

## Effizienz von Triazinon-haltigen Wirkstoffkombinationen zur Bekämpfung von Gänsefuß-Herkünften (*Chenopodium album* L.) mit verschiedenen Punktmutationen in Zuckerrübe

*Efficiency of combinations of active ingredient containing triazinone to combat goosefoot origins (*Chenopodium album* L.) with point mutation in sugar beets*

**Antje-Viola Kalfa<sup>1\*</sup>, Franz Stuke<sup>1</sup>, Iris Henneken<sup>2</sup>, Verena Haberlah-Korr<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ADAMA Deutschland GmbH, Edmund-Rumpler-Str. 6, 51149 Köln

<sup>2</sup>FH-Südwestfalen, Lübecker Ring 2, 59494 Soest

\*Korrespondierende Autorin, antje-viola.kalfa@adama.com

DOI 10.5073/jka.2020.464.054



### Zusammenfassung

In einem Halbfreiland-Gefäßversuch an der Fachhochschule Südwestfalen in Soest wurde 2018 und 2019 die Wirkung verschiedener Zuckerrübenherbizide auf verschiedene Herkünfte von weißem Gänsefuß (*Chenopodium album*, CHEAL) untersucht, die über bekannte Resistenzen gegen Metamitron aufgrund nachgewiesener Punktmutationen verfügen. In praxisüblichen Aufwandmengen wurden die Herbizide Metamitron, Ethofumesat und auch Kombinationen aus Ethofumesat + Phenmedipham + Desmedipham, sowie aus Metamitron + Quinmerac + Ethofumesat + Phenmedipham + Desmedipham jeweils einmalig im Keimblattstadium oder im 1-2-Blattstadium des Weißen Gänsefußes eingesetzt. Untersucht wurden eine sensitive Herkunft (Bingen) sowie drei Herkünfte mit unterschiedlichen Punktmutationen (Bröckel, Kortessem, Warpke).

Die fehlende Wirksamkeit beim Einzelwirkstoff Metamitron wurde bei allen Mutanten erwartungsgemäß sehr deutlich. In 2018 erzielten Wirkstoffkombinationen aus Phenmedipham + Desmedipham + Ethofumesat deutliche Wirkungsverstärkungen, wobei erst durch die auch in der Praxis angewandte Kombination mit zusätzlich Metamitron + Quinmerac bei der Behandlung im Laubblattstadium die erwünschten hohen Wirkungsgrade erreicht wurden. In 2019 wurden durch die Anwendung der Kombination mit fünf Wirkstoffen im Keimblattstadium nur bei der sensitiven Herkunft (Bingen) hohe Wirkungsgrade (WG) erzielt (95 % WG). Die Laubblattbehandlung erzielte dagegen bei der Herkunft aus Bingen (sensitiv) 85 % WG und bei der Herkunft Bröckel („Leu218Val“) 86 % WG.

**Stichwörter:** *Chenopodium album*, Herbizide, Metamitron, Punktmutation, Resistenz, Zuckerrüben

### Abstract

At the Fachhochschule Südwestfalen (University of Applied Sciences) in Soest semi-field pot trials were carried out in 2018 and 2019 to assess the efficacy of different sugar beet herbicides on different origins of white goosefoot (*Chenopodium album*, CHEAL), with known resistance against Metamitron due to established point mutations. The herbicides metamitron, ethofumesat, and a combination of ethofumesat + phenmedipham + desmedipham as well as a combination of metamitron + quinmerac + ethofumesat + phenmedipham + desmedipham were applied once in the cotyledon or in the 1-2 leaf stage with common application rates. A sensitive origin (Bingen) and three origins with different point mutations were studied (Bröckel, Kortessem, Warpke).

The lack of efficacy of the active ingredient metamitron was obvious in all mutants, as expected. In 2018 the combination of phenmedipham + desmedipham + ethofumesat achieved clearly enhanced effects, even though only the commonly (in practice) applied combination which included metamitron + quinmerac as well, achieved the desired high efficacies when applied at the 1-2 leaf stage. In 2019 high efficacy levels were only reached by the treatment with the combination of the five active ingredients in the cotyledon stage in the sensitive (Bingen) origin (95% efficiency), whereas in the 1-2 leaf stage treatment only 85% (origin Bingen) and 86% efficiency (origin Bröckel „Leu218Val“) was achieved.

**Keywords:** *Chenopodium album*, herbicide, metamitron, point mutation, resistance, sugar beets

### Einleitung

Der Weiße Gänsefuß (*Chenopodium album* L., CHEAL) ist eines der bedeutendsten Unkräuter in Hackfrüchten, besonders der Zuckerrübe. Er schädigt die Zuckerrübe durch Nährstoffentzug und Beschattung. Gleichzeitig hat er ein hohes Vermehrungspotential. Ab 2009 wurde ein langjähriges

Monitoring zur Wirksamkeit von Photosystem II (PS-II-Inhibitoren) bei *Chenopodium album* durchgeführt; in den ersten drei Jahren als Gemeinschaftsprojekt von Adama/IfZ Göttingen (KALFA et al., 2012; VARRELMANN und KALFA, 2013; ADAMA, 2019). Es zeigte sich, dass ca. 24 % der analysierten Proben von Verdachtsflächen aus den Jahren von 2009 bis 2018 Punktmutationen im psbA-Gen des Weißen Gänsefußes aufwiesen, die zu einer verminderten Wirkung auf PS-II Inhibitoren, wie Metamitron und anderen Triazinonen führen. 76 % der Proben von den Verdachtsflächen trugen jedoch das Wildtypallel des psbA-Gens.

### Material und Methoden

Es wurde die Wirkung einer einmaligen Behandlung von vier verschiedenen Herbiziden bzw. Herbizidkombinationen auf vier Herkünfte von *Chenopodium album* (CHEAL) im Keimblattstadium und 1-2-Blattstadium untersucht (Tab. 1 + 2). Bei den vier CHEAL-Herkünften handelt es sich um eine sensitive Herkunft und drei Herkünften mit Punktmutationen im psbA-Gen, das für das D1-Protein im Photosystem II kodiert (Ser264Gly, Ala251Val und Leu218Val). Der Versuch wurde in Töpfen (18 x 18 cm), gefüllt mit gedämpftem Mutterboden, als randomisierte Blockanlage in 6-facher Wiederholung angelegt. Die Aussaat erfolgte 2018 am 23.04.18 und 2019 am 16.04.2019. Die Daten der Behandlungen sind in Tab. 2 dargestellt. Jede CHEAL-Herkunft wurde randomisiert in einem Block aufgestellt und die unbehandelte Kontrolle zur besseren Vergleichbarkeit daneben (Abb. 1). Im Jahr 2018 wurden die CHEAL-Samen für jeden Topf einzeln abgezählt, im Jahr 2019 wurde das TGK für jede Herkunft bestimmt und die Samen für jeden Topf abgewogen. Da sich in dem Versuch 2018, trotz durchgeführter Keimversuche, bei einigen Herkünften eine sehr geringe Anzahl Pflanzen je Topf befand, wurde im Jahr 2019 bei problematischen Herkünften mit höheren Aussaatmengen gearbeitet (Tab. 1). Außerdem wurden für die Ansaat im Jahr 2019 nur dunkle (ausgereifte) Samen des Weißen Gänsefußes verwendet. Um ein gutes Auflaufen des CHEAL zu gewährleisten, wurde nach Bedarf gewässert. Der Wirkungsgrad (WG) wurde über eine visuelle Schätzmethode in Anlehnung an die EPPO-Richtlinie PP 1/52(3) (EPPO, 2006) ermittelt. Dabei wurde jede behandelte Variante mit einer unbehandelten Variante verglichen und ein WG in % geschätzt (0 % = keine Wirksamkeit, 100 % = volle Wirksamkeit). Dieser geschätzte WG berücksichtigt sowohl Deckungsgrad und Pflanzenanzahl, als auch Merkmale zur allgemeinen Vitalität der behandelten Unkräuter (z. B. Wuchsdepressionen).

**Tab. 1** Getestete CHEAL-Herkünfte, ihre Mutationsstelle und die Aussaatstärken 2018 und 2019.

**Tab. 1** Tested CHEAL-origins, their mutation sites and seed rates 2018 and 2019.

Herkunft	Mutationsstelle	Resistenz gegen Metamitron	Aussaatmenge (Anzahl Samen/Topf)	
			2018*	2019**
Bingen	Sensitiv	---	125	148 (115 mg)
Kortesse	Ser264Gly	x	100	250 (135 mg)
Warpke	Ala251Val	xx	125	150 (97 mg)
Bröckel	Leu218Val	xx	50	143 (100 mg)

--- = sensitiv, x = Resistenz, xx = ausgeprägte Resistenz, xxx = starke Resistenz; \* = abgezählte Samen; \*\* = abgewogene Samen



**Abb. 1** Versuchsübersicht über den Halbfreilandversuch in Soest (Aufnahme: 27.05.2019, Aussaat: 12.04.2019); Behandlungstermine entsprechend Plan (Tab. 2).

**Fig. 1** Overview over the semi-field trial in Soest (Picture taken: 27.05.2019, sowing date: 12.04.2019); treatment dates according to plan (Tab. 2).

**Tab. 2** Herbizidvarianten der Nachauflaufbehandlung im Halbfreilandversuch. Die Behandlung erfolgte im Keimblatt- und 1-2-Laubblatt-Stadium, Soest 2018/19.

**Tab. 2** *Post emergence herbicide variants in the semi-field trials. Herbicides were applied in cotyledon and 1-2 leaf-stages, Soest 2018/19.*

Var.	Präparat	Wirkstoffe	Stadium	Aufwand- menge /ha	Behandlungsdatum	
					2018	2019
1	unbehandelte Kontrolle		-			
2	Stemat	500 g/l Ethofumesat	KB*	0,51 l		
3	Belvedere Extra	260 g/l Ethofumesat 200 g/l Phenmedipham 65 g/l Desmedipham	KB	1,3 l	17.05.2018 (Warpke & Bingen)	07.05.2019 (Bingen, Warpke, Bröckel)
4	Belvedere Extra + Goltix Titan	260 g/l Ethofumesat 200 g/l Phenmedipham 65 g/l Desmedipham 1050 g/l Metamitron 80 g/l Quinmerac	KB	1,3 + 2,0 l	22.05.18 (Bröckel & Kortessem)	14.05.2019 (Kortessem)
5	Goltix Gold	1400 g /l Metamitron	KB	2,0 l		
6	Stemat	500 g/l Ethofumesat	LB**	0,51 l		
7	Belvedere Extra	260 g/l Ethofumesat 200 g/l Phenmedipham 65 g/l Desmedipham	LB	1,3 l		
8	Belvedere Extra + Goltix Titan	260 g/l Ethofumesat 200 g/l Phenmedipham 65 g/l Desmedipham 1050 g/l Metamitron 80 g/l Quinmerac	LB	1,3 + 2,0 l	24.05.2018 (alle Herkünfte)	21.05.2019 (alle Herkünfte)
9	Goltix Gold	1400 g /l Metamitron	LB	2,0 l		

\* = Keimblatt; \*\* = 1-2-Laubblatt



**Abb. 2** Verschiedene CHEAL-Herkünfte nach der Behandlung mit Metamitron im Laubblatt-Stadium (2019, 41 Tage nach Behandlung (DAT)); Bingen/sensitiv (links), Bröckel /Leu218Val (mitte) und Warpke/Ala251Val (rechts).

**Fig. 2** *Different CHEAL biotypes treated with metamitron in the first leaf stage (2019, 41 days after treatment (DAT)); Bingen/sensitive (left), Bröckel/Leu218Val (middle,) and Warpke/Ala251Val (right).*

## Ergebnisse

Bei den Keimblatt-Behandlungen mit Metamitron wurden bei der Herkunft Bingen (sensitiv) WG von 78 % (2018) und 70 % (2019) erzielt (Abb. 3, Minimum- und Maximum-Balken). Bei den Herkünften mit ausgeprägter Resistenz (Tab. 1) fiel die Wirkung erwartungsgemäß auf 5 bzw. 2 % (Warpke) und 7 bzw. 3 % (Bröckel) ab, die resistente Herkunft Kortessem lag mit 23 und 40 % WG (2018 und 2019) dazwischen.

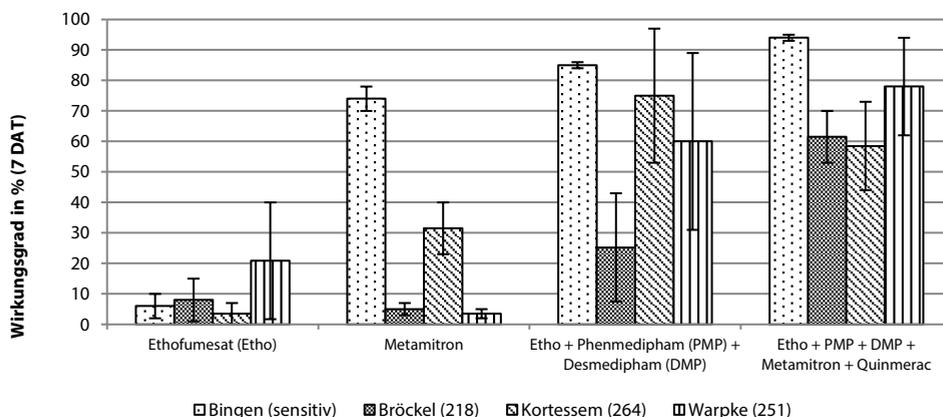
Die WG der Behandlung im Laubblattstadium fielen 2018 niedriger aus als die Werte der Behandlung im Keimblatt-Stadium, während sich 2019 genau das gegensätzliche Bild zeigte (Abb. 3 und 4). So wurden z.B. bei der Herkunft Bingen (sensitiv) 2019 der WG von 70 % im Keimblatt auf 85 % im Laubblatt-Stadium gesteigert. Dagegen lagen die Werte 2018 bei 78 % WG im Keimblatt und 70 % im Laubblatt-Stadium.

Bei einer Behandlung mit den drei Wirkstoffen Ethofumesat + Phenmedipham + Desmedipham wurden im Vergleich zu den Einzelwirkstoffen deutliche Wirkverbesserungen erzielt. Bei der

Herkunft Bingen (sensitiv) bis 86 % WG in der Keimblatt- und max. 91 % WG in der Laubblatt-Behandlung. Auch die Herkunft Warpke wurde mit 89 % WG in der Keimblatt- und 100 % WG in der Laubblatt-Behandlung 2018 gut erfasst. Im Jahr 2019 wurde dagegen nur WG von 31 bzw. 47 % erzielt. Bei den anderen beiden Herkunftswerten schwankten die Werte in den Behandlungen zwischen 8 bzw. 97 % WG.

Die einmalige Behandlung mit fünf Wirkstoffen (Var. 4 und 8, Tab. 2) zeigte bei der sensitiven Herkunft Bingen sowohl 2018 als auch 2019 gute WG. In 2018 lag der WG bei der sensitiven Herkunft Bingen bei 93 % im Keimblatt-Stadium und 95 % im Laubblatt-Stadium. In 2019 wurden 85 % WG im Laubblatt-Stadium und 95 % WG im Keimblatt-Blattstadium erreicht. Die Behandlung mit fünf Wirkstoffen führte bei der resistenten Herkunft Warpke in 2018 im Keimblatt-Stadium als auch im Laubblatt-Stadium zu sehr hohen WG mit 95 % bzw. 98 %. Im Jahr 2019 fielen die Werte dagegen ab. Sie lagen zwischen 62 % in der Keimblatt-Behandlung und 50 % in der Laubblatt-Behandlung (Tab. 3).

Die Mittelwerte über die Jahre sind in den Abbildungen 3 und 4 angegeben. Es zeigte sich, dass sich mit einer einmaligen Ethofumesatbehandlung weder im Keimblatt- noch im Laubblatt-Stadium gute Werte erzielen ließen. Mit Metamitron als Einzelwirkstoff wurde nur die sensitive Herkunft Bingen erfasst. Im Mittel über die Jahre wurden WG von 74 % in der Keimblatt-Behandlung und 78 % in der Laubblatt-Behandlung erzielt. Es zeigten sich auch gut die unterschiedlichen Resistenzausprägungen der verschiedenen Herkunftswerte gegenüber Metamitron. Kortessesem ist als resistent eingestuft und konnte mit unbefriedigenden WG von 32 bzw. 33 % erfasst werden. Die ausgeprägt resistenten Herkunftswerte Warpke und Bröckel lagen bei Werten von 4-5 % in der Keimblatt-Behandlung und 19 bzw. 12 % in der Laubblatt-Behandlung noch deutlicher darunter. In den Varianten mit Kombinationen aus drei oder fünf Wirkstoffen wurden deutliche Wirkverbesserungen erzielt. Die besseren WG wurden meist in der Variante mit 5 Wirkstoffen erreicht. Die sensitive Herkunft wurde jeweils am besten erfasst. Insgesamt zeigte die Behandlung im Laubblatt-Stadium tendenziell die besseren Ergebnisse. Die WG lagen in der Regel über 70 %. In der Keimblatt-Behandlung zeigten sich größere Schwankungen. Hier waren es 25 % WG bei Herkunft Bröckel (drei Wirkstoffe) bis 86 % WG bei Herkunft Warpke (fünf Wirkstoffe).



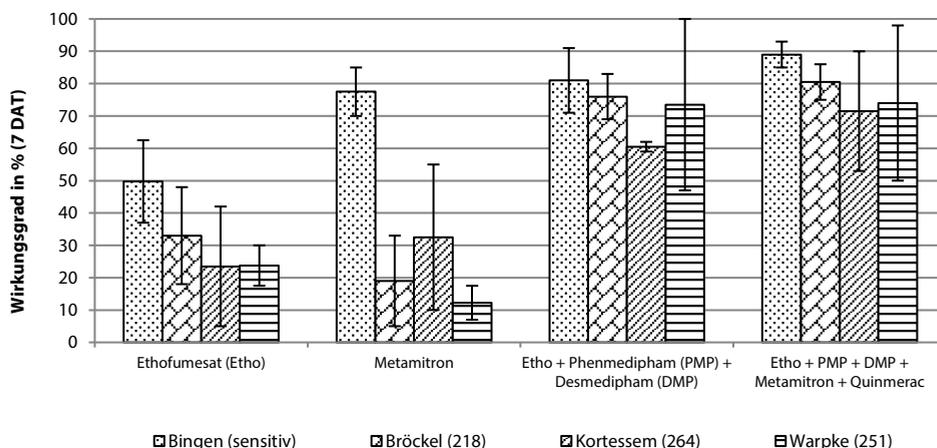
**Abb. 3** Keimblatt-Behandlung: Mittlerer Wirkungsgrad der Herbizide je CHEAL-Herkunft 7 Tage nach Applikation (DAT), Balken = Minimum und Maximum Werte, n=2 (2018-2019).

**Fig. 3** Treatment in the cotyledon stage: average efficiencies of the different herbicides per CHEAL-origins 7 days after treatment (DAT), bar = minimum and maximum values, n=2 (2018-2019).

**Tab. 3** Mittelwerte der erzielten Wirkungsgrade (7 DAT) der Behandlungen von CHEAL-Herkünften mit Einzelwirkstoffen und Wirkstoffmischung im Keimblatt- und Laubblatt-Stadium in den Jahren 2018 und 2019, 6 Wiederholungen.

**Tab. 3** Average efficacies (7 DAT) of the different single active ingredients and combinations thereof per CHEAL-origins at the cotyledon- and leaf-stage treatment in the years 2018 and 2019, 6 replications.

Versuchsjahr Produkt/Wirkstoff/Herkunft	Keimblatt-Varianten (7 DAT)		Laubblatt-Varianten (7 DAT)	
	2018	2019	2018	2019
<b>Stemat (Ethofumesat)</b>				
Mittelwerte der Wirkungsgrade				
Bingen (sensitiv)	10	2	37	63
Bröckel	15	1	48	18
Kortesse	7	0	42	5
Warpke	40	2	30	18
<b>Goltix Gold (Metamitron)</b>				
Bingen (sensitiv)	78	70	70	85
Bröckel	7	3	5	33
Kortesse	23	40	10	55
Warpke	5	2	7	18
<b>Belvedere Extra (Ethofumesat+Phenmedipham+ Desmedipham)</b>				
Bingen (sensitiv)	84	86	71	91
Bröckel	43	8	83	69
Kortesse	53	97	62	59
Warpke	89	31	100	47
<b>Belvedere Extra + Goltix Titan (Ethofumesat+Phenmedipham+ Desmedipham+Metamitron+ Quinmerac)</b>				
Bingen (sensitiv)	93	95	93	85
Bröckel	70	53	75	86
Kortesse	44	73	90	53
Warpke	94	62	98	50



**Abb. 4** Laubblatt-Behandlung: Mittlerer Wirkungsgrad der Herbizide je CHEAL-Herkunft 7 Tage nach Applikation (DAT), Balken = Minimum und Maximum Werte, n=2 (2018-2019).

**Fig. 4** Treatment in the leaf stage: average efficiencies of the different herbicides per CHEAL-origins 7 days after treatment (DAT), bar = minimum and maximum values, n=2 (2018-2019).

## Diskussion

In den zweijährigen Untersuchungen wies der Wirkstoff Metamitron eine hohe Wirksamkeit gegenüber der sensitiven Herkunft Bingen auf. Zudem bestätigten diese Untersuchungen, dass die untersuchten Herkünfte, die Punktmutationen im *psbA*-Gen tragen, eine verminderte Sensitivität gegenüber diesem Wirkstoff, der zur HRAC Gruppe C1 gehört, zeigten. Die vorliegenden Ergebnisse bezüglich der Wirkung von Metamitron auf CHEAL-Herkünfte mit Punktmutation bestätigen tendenziell bisherige Untersuchungen unter Gewächshausbedingungen (THIEL und VARRELMANN, 2013), unter Freilandbedingungen (AGRIKOLA und PETERSEN, 2012; VARRELMANN und KALFA, 2013) und unter Halbfreilandbedingungen (STUKE et al., 2018).

Die einmalige Applikation des Wirkstoffes Ethofumesat, der aus der HRAC-Gruppe N stammt, zeigte in den zweijährigen Versuchen bei der Keimblatt-Behandlung im Mittel der Jahre 2018/2019 erwartungsgemäß einen geringen WG gegenüber der sensitiven CHEAL-Herkunft Bingen. Der WG lag mit 50 % im Mittel der Jahre 2018/2019 bei der Laubblatt-Behandlung deutlich höher. Die weniger gute Wirkung bei alleiniger Anwendung von Ethofumesat auf *C. album* wird damit bestätigt (ADAMA INTERN, 2005). Eine leichte Wirkungsverbesserung im Vergleich zur Keimblatt-Behandlung konnte auch bei den drei Herkünften mit Punktmutationen im *psbA*-Gen festgestellt werden (Abb. 3 + 4).

In der Vergangenheit konnte in verschiedenen Freilandversuchen auf Standorten mit natürlichen Vorkommen an CHEAL-Biotypen mit Punktmutation im *psbA*-Gen gezeigt werden, dass besonders Kombinationen aus unterschiedlichen Wirkstoffgruppen und in der vollen zugelassenen Aufwandmenge im Rahmen von drei Splittinganwendungen gute Wirkungseffekte erzielen. So wurden in einem Feldversuch 2012 in Deutschland die unbefriedigende Wirkung von Metamitron auf CHEAL-Biotypen gefunden. Erst durch eine Kombination von Metamitron + Phenmedipham + hoher Aufwandmenge an Ethofumesat (1000 g/ha a.i.) konnten WG deutlich über 90 % erreicht werden (VARRELMANN und KALFA, 2013; VARRELMANN, 2013). Zu ähnlichen Ergebnissen kommen in einem Freilandgefäßversuch 2011 AGRIKOLA und PETERSEN (2012). Sie stellten fest, dass CHEAL-Biotypen mit Resistenzen gegenüber Triazinonen in üblichen Herbizidkombinationen mit Ethofumesat noch ausreichend zu kontrollieren sind. Die Anwendung von Mehrfach-Kombinationen mit unterschiedlichen Wirkmechanismen (HRAC-Klassen: C1, N, O) führt zur Wirkungsverstärkung und ist im Resistenzmanagement zielführend, wenn es um die Kontrolle von resistenten CHEAL-Biotypen geht.

Das konnte auch mit der geprüften fünffach-Kombination aus Metamitron + Quinmerac + Desmedipham + Phenmedipham + Ethofumesat in den zweijährigen Versuchen herausgearbeitet werden, auch wenn die Ergebnisse Schwankungen aufweisen, die wahrscheinlich auch in der einmaligen Anwendung begründet sind. Da es sich um Halbfreiland Topfversuche handelt, kommen als weitere Effekte die unterschiedlichen Witterungsbedingungen, wie Temperatur und Bodenfeuchte, vor und nach der Applikation mit in Betracht. So fiel der Termin der Keimblatt-Behandlung (07.05.2019) und der ersten Bonitur nach 7 Tagen in eine sehr kühle Periode mit teilweise Temperaturen um 0° C. Die Laubblattbehandlung am 21.05.2019 wurde bei einer deutlich höheren Tagesdurchschnittstemperatur von 13,5 °C und mehr Bodenfeuchte, bedingt durch vorhergehende Niederschlagsereignisse, durchgeführt. Dies könnte die zum Teil besseren WG der Laubblattbehandlung bei den Metamitron- als auch Ethofumesat-Varianten in 2019 erklären.

Für eine erfolgreiche Unkrautbekämpfung im Zuckerrübenanbau ist es auf allen Standorten auch zukünftig wichtig, dass möglichst viele Wirkstoffe mit unterschiedlichen Wirkmechanismen der Praxis weiterhin zur Verfügung stehen, damit auch vorkommende Biotypen, die gegenüber Triazinonen und Triazinen Resistenzen zeigen, weiterhin sicher bekämpft werden können. Auf Standorten mit nachgewiesener Resistenz sind deshalb Mehrfach-Kombinationen aus Wirkstoffen der HRAC-Klassen C1, N und O in der Bekämpfung von *C. album* Biotypen zielführend. Kombinationen aus Metamitron + Quinmerac + Phenmedipham (Desmedipham) + Ethofumesat in den vollen zugelassenen Aufwandmengen und Anwendungshäufigkeiten sind weiterhin für eine bestmögliche Bekämpfung von CHEAL-Mutanten wichtig.

## Danksagung

Die vorgestellten Versuche wurden im Rahmen von Abschlussarbeiten am Fachbereich Agrarwirtschaft der FH-Südwestfalen durch die engagierte Arbeit der Studierenden Clemens Kersting (Bachelorarbeit 2019) und Lennart Albrecht-Vogelsang (Bachelorarbeit 2018) durchgeführt. Weiterhin danken wir Prof. Dr. J. Petersen, TH Bingen und Prof. Dr. M. Varrelmann, IFZ Göttingen für die Bereitstellung der unterschiedlichen Gänsefuß-Herkünfte.

## Literatur

- ADAMA intern, 2019: Vorkommen und Verbreitung verschiedener CHEAL-Biotypen in Deutschland, Ergebnis Monitoring 2009 – 2019.
- ADAMA intern, 2005: Performance of Ethosat 500 for the control of *Galium aparine*, *Stellaria media* and other broad-leaved weeds (Author Dr. N. Nelgen).
- AGRIKOLA, Y., J. PETERSEN, 2012: Bedeutung und Bekämpfungsansätze verschiedener Photosystem-II-Inhibitor-Resistenzen bei *Chenopodium album* in Zuckerrüben und Kartoffeln, DOI:10.5073/jka.2012.434.012
- EPPO, 2006: EPPO-Richtlinie PP 1/52(3): Weeds in sugar and fodder beet and industrial chicory. European and Mediterranean Plant Protection Organization.
- KALFA, A.-V., H. THIEL, M. VARRELMANN, 2012: Die Verbreitung von *Chenopodium album* Biotypen mit verschiedenen „target site“ Mutationen in verschiedenen europäischen Ländern, Julius-Kühn-Archiv **438**, 2012.
- STUKE, F., V. HABERLAH-KORR, A.-V. KALFA, 2018: Effizienz von Triazin- und/oder Triazinon-haltigen Wirkstoffkombinationen zur Bekämpfung von Gänsefuß-Herkünften mit Punktmutation. 61. Deutsche Pflanzenschutztagung, Universität Hohenheim, 11 - 14.09.2018.
- THIEL, H., M. VARRELMANN, 2013: Identification of a new PSII target site psbA mutation leading to D1 amino acid Leu218Val exchange in the *Chenopodium album* D1 protein and comparison to cross-resistance profiles of known modifications at positions 251 und 264, Pest Management Science **70**, 278-285.
- VARRELMANN, M., 2013: Weißer Gänsefuß – Resistent oder Spritzfehler? DLG Mitteilungen **4**, 66-69.
- VARRELMANN, M., A.-V. KALFA, 2013: Biotypen des Weißen Gänsefuß mit verringerter Anfälligkeit gegen Triazine und Triazinone – Verbreitung und Kontrolle, Zuckerrübe **3**, 28-32.