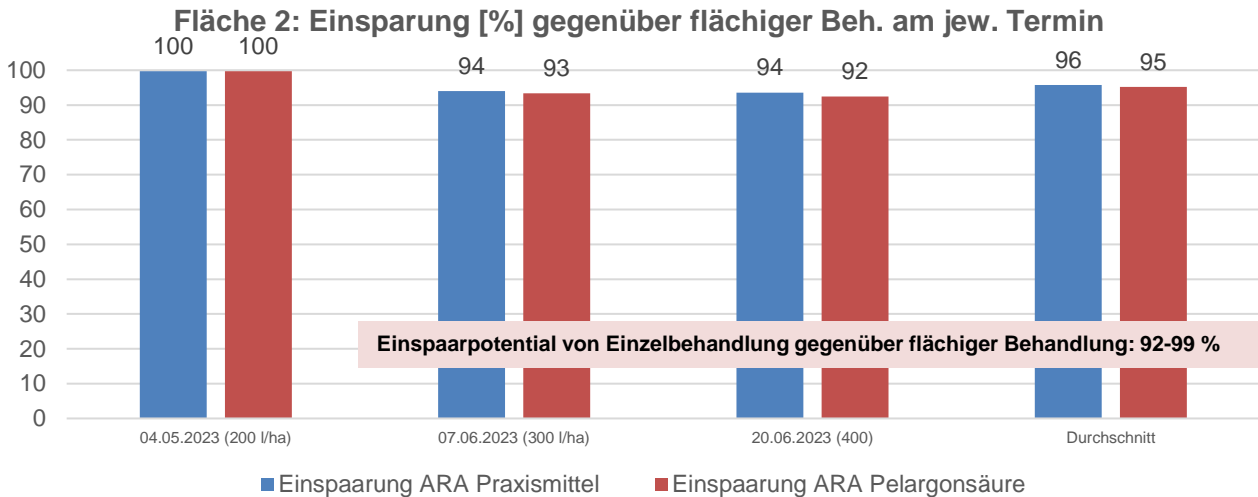


Diagramm 14: Einsparung an Spritzbrühe gegenüber flächiger Behandlung auf Fläche 2

Auf der Fläche 2 wurde versucht, zu groß gewordenes Problembeikraut mit hohen Konzentrationen in der Einzelpflanzenbehandlung zu bekämpfen. Bei flächiger Behandlung kämen diese hohen Konzentrationen aus Verträglichkeitsgründen nicht in Frage. Zudem wurde auch nicht auf Voraufbau Anwendungen oder eine Spätversiegelung verzichtet. Um die Einsparung also über die ganze Phase der Unkrautbekämpfung beurteilen zu können, müssen die insgesamt ausgebrachten Herbizidmengen gegenübergestellt werden. Auf Fläche 2 wurden bei der Einzelpflanzenbehandlung mit Praxismitteln insgesamt 74 % (Durchschnitt der einzelnen Einsparungen der Mittel angesetzt) an Herbiziden gegenüber der flächigen Praxisbehandlung eingespart.

Tabelle 13: tatsächlich verbrauchte Mengen an Herbiziden je ha im Vergleich auf Fläche 2

	Stomp Aqua in l	Lentagran WP in kg	Tomigan 200 in l	Lontrel in kg	Bandur in l	Spectrum in l
Praxis flächig	4	1,2	0,55	0,08	1	0,9
ARA-Praxis	2,5 (flächig)	0,095	0,03	0,025	0,064	0,4 (flächig)
% Einsparung ARA	38	92	94	69	94	56
Einsparung: Schnitt aller für Unkrautbekämpfung verwendeten Herbizide: 74 % (Durchschnitt der einzelnen Einsparungen der Mittel angesetzt)						

Fläche 3

Auf Fläche 3 war das Unkrautauflkommen ebenfalls gering. Anfangs wurde mit rund 2 l/ha etwas mehr Menge ausgebracht als auf Fläche 2. Im Gegensatz zu Fläche 2 wurde deshalb auch zusätzlich ein Termin im 1-2 Laubblattstadium gefahren. Die folgenden Spritzmengen waren dann etwas geringer als bei Fläche 2 (Tabelle 14).

Tabelle 14: Mengen an ausgebrachter Spritzbrühe der einzelnen Termine auf Fläche 2

Termin	Benetzung entspricht Spritzbrühemenge l/ha	Spritzbrühe Ist l/ha ARA-Praxismittel	Spritzbrühe Ist l/ha ARA Beloukha	Laubblattstadium*
22.04.2023	200	1,75	1,75	Bügel-Peitsche
08.05.2023	200	6,25	3,1	1.-2. LB
22.05.2023	300	6,51	6,99	3. LB
01.06.2023	400	8,8	10,3	4 LB

*Laubblattstadium

Hier wurden an 4 Spritzterminen 97-99 % an Spritzbrühe gegenüber flächiger Behandlung gespart. Im Vergleich zu Fläche 2 hatte ein Spritztermin im etwas früheren Stadium (1 - 2. Laubblatt) zur Folge, dass die letzteren Maßnahmen (gleiche Termine wie bei Fläche 2) weniger Mittelmenge bei der Einzelpflanzenbehandlung erforderten, bzw. in der Folge auch weniger Beikraut vorhanden war.

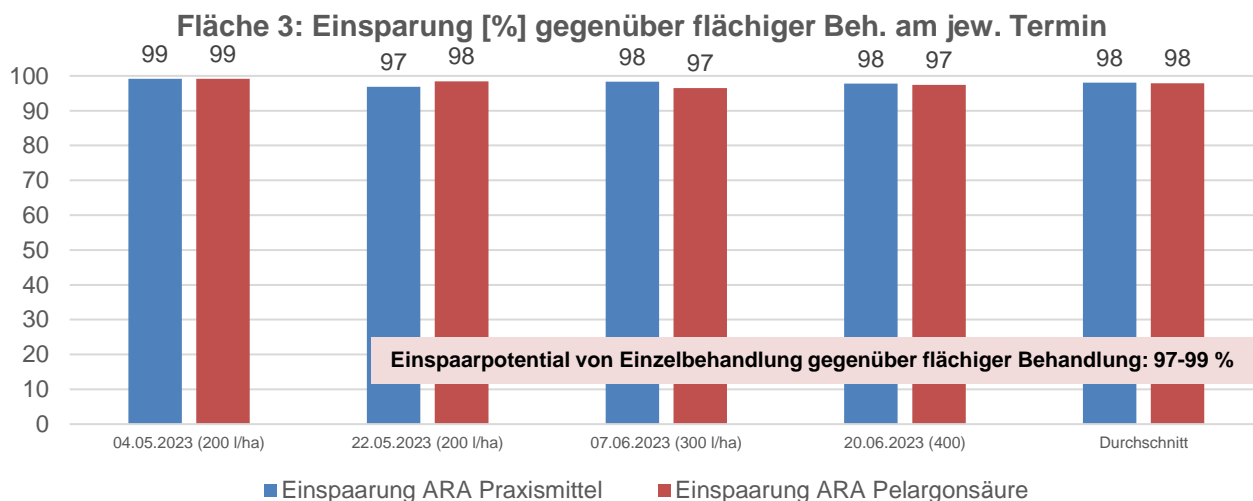


Diagramm 15: Einsparung an Spritzbrühe gegenüber flächiger Behandlung auf Fläche 2

Obwohl auf Fläche 3 eine Einzelpflanzenbehandlung mehr stattfand als auf Fläche 2 wurden insgesamt weniger Herbizidmengen ausgebracht. Der Grund ist in der Tatsache zu suchen, dass die Ausbringungsmengen der Spritzbrühe bei den letzteren Terminen geringer waren. Rechnet man die Einsparung der einzelnen Herbizide zusammen kommt man zu einer durchschnittlichen Einsparung von 79 %. Dieses Ergebnis zeigt das zusätzliche frühe Maßnahmen in der Gesamtbilanz zu Einsparungen führen können.

Tabelle 15: tatsächlich verbrauchte Mengen an Herbiziden je ha im Vergleich auf Fläche 3

	Stomp Aqua in l	Lentagran WP in kg	Tomigan 200 in l	Lontrel in kg	Bandur in l	Spectrum in l
Praxis flächig	4,0	1,2	0,7	0,08	1,0	0,9
ARA-Praxis	2,5 (flächig)	0,04	0,02	0,01	0,03	0,4 (flächig)
% Einsparung ARA	37,5	96,6	97,7	89,0	97,2	55,6
Einsparung: Schnitt aller für Unkrautbekämpfung verwendeten Herbizide: 79 % (Durchschnitt der einzelnen Einsparungen der Mittel angesetzt)						

Zusammenfassung des Einsparpotentials auf den Flächen 1 bis 3

Das **Einsparpotential in der Beikrautbekämpfung von Einzelmaßnahmen** mit der Spot-Spray-Technik der ARA-Pflanzenschutzspritze gegenüber denselben Pflanzenschutzmaßnahmen flächig ausgebracht, betrug auf den Versuchsfeldern **86-99 %**. Auf den Versuchsfeldern der Einzelpflanzenbehandlung mit der ARA-Pflanzenschutzspritze wurden aber auch Bodenherbizide flächig ausgebracht und zum Teil höhere Wirkstoffkonzentrationen appliziert. Daraus resultierend errechnet sich ein durchschnittliches **Einsparpotential der Strategie Kombination flächige Bodenherbizide + blattaktive Maßnahmen als Einzelpflanzenbehandlung mit der Spot-Spray-Technik mit der ARA-Pflanzenschutzspritze von 74-79 %** gegenüber den rein flächigen Behandlungen.

5.1.3 Diskussion Unkrautbekämpfung Zwiebel

Die Einzelpflanzenbehandlung mit Praxismitteln mit Hilfe der Spot-Spray-Technik der ARA-Pflanzenschutzspritze hatte insgesamt gut funktioniert, und es wurden auch sehr kleine Beikräuter erkannt und bekämpft. Bei der Verwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln konnte ein guter Bekämpfungserfolg verzeichnet werden. Lediglich auf einer Fläche bereiteten die Beikräuter Hundspetersilie und Kamille Probleme. Es wurde versucht, diese in fortgeschrittenem Wuchsstadium (Wuchshöhe: 5-10 cm) mit speziell angepassten und höher konzentrierten Mischungen (Konzentration bis 300 g/ha Lontrel 720 SG) zu bekämpfen. Gründe für die unzureichende Bekämpfung könnten die schon große Wuchshöhe (>10 cm) der Beikräuter sein, sowie eine unzureichende Benetzung. Der Spritzbalken war auf einer Höhe von 26 cm über dem Bestand eingestellt, um am Boden ein 6 x 6 cm-Raster zu benetzen. Bei großem Beikraut mit gefiedertem Blatt führte dies zu einer unvollständigen Kulturerfassung.

Obwohl ohne Schutzzone um die Kulturpflanze gearbeitet wurde, und in schon etwas fortgeschrittenem Stadium dazu übergegangen wurde, Mischungen mit höheren Wirkstoffkonzentrationen an Herbiziden auszubringen, spielten phytotoxische Effekte keine Rolle. Das lässt es sinnvoll erscheinen, in zukünftigen Strategien auch im frühen Stadium höhere Konzentrationen zu verwenden, und so Mischverunkrautung und Problemunkräuter von Anfang an effektiv zu bekämpfen.

Mit Pelargonsäure ließen sich kleine Beikräuter in der Regel gut bekämpfen. Schwieriger stellte sich die nachhaltige Bekämpfung bei sehr haarigen Arten oder Wurzelunkräutern dar. In den Versuchen wurde in Intervallen von rund 14 Tagen und mehr behandelt. Dieses Intervall ist für Pelargonsäure zu lange. Für zukünftige Strategien scheint es bei diesem Wirkstoff erfolgversprechend wöchentliche Behandlungstermine zu wählen, um Beikräuter in kleinem Stadium und problematische Arten mehrfach zu erfassen.

Das Einsparpotential für Pflanzenschutzmittel ist bei der Einzelpflanzenbehandlung von Beikräutern mit der ARA-Pflanzenschutzspritze sehr hoch. Bei Einzelmaßnahmen ist je nach

Beikrautstadium eine Einsparung von 86-99 % gegenüber flächigen Maßnahmen ermittelt worden. Bilanziert man die insgesamt ausgebrachten Mengen an Herbiziden (Einzelpflanzenbehandlung mit höheren Wirkstoffkonzentrationen und ergänzend auch flächigen Bodenherbizidanwendungen) so ließ sich eine Einsparung von 74-79 % ermitteln.

5.2 Insektizideinsatz bei Kopfkohl

5.2.1 Effektivität und Funktionalität

Kopfkohl wurde im beginnenden Keimblattstadium behandelt. Bei der Applikation wurde visuell beobachtet, wie die Erkennung und Benetzung funktionierten. Diese können auch bei kleinen Wuchsstadium bei der Einstellung All Green als gut bewertet werden. Es wurden soweit erkennbar alle Kohlkeimlinge erfasst und benetzt.



Abbildung 47: Dunkle Flecken am Boden geben Aufschluss auf erkannte und benetzte Kohlkeimlinge, in der Einstellung All Green wurde auch Unkraut benetzt falls vorhanden

Mit der Ausbringmenge von 2000 l/ha (2 km/h und 4 bar) auf die Einzelpflanzen war eine gute Benetzung der Kohlkeimlinge, aber auch des Bodens, um den Keimling zu erkennen. Die Erkennung von Kohlkeimlingen und deren Behandlung funktioniert insgesamt gut und kann perspektivisch auch mit höheren Geschwindigkeiten und geringeren Wassermengen durchgeführt werden.



Abbildung 48: Aufnahme kurz nach Behandlung mit deutlich sichtbarer Benetzung der Kohlkeimlinge

Die in der Praxis bewährte Jungpflanzenbehandlung mit dem Pflanzenschutzmittel Verimark (200 g/l Cyantaniiprole mit 15 ml/1000 Pflanzen, maximal 600 ml/ha) sollte im Versuch mit Hilfe der der Spot-Spray-Technik der ARA-Pflanzenschutzspritze und dem im Kopfkohl ausgewiesenen Mittel Minecto One (400 g/kg Cyantaniiprole mit 187,5 g/ha als flächige Anwendung ausgewiesen) nachgeahmt werden. Theoretisch dürften, wenn man sich an der für Verimark angegebenen Höchstmenge orientiert, **max. 120 g Cyantraniliprole je ha** ausgebracht werden Die Jungpflanzenbehandlung sollte die Wurzeln erreichen und muss nachbewässert werden. Dies wurde auch im Versuch simuliert. Da nicht bekannt war, wieviel Spritzmenge bei einer Einzelpflanzenbehandlung auf Kohlkeimlinge je ha ausgebracht wurde, wurde ein Versuch mit einer Mischung von 45 g Minecto One in 20 l Wasser angesetzt und mit einer Benetzung von 2000 l/ha ausgebracht. Der Verbrauch der Einzelpflanzenbehandlung war mit 20 l/ha unerwartet gering. Mit diesen ersten Erfahrungswerten zu den tatsächlich auf Kohlkeimlinge ausgebrachten Mengen kann man in Zukunft die ausgebrachte Wirkstoffmenge gezielt anpassen.

Praktisch wurden so **18 g Cyantaniiprole je ha** ausgebracht. Anders als bei Pflanzung ist bei gesättem Kohl zu Anfang der Kultur die doppelte Anzahl an Keimlingen vorhanden (2-er-Block, später vereinzelt). Je Keimlingspflanze kann also davon ausgegangen werden, dass nur etwa rund 1/10 der Wirkstoffmenge (Verimark: 0,003 g Wirkstoff/Pflanze, Minecto One im Versuch: 18 g Wirkstoff/60.000 Pflanzen = 0,0003 g Wirkstoff/Pflanze) im Vergleich der Jungpflanzenbehandlung mit Verimark aufgenommen wurde.

Vergleicht man nun die Wirkstoffmenge der Flächenanwendung von Minecto One (75 g/ha) so wurde bei dieser Anwendung rund 1/4 der Menge hochkonzentriert auf die Pflanze ausgebracht.

Der nebenstehende AK-Lück-Exaktversuch sollte als Vergleich als unbehandelte Kontrolle dienen. An mehreren Boniturterminen ließ sich allerdings kein Erdflöhbefall feststellen, so dass **keine Wirkungsbonitur möglich** war.

Hinweis: Es handelt sich um hierbei um reinen Versuchseinsatz. Hoch dosierte Einzelpflanzenbehandlungen sind aktuell nicht zugelassen/genehmigt!

5.2.2 Einsparpotential gegenüber flächiger Behandlung

Im Versuch ließ sich mit 20 l/ha Ausbringungsmenge bei Einzelpflanzenbehandlung gegenüber 2000 l/ha Ausbringungsmenge auf die ganze Fläche eine enorme Einsparung ermitteln. Eine Einzelpflanzenbehandlung im Keimblattstadium bietet so ein Einsparpotential an Insektizidmenge von 99 %. Es muss allerdings vorausgesetzt werden, dass die Wirkung bei ausschließlicher Behandlung der Pflanze genauso gut funktioniert, wie wenn zusätzlich auch die unbewachsene Bodenfläche behandelt wird. Positive Erfahrungen bei Jungpflanzenbehandlungen (hier wird auch nur die Pflanze behandelt) lassen dies aber plausibel erscheinen.

5.2.3 Diskussion Insektizideinsatz bei Kopfkohl

Im gesäten Kohlanbau muss in der Praxis oftmals sehr früh mit Insektiziden behandelt werden, um die Kultur vor großen Ausfällen durch Kohlerdflohbefall zu schützen. Dabei sind die Kulturpflanzen sehr klein und es wird hauptsächlich auf unbewachsenen Boden behandelt. In der Praxis kommen oft kostengünstige Mittel mit beschränkter Wirkung (Pyrethroide mit z.B. Problemen bei hohen Temperaturen) und Wirkungsdauer zum Einsatz. Eine Spot-Spray-Behandlung von Einzelpflanzen bietet enormes Einsparpotential (im Versuch 99 %) gegenüber einer flächigen Behandlung. Zudem könnten hier auch effektivere, aber teurere Insektizide gewählt werden und es ist denkbar, gezielt auf die Einzelpflanze auch höhere Konzentrationen auszubringen. Spezielle Zulassungen/Genehmigungen sind dazu erforderlich. Aufgrund von fehlendem Befall auf der Versuchsfläche im Jahr 2023 konnte keine Aussage über den Wirkungsgrad erbracht werden. Hier könnten weitere Versuchsanstellungen wichtige Erkenntnisse über die Wirkung bringen.

5.3 Salate Insektizid-, Fungizid und Herbizideinsatz

5.3.1 Effektivität und Funktionalität

Im Salatanbau wurden Testläufe auf Flächen mit Sätzen in verschiedenen Entwicklungsstadien gefahren. Dabei wurde direkt nach der Anwendung verfolgt, wie gut die Erkennung und Benetzung auf verschiedenen Salatflächen funktionierte. Insgesamt hatte die Erkennung und Benetzung bei grünen Salatarten sehr gut funktioniert. Bei roten Arten (speziell roter Lollo Rosso und roter Eichblatt) wurden nicht alle Salatpflanzen erkannt und dementsprechend benetzt.



Abbildung 49: Benetzte Salatpflanzen sind an dunklen Kreisen (feuchter Boden) um die Kulturpflanzen erkennbar, bei grünen Arten werden alle Pflanzen erkannt, bei roten Arten werden die Pflanzen nur teilweise erkannt (rechts und links oben)



Abbildung 50: Grüner Lollo Salat wird erkannt und benetzt

Die empfindlichen Salatpflanzen erlaubten bislang keine flächige blattaktive Nachauflaufbehandlung von Unkraut. Eine Spot-Spray Einzelpflanzenbehandlung erlaubt „theoretisch“ (! bislang keine Indikation ausgewiesen!) eine Beikrautkontrolle auch in diesem Stadium. Beispielsweise ist die Anwendung eines „Abbrenners“ wie Pelargonsäure denkbar. In einem Testlauf wurde eine solche Behandlung mit Wasser simuliert, einmal mit Schutzzone und einmal ohne Schutzzone. Die visuelle Nachfolgekontrolle zeigte eine gute

Erkennung und Benetzung der Beikräuter. Durch den Praxisbetrieb wurden die Arbeitsbreite von max. 6 m als negativ beurteilt, da hier spezielle Beetgrößen wie etwa 2,1 m relativ schlecht abgedeckt werden können und in jedes zweite Beet einzufahren war. Bei dem Versuchseinsatz wurde auf diesen Salatflächen auch deutlich, dass sich die Fahrspuren stark verdichteten bzw. stark einsanken, wenn mit für den Einsatz zwischen Salatbeeten erforderlichen dünnen Schlepperreifen auf relativ frisch bearbeiteten Flächen gefahren wurde.



Abbildung 51: Unkrautbehandlung ohne Schutzzone bei grünem Lollo Salat, dunkle Flecken weisen auf erkanntes und benetztes Unkraut hin

5.3.2 Einsparpotential gegenüber flächiger Behandlung

Bei verschiedenen grünen Salatbeständen wurden die Ausbringmengen in Abhängigkeit des Salatpflanzenstadiums ermittelt.

Dabei können bei Einzelpflanzenbehandlungen der Kulturpflanze kurz nach Pflanzung (bei Lollo grün) etwa 90 %, im 8.-9. Blattstadium (bei Lollo grün) 60 % und bei beginnender Kopfbildung bis 20 % Kopfdurchmesser (bei Kopfsalat grün) rund 40 % Pflanzenschutzmittel (denkbar als Insektizid, Fungizid) gegenüber flächigen Behandlungen eingespart werden.

Tabelle 16: Verbrauch von Spritzbrühe auf jeweiliger Fläche bei verschiedenen Salatsätzen

Stadium	Benetzung entspricht Spritzbrühemenge von l/ha	Ist-Verbrauch Kulturpflanzenbeh. (Insektizid, Fungizid)	Einsparung gegenüber flächiger Beh.	Verbrauch Unkrautbeh. mit Schutzzone	Verbrauch Unkrautbeh. ohne Schutzzone
3.-4. Laubblatt (nach Pflanzung)	400 l/ha	37 l/ha	90 %	68 l/ha	60 l/ha
8.-9. Laubblätter (2.-3. Kulturwo.)	400 l/ha	150 l/ha	60 %		
beg. Kopfbildung- 20 % Ø (3.-4. Kulturwo.)	400 l/ha	250 l/ha	40 %		

Diese Einsparpotentiale können allerdings nicht 1:1 für alle Anwendungen von Insektiziden oder Fungiziden angerechnet werden. In typischen Salatspritzfolgen werden frühe Behandlungen gegen bodenbürtige Krankheiten wie Pythium oder Rhizoctonia gefahren. Aus Abbildung 49 wird ersichtlich, dass auch bei Einzelpflanzenbehandlungen Boden um die Kulturpflanze benetzt wird. Hier ist es fraglich ob Einzelpflanzenbehandlungen gleiche Effekte bringen wie Flächenbehandlungen.

Für andere Behandlungen zu späteren Zeitpunkten liegt es allerdings nahe, dass die Wirkung auch bei Einzelpflanzenbehandlungen voll gegeben ist. Oft in Kulturwoche 3 durchgeführte Behandlungen richten sich gegen Falschen Mehltau, Läuse, Wiesenwanzen, Raupen und Thripse. Dazu werden in der Praxis beispielsweise die Pflanzenschutzmittel Movento 150 OD, Minecto One (in Bayern über § 22 ausgewiesen) und Aliette WG angewendet.

Tabella 17: Kosten der Behandlung in Kulturwoche 3

Mittel	Movento 150 OD	Minecto One	Aliette WG
Aufwandmenge/ha	0,48 l/ha	0,1785 kg/ha	3 kg/ha
Preis*	208,90 €/l	517,50 €/0,8 kg	22,20€/kg
Kosten /ha	100,30 €	115,50 €	66,60 €
Einsparung € bei Einzelpflanzenbehandlung in KW 3 (50 % angesetzt)	Kosten Summe: 282,40 €/ha Einsparung 50 %: 141,20 €		

*Preise aus der Pflanzenschutzmittel-Preisliste BayWa (2023) entnommen (ohne MwSt.)

Unterstellt man eine Einsparung von 50 %, was dem Mittel der für Kulturwoche 2-3 und Kulturwoche 3-4 ermittelten Wert entspricht, so können auch deutlich Mittelkosten dieser relativ teuren Anwendung reduziert werden. Mit den Preisen der Pflanzenschutzmittel-Preisliste 2023 der BayWa kommt man hier auf eine Einsparung von rund 140 €/ha an Mittelkosten. Für eine ganzheitliche Betrachtung müssen allerdings die betriebsindividuellen Situationen (Schlaggröße/Satzgröße, Spritztechnik, usw.) betrachtet werden und arbeitswirtschaftliche Nachteile (Dauer, Schlagkraft, usw.) miteinbezogen werden.

5.3.3 Diskussion Salat

Im Salatanbau könnte die bisher nicht gekannte Möglichkeit der blattaktiven Nachauflaufbehandlung von Unkraut mit Hilfe der Spot-Spray-Technik eine Perspektive bieten. Technisch ist dies realistisch. Hier müssten allerdings Indikationen speziell für die Technik der Einzelpflanzenbehandlung erarbeitet werden.

Eine Einzelpflanzenbehandlung mit Insektiziden, bzw. Fungiziden könnte mit Hilfe dieser Technik deutlich Pflanzenschutzmittel einsparen, was sich auch in den Kosten für Pflanzenschutzmittel sehr positiv auswirken würde.

In weiteren Versuchen sollte man untersuchen ob frühe Maßnahmen gegen bodenbürtige Erreger auch als Einzelpflanzenbehandlung effektiv sind.

6 Hinweis Zulassungssituation

Für alle Anwendungen gilt die ausgewiesene Ausbringmenge auf die jeweilige Zielfläche (kleinste Zielfläche ARA: 6 x 6 cm). Im Projekt untersuchte Anwendungen wie etwa eine höher konzentrierte Insektizidanwendung auf die Einzelpflanze der Kohlkeimlinge sind reine Versuchsanwendungen. Insgesamt macht es die Innovation der Spot-Spray-Technik erforderlich, an angepassten Zulassungen/Genehmigungen für Pflanzenschutzmittel zu arbeiten.

7 Öffentlichkeitsarbeit

7.1 Vorträge

1. Ober- und Unterfränkischer Gemüsebautag, 21.11.2023 Schwarzach am Main (gehalten)
2. Versuchsbeirat Freilandgemüse Bayern, 04.12.2023 Denkendorf (gehalten)
3. Bayerischer Industriegemüsebautag, 15.02.2024, Aiterhofen (gehalten)
4. Straubinger Vortragsreihe, 22.04.2024, Aiterhofen (gehalten)
5. Süd Ostbayerischer Gemüsebautag, 01.02.2024, Moosinning (gehalten)
6. Bundesarbeitstagung Gemüsebauberater 12.-14.03.2024, Grünberg Hessen (geplant)
7. Online-Fachgespräch „Unkrautregulierung im Arznei- und Gewürzpflanzenanbau – Status Quo und F+E-Bedarf“, Kurzvorstellung, 19.03.2024 (geplant)

7.2 Veröffentlichungen

1. Projektbericht Homepage LWG Veitshöchheim März 2024
2. Fachartikel – Gartenbauprofi Monatszeitschrift für Obst, Gemüse, Zierpflanzen, März 2024 (geplant)
3. Fachartikel - Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, März 2024 (geplant)

7.3 Literatur

Kaniber Michaela Staatministerin, (20.05.2021) Regierungserklärung, Landwirtschaft 2030: nachhaltig, smart, fair

https://www.google.com/search?q=zitieren+fu%C3%9Fnoten&oq=zitieren+fu%C3%9Fnoten&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyCQgAEEUYORiABDIHCAEQABiABDIHCAIQABiABDIHCAMQABiABDIHCAQQABiABDIICAUQABgWGB4yCAgGEAAYFhqeMqglBxAAGBYYYHtIBCDMwODlqMGoxqAIAAsAIA&sourceid=chrome&ie=UTF-8

Vertretung in Deutschland Europäische Kommission (22.06.2022)
Europäischer Grüner Deal: Weniger chemische Pestizide, umfassende Renaturierung

https://germany.representation.ec.europa.eu/news/europaischer-gruner-deal-weniger-chemische-pestizide-umfassende-renaturierung-2022-06-22_de

Produktdatenblatt ARA, Ecorobotix, 2023

<https://ecorobotix.com/de/ara/>

Pflanzenschutz-Preisliste 2023, BayWa, Januar 2023

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Flächendaten Neusling.....	10
Tabelle 2: Behandlungsdaten Neusling Spot Spray-Technik.....	10
Tabelle 3: Behandlungsdaten Neusling Praxis flächig.....	11
Tabelle 4: Flächendaten Breitfeld.....	11
Tabelle 5: Behandlungsdaten Breitfeld Spot Spray-Technik.....	12
Tabelle 6: Behandlungsdaten Breitfeld Praxis flächig.....	12
Tabelle 7: Flächendaten Breitfeld Mulchsaat.....	13
Tabelle 8: Behandlungsdaten Spot Spray Technik.....	13
Tabelle 9: Behandlungsdaten Praxis flächig.....	13
Tabelle 10: Behandlungsdaten Kohlkeimlinge Erdflöhe.....	20
Tabelle 11: Mengen an ausgebrachter Spritzbrühe der einzelnen Termine auf Fläche 1.....	40

Tabelle 12: Mengen an ausgebrachter Spritzbrühe der einzelnen Termine auf Fläche 2	41
Tabelle 13: tatsächlich verbrauchte Mengen an Herbiziden je ha im Vergleich auf Fläche 2	42
Tabelle 14: Mengen an ausgebrachter Spritzbrühe der einzelnen Termine auf Fläche 2	43
Tabelle 15: tatsächlich verbrauchte Mengen an Herbiziden je ha im Vergleich auf Fläche 3	44
Tabelle 16: Verbrauch von Spritzbrühe auf jew. Fläche bei verschiedenen Salatsätzen	49
Tabelle 17: Kosten der Behandlung in Kulturwoche 3	50

Diagrammverzeichnis

Diagramm 1: Wirkung nach der jeweiligen Behandlung (nach Beh. 1-2: Wirkung insg. abgeschätzt, nach Beh. 3-6, jeweils 10 Unkräuter markiert, bestimmt und Wirkung bonitiert – hier Durchschnitt angegeben)	23
Diagramm 2: Abschlussbonitur Unkrautwirkung der jew. Varianten (aus den behandelten Flächen je 4 zufällig verteilte Parzellen mit 1,5 x 5 m bonitiert, Unbehandelt: 12 x 3 m)	24
Diagramm 3: Wirkung nach der jeweiligen Behandlung (nach Beh. 1.: je 5 Unkräuter markiert und bonitiert. Nach Beh. 2-3: je 10 Unkräuter markiert und Wirkung bonitiert – hier Durchschnitt angegeben)	30
Diagramm 4: Abschlussbonitur Unkrautwirkung der jew. Varianten (aus den behandelten Flächen je 4 zufällig verteilte Parzellen mit 1,8 x 5 m bonitiert, Unbehandelt: 10,8 x 3 m)	31
Diagramm 5: Wirkung nach der jeweiligen Behandlung (nach Beh. 1.: je 5 Unkräuter markiert und bonitiert. 2-4, jeweils 10 Unkräuter markiert und Wirkung bonitiert – hier Durchschnitt angegeben)	33
Diagramm 6: Abschlussbonitur Unkrautwirkung der jew. Varianten (aus den behandelten Flächen je 4 zufällig verteilte Parzellen mit 1,8 x 5 m bonitiert, Unbehandelt: 10,8 x 3 m)	34
Diagramm 7: Erträge der Varianten auf Fläche 1 mit Größenverteilung	37
Diagramm 8: Gesamterträge der jew. 4 Ernteparzellen der Varianten auf Fläche 1	37
Diagramm 9: Erträge der Varianten auf Fläche 2 mit Größenverteilung	38
Diagramm 10: Gesamterträge der jew. 4 Ernteparzellen der Varianten auf Fläche 2	38
Diagramm 11: Erträge der Varianten auf Fläche 3 mit Größenverteilung	38
Diagramm 12: Gesamterträge der jew. 4 Ernteparzellen der Varianten auf Fläche 3	39
Diagramm 13: Einsparung an Spritzbrühe gegenüber flächiger Behandlung auf Fläche 1	41
Diagramm 14: Einsparung an Spritzbrühe gegenüber flächiger Behandlung auf Fläche 2	42
Diagramm 15: Einsparung an Spritzbrühe gegenüber flächiger Behandlung auf Fläche 2	43

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Technische Daten aus dem Produktdatenblatt ARA-Pflanzenschutzspritze Ecorobotix (2023)	6
Abbildung 2: Schematischer Aufbau am Schlepper der ARA-Pflanzenschutzspritze (Produktdatenblatt ARA, Ecorobotix, 2023)	6
Abbildung 3: Applikationsmöglichkeiten mit der ARA-Pflanzenschutzspritze (Produktdatenblatt ARA-Pflanzenschutzspritze, Ecorobotix, 2023)	7
Abbildung 4: Bereits im Keimblattstadium finden flächige Behandlungen mit Insektiziden im Kohlanbau statt, der Großteil der Spritzbrühe landet dabei auf blankem Boden	8
Abbildung 5: Kreuzkraut und Petersilie mit Schäden, in vielen Heil- und Gewürzpflanzenkulturen gibt es kaum kulturpflanzenverträgliche Bekämpfungsmöglichkeiten für Kreuzkraut	8
Abbildung 6: Abstecken der Versuchsfläche 1 in Neusling, 1,8 m Beet mit 4 Doppelreihen je Beet, 18.04.2023	10
Abbildung 7: Versuchsfläche 2 Breitfeld, 1,8 m Beetbreite, 6 Reihen je Beet, 01.06.2023	11
Abbildung 8: Versuchsfläche Breitfeld Mulchsaat, 1,8 m Beetbreite, 6 Reihen je Beet, 01.06.2023	12
Abbildung 9 Behandlung 14.06. (B=Beloukha)	14
Abbildung 10 : Wirkung 19.06. mit 50 % bewertet	14
Abbildung 11: Behandlung 19.06. (P=Praxismittel)	14
Abbildung 12: Wirkung 26.06. mit 100 % bewertet	14
Abbildung 13: Bonitur- und Ernteparzelle auf Fläche 1, vor und nach der Parzelle wurden Zwiebel entfernt, um für die Ernte eine klare Abgrenzung zu haben	15
Abbildung 14: Die Ernteparzellen konnten maschinell sauber getrennt geerntet werden. Nach Erreichen der Freiflächen vor der nächsten Ernteparzelle – lief der Roder vorab leer	15
Abbildung 15: Erntekisten der Zwiebel nach Rodung auf Fläche 2	16
Abbildung 16: Distelbehandlung am Feld Ottmaring	17
Abbildung 17: Distelpflanzen am Feld Ottmaring	17
Abbildung 18: Satz 1 frisch gepflanzt (3.-4. Laubblatt), da sich beim Testlauf herausstellte, dass bei roten Salaten keine vollständige Erkennung durch die ARA-Pflanzenschutzspritze erfolgte. Deshalb wurden zur Ermittlung des Einsparpotentials nur grüne Sorten verwendet	18
Abbildung 19: Satz 2 in der 2.-3. Kulturwoche – in diesem Stadium fanden intensive Pflanzenschutz-Maßnahmen statt	18
Abbildung 20: Satz 3 im mittleren – späten Kulturstadium – in diesem Stadium fanden die letzten Pflanzenschutz-Maßnahmen statt	18
Abbildung 21: Bereits aufgelaufene Unkräuter zwischen den Salatpflanzen wurden mit der Spot-Spray-Technik im Nachauflauf behandelt	19
Abbildung 22: Die ARA-Pflanzenschutzspritze im Einsatz auf der Kohlversuchsfläche. Die Kulturpflanzen waren im Keimlingsstadium und es war fast nur blanker Boden zu sehen. In diesem Stadium besteht große Gefahr durch Totalschäden durch Kohlerdföhe und es wird sehr häufig flächig behandelt	20
Abbildung 23: Um den Wirkstoff noch besser in den Wurzelraum zu bekommen wurde in den Pflanzreihen mit Gießkannen nachgegossen, die Wassermenge entsprach dabei rund 3 – 5 mm/m ²	20
Abbildung 24: Starkregen am 2.Mai. Hinten links befinden sich die Versuchsparzellen	21
Abbildung 25: Beikraut im Keimblattstadium neben Zwiebel im Bügelstadium wurde bei der ersten Behandlung gut benetzt	22
Abbildung 26: Bekämpfungserfolg am 08.05.2023 ist gut zu erkennen, abgebranntes Keimblattunkraut	22
Abbildung 27: Wirkung des 4er Mix vom 14.06.2023 am 25.06.2023 fotografiert und bonitiert	25
Abbildung 28: Wirkung Beloukha Applikation vom 14.06.2023 am 26.06.2023 bonitiert und fotografiert. Größere Beikräuter (hier Weißer Gänsefuß) waren durch Pelargonsäure nicht ausreichend bekämpfbar (Abschirmeffekt)	25
Abbildung 29: Franzosenkraut (KB) am 22.05.2023 zum Zeitpunkt der Pflanzenschutzmaßnahme	25
Abbildung 30: Franzosenkraut acht Tage nach der Pflanzenschutzmaßnahme, am 01.06.2023. Im Keimblattstadium lassen sich Beikräuter bei passender Witterung sehr gut mit Pelargonsäure bekämpfen	25
Abbildung 31: Auch größerer Flohknöterich konnte mit den „scharfen Praxismischungen“ noch gut und kulturschonend in der Einzelpflanzenbehandlung bekämpft werden	26
Abbildung 32: Kontrollparzelle (nur Voraufauf behandelt vor Versuchsbeginn) mit Flohknöterich, Franzosenkraut und weißer Gänsefuß am 06.07.2023	26

Abbildung 33: Die mit „ARA-Praxismittel“ behandelte Parzelle wurde am 06.07.2023 bewertet. Der Zustand wurde als weitestgehend Beikrautfrei bonitiert. Gräser wurden nicht extra behandelt und bonitiert.....	27
Abbildung 34: Die mit Pelargonsäure behandelte Parzelle, appliziert durch die ARA-Pflanzenschutzspritze; zeigte vereinzelt nicht ausreichend bekämpfte Restbeikräuter am 06.07.2023	27
Abbildung 35: Die Parzelle mit reduzierter flächiger Praxisbehandlung zeigte am.....	28
Abbildung 36: Versuchsfläche 2 im ersten Laubblattstadium am 17.05.2023. Die frühe Zwiebelentwicklung war langsam aber mit vollständigem Aufgang	29
Abbildung 37: Vereinzelt auftretender Zweizahn konnte auch in größerem Wachstumsstadium noch gut mit Praxismitteln bekämpft werden.	30
Abbildung 38: Spätverunkrautung am 17.08.2023 (bestehend aus 60 % Weißer Gänsefuß und je 10 % schwarzer Nachtschatten, Löwenzahn, Ackerwinde), links: Einzelpflanzenbehandlung mit Praxismitteln, rechts: Einzelpflanzenbehandlung mit Pelargonsäure, im Vordergrund: Praxisbestand ohne Spätverunkrautung.....	32
Abbildung 39: Versuchsfläche 3 im 1. Laubblattstadium am 17.05.2023, trotz rund 2 Wochen späterer Saat war das Zwiebelstadium an diesem Termin vergleichbar mit der Versuchsfläche 2	33
Abbildung 40: Hundspetersilie bei Behandlung fotografiert am 07.06.2023.....	35
Abbildung 41: Geringer Wirkungsgrad bei der Bekämpfung von Hundspetersilie nach Behandlung am 19.06.2023	35
Abbildung 42: Kamille bei Behandlung am 07.06.2023	35
Abbildung 43: Kaum Wirkung bei Kamille nach Behandlung am 19.06.2023.....	35
Abbildung 44: Zweizahn (mit Vorschädigung) bei Behandlung. 07.06.2023	35
Abbildung 45: Zweizahn nach Behandlung. am 19.06.2023.....	35
Abbildung 46: Wirksymptome der Distelbehandlung am 01.06.2023 in Breitfeld	36
Abbildung 47: Videoausschnitt – dunkle Flecken am Boden geben Aufschluss auf erkannte und benetzte Kohlkeimlinge, in der Einstellung All Green wurde auch Unkraut benetzt falls vorhanden.....	45
Abbildung 48: Aufnahme kurz nach Behandlung mit deutlich sichtbarer Benetzung der Kohlkeimlinge.....	46
Abbildung 49: benetzte Salatpflanzen sind an dunklen Kreisen (feuchter Boden) um die Kulturpflanzen erkennbar, bei grünen Arten werden alle Pflanzen erkannt, bei roten Arten werden die Pflanzen nur teilweise erkannt (rechts und links oben)	48
Abbildung 50: Videoausschnitt – Grüner Lollo Salat wird erkannt und benetzt	48
Abbildung 51: Videoausschnitt Unkrautbehandlung ohne Schutzzone bei grünem Lollo Salat, dunkle Flecken weisen auf erkanntes und benetztes Unkraut hin.....	49