
Sektion 3: Herbizid-Management

Section 3: Herbicide management

Regulierungsmöglichkeiten von Wasser-Kreuzkraut (*Senecio aquaticus*) im Dauergrünland

Management practices for the control of marsh ragwort (Senecio aquaticus) in permanent grassland

Klaus Gehring*, Stefan Thyssen

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz, Lange Point 10, 85354 Freising-Weißenstephan

*Korrespondierender Autor, klaus.gehring@lfl.bayern.de



DOI 10.5073/jka.2016.452.066

Zusammenfassung

Wasser-Kreuzkraut (*Senecio aquaticus*) kann als toxische Pflanze im Wirtschaftsgrünland nicht toleriert werden. Anhand von zwei Versuchen wurden die Möglichkeiten unterschiedlicher Regulierungsmaßnahmen aufgezeigt. Neben der chemischen Bekämpfung bestätigten nicht-chemische Maßnahmen wie die gezielte Schnittnutzung, die mechanische Einzelpflanzenbekämpfung, die Ausdüngung und die Brachlegung gute bis sehr gute Regulierungsleistungen gegenüber Wasser-Kreuzkraut. Die Versuche haben auch gezeigt, dass für die nachhaltige Regulierung die Umsetzung eines standortspezifischen, integrierten Bekämpfungsverfahrens unverzichtbar ist.

Stichwörter: Aminopyralid, Herbizid, integrierte Unkrautregulierung, mechanische Unkrautbekämpfung, Pyrrolizidinalkaloide

Abstract

Marsh ragwort (*Senecio aquaticus*) is a toxic plant not acceptable in managed grassland. Two trials show different options for the control. Selective timing of cutting, mechanical weed control, fallowness and herbicide treatment are effective management practices. The results also confirmed the essential need for an integrated management system for the sustainable control of marsh ragwort.

Keywords: Aminopyralid, herbicide, integrated weed control, mechanical weed control, Pyrrolizidinalkaloide

Einleitung

Wasser-Kreuzkraut (*Senecio aquaticus*), auch Wasser-Greiskraut genannt, ist eine einheimische Kreuzkraut-Art, die bevorzugt auf Feuchtwiesen mit einer mittleren bis niedrigen Nutzungsintensität auftritt. Wasser-Kreuzkraut ist eine Kennart der artenreichen Sumpfdotterblumenwiesen (Calthion-Verband). Die Pflanzen enthalten Pyrrolizidinalkaloide (CHENG et al., 2011), die bei Warmblütern zu akuten und chronischen Gesundheitsschäden führen können (WIEDENFELD, 2011). Bei Rindern und insbesondere bei Pferden ist das Krankheitsbild als „Schweinsberger-Krankheit“ bekannt (PETZINGER, 2011). Wasser-Kreuzkraut ist daher auf Wirtschaftsgrünland als Giftpflanze zu bewerten (ETTL et al., 2013). Für die Erzeugung von gesunden, unbelasteten Futtermitteln ist ein Besatz des Grünlandaufwuchses mit Wasser-Kreuzkraut nicht akzeptabel (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 2014).

Kreuzkräuter sind Pionierpflanzen, die aufgrund ihrer Samenproduktion und der Windverbreitung der flugfähigen Samen ein hohes Ausbreitungspotenzial besitzen. Seit etwa dem Jahr 2000 wird eine tendenzielle Zunahme der Besatzdichte mit Wasser-Kreuzkraut in der süd-westlichen Grünlandregion in Bayern, im Allgäu beobachtet (GEHRING und THYSSEN, 2015). Das standortspezifisch verstärkte Auftreten von Wasser-Kreuzkraut verunsichert Landwirte hinsichtlich der Nutzungsmöglichkeit des Grünlandaufwuchses. Gleichzeitig besteht keine oder eine nur sehr begrenzte Erfahrung zur Regulierungsmöglichkeit von Wasser-Kreuzkraut in der landwirtschaftlichen Produktionspraxis. Aufgrund dieses Informationsdefizites hat der Bayerische Pflanzenschutzdienst einen Exaktversuch zur gezielten Regulierung von Wasser-Kreuzkraut

durchgeführt. Weiterhin hat sich eine Initiativarbeitsgruppe zur Problematik mit Wasser-Kreuzkraut unter der Beteiligung von Fachbehörden aus der Landwirtschafts- und Umweltverwaltung gebildet. Im Rahmen dieser Arbeitsgruppe wurde als Beratungsinitiative ein mehrjähriger Demonstrationsversuch zur Regulierung von Wasser-Kreuzkraut durchgeführt (SORG et al., 2014). Beide Versuchsansätze hatten das Ziel bekannte Regulierungsverfahren in einem Behandlungskonzept zu integrieren und die Möglichkeiten verschiedener Regulierungsverfahren unter den gegebenen Standortbedingungen zu überprüfen.

Material und Methoden

Exaktversuch

Am Standort in der Gemeinde Riedering im Landkreis Rosenheim wurde im Spätsommer 2012 ein Exaktversuch zur Regulierung von Wasser-Kreuzkraut gestartet, der mit unterschiedlichen Behandlungsverfahren bis 2014 durchgeführt wurde. Der Standort zeichnete sich als frische bis feuchte Mähwiese auf einen anmoorigen Standort aus. Der mittlere Jahresniederschlag liegt in der Region bei etwa 1300 mm. Die Mähwiese wurde vor dem Versuchsbeginn extensiv dreischürig bewirtschaftet. Die Düngung wurde bis zu Beginn der Versuchsperiode auf einem mittleren Niveau mit Wirtschaftsdünger vorgenommen. Mit Beginn des Versuches wurde die Düngungs- und Nutzungsintensität durch den bewirtschaftenden Betrieb gesteigert. Die fünfschürige Schnittnutzung wurde durch eine Gesamtstickstoffdüngung von rund 220 kg N/ha und Jahr unterstützt.

Die geprüften Behandlungsverfahren bestanden aus spezifischen Kombinationen unterschiedlicher Regulierungsmöglichkeiten: Herbizideinsatz als Flächen- und Einzelpflanzenbehandlung, unterschiedliche Art und Intensität der Nachsaat, ergänzende mechanische Einzelpflanzenbekämpfung und alternative Anwendung von Kalkstickstoff (Tab. 1). Der mehrjährige Versuch kann in drei Perioden unterteilt werden: Gestartet wurde mit einer flächigen Herbizidbehandlung mit dem Grünlandherbizid Simplex® (100 g/l Fluroxypyr + 30 g/l Aminopyralid) und dem Einsatz von Kalkstickstoff im Herbst 2012. Im Frühjahr 2013 wurden unterschiedliche Nachsaatverfahren ergänzt. Bei dem verwendeten Saatgut handelte es sich um handelsübliche Bayerische Qualitätssaatgutmischungen für Dauergrünland (D2N) bzw. für Wiesen (WN). Abschließend wurden in der Vegetationsperiode 2014 angepasste Herbizidbehandlungen mit Simplex und Banvel M® (340 g/l MCPA + 30 g/l Dicamba), mehrheitlich als gezielte Einzelpflanzenbehandlungen, sowie eine Bekämpfung durch manuelles Ausstechen ergänzt. Zum Ausstechen wurde der Telescopic Unkrautstecher W82 Fabrikat Fiskars® verwendet.

Der Exaktversuch wurde als randomisierte Parzellenanlage (18 m² je Parzelle) mit vierfacher Wiederholung angelegt. Als Erhebungen wurde der Besatz der Leitunkräuter Wasser-Kreuzkraut und Kriechender Hahnenfuß (*Ranunculus repens*) durch Bonitur des Deckungsgrades und im Jahr 2014, aufgrund des geringen Deckungsgrades, durch Auszählung (10 repräsentative Stichproben mit dem Göttinger Zählrahmen je Parzelle) erfasst. Die Ergebnisse wurde mit Hilfe der Anwendung UNISTAT® 6.5 for Windows™ (UNISTAT LIMITED, 2015) einer Kruskal-Wallis-Rangvarianzanalyse zur Überprüfung von signifikanten Unterschieden unterzogen. Eine Ertragserhebung wurde nicht durchgeführt.

Tab. 1 Anwendungsverfahren zur Regulierung von Wasser-Kreuzkraut im Exaktversuch, Riederling 2012-2014.

Tab. 1 Treatment systems for the control of marsh ragwort in the field trial, Riederling 2012-2014.

VG Nr.	Maßnahmen	Termine	Anwendungen
1	Kontrolle, unbehandelt	-	-
2	Herbizideinsatz	Sep. 2012	1,0 l/ha Simplex
	Nachsaat	April 2013	25 kg/ha D2N-Mischung
	Ausstechen	2014	4x manuell, 5890 h/ha
3	Herbizideinsatz	Sep. 2012	1,0 l/ha Simplex
	Nachsaat	April 2013	25 kg/ha WN-Mischung
	Herbizideinsatz	Mai 2014	6,0 l/ha Banvel M
4	Herbizideinsatz	Sep. 2012	2,0 l/ha Simplex
	Nachsaat	April 2013	25 kg/ha D2N-Mischung
	Herbizideinsatz	Juni 2014	3,0 l/ha Banvel M
	Herbizideinsatz	Okt. 2014	1,0 l/ha Simplex
5	Herbizideinsatz	Sep. 2012	2,0 l/ha Simplex
	Nachsaat	April 2013	50 kg/ha D2N-Mischung
	Ausstechen	2014	4x manuell, 6330 h/ha
6	Herbizideinsatz	Sep. 2012	2,0 l/ha Simplex
	Nachsaat	April 2013	25 kg/ha WN-Mischung
	Herbizideinsatz	2014	0,2 % Banvel M, 4x Einzelpflanzenbehandlung, 5440 h/ha
7	Herbizideinsatz	Sep. 2012	2,0 l/ha Simplex
	Nachsaat	April 2013	50 kg/ha WN-Mischung
	Herbizideinsatz	Juni 2014	0,2 % Banvel M, 1x Einzelpflanzenbehandlung, 2440 h/ha
8	Herbizideinsatz	Sep. 2012	2,0 l/ha Simplex
	N-Düngung	April 2013	2,0 dt/ha Kalkstickstoff
	Nachsaat	April 2013	25 kg/ha WN-Mischung
	Herbizideinsatz	2014	0,1 % Simplex, 4x Einzelpflanzenbehandlung, 4660 h/ha
9	N-Düngung	April 2013	2,0 dt/ha Kalkstickstoff
	Herbizideinsatz	Juni 2014	0,1 % Simplex, 1x Einzelpflanzenbehandlung, 2160 h/ha

Demonstrationsversuch

Am nördlichen Rand des Sulzberger Sees in der Gemarkung Markt Sulzberg (4375668.5 RW, 5284197 HW), auch Öschlesee genannt, wurde im Sommer 2011 ein Demonstrationsversuch zur Regulierung eines starken Besatzes mit Wasser-Kreuzkraut gestartet (Tab. 2). Der Versuch wurde als einfache Streifenanlage mit Großparzellen (ca. 400 m²/Parzelle) angelegt. Lediglich eine Behandlungsvariante mit rein mechanischer Regulierung durch Ausstechen von Einzelpflanzen wurde als Kleinparzelle (16 m²) in die Versuchsanlage integriert. Der Versuchsstandort wurde vor Versuchsbeginn als ökologische Ausgleichsfläche ohne Düngung und ohne Pflanzenschutzmitteleinsatz als einschürige Streuwiese genutzt. Die Fläche kann als anmooriger Feuchtwiese bezeichnet werden. Der mittlere Jahresniederschlag liegt bei 1500 mm. Die Großparzellen wurden mit praxisüblicher Gerätetechnik bewirtschaftet. Für die mechanische Einzelpflanzenbekämpfung wurde vorwiegend der Telescopie Unkrautstecher W82 Fabrikat Fiskars® eingesetzt. Die durchgeführten Regulierungsverfahren unterschieden sich grundsätzlich in Varianten mit bzw. ohne den Einsatz von Herbiziden. Für die Herbizidbehandlungen wurden die Präparate Simplex® (100 g/l Fluroxypyr + 30 g/l Aminopyralid), U46 M-Fluid® (500 g/l MCPA), U46 D-Fluid® (500 g/l 2,4-D), Dominator Neotec® (360 g/l Glyphosat) und der Zusatzstoff Mero® (733 g/l Rapsöl) verwendet. Für die Nachsaat wurden handelsübliche Bayerische Qualitätssaatgutmischungen für Dauergrünland (D2N) bzw. für Wiesen (WN) und eine spezielle Hochstaudenflur-Mischung eingesetzt. Für die Regulierung von Wasser-Kreuzkraut wurden die Faktoren Schnitttermin, Schnitthäufigkeit, Nachsaat, mineralische Ergänzungsdüngung, mechanische Einzelpflanzenbekämpfung, mechanische Flächenbehandlung, Ausdunkelung bzw. Konkurrenzleistung des Grünlandbestandes und Herbizidbehandlung in unterschiedlichen Behandlungsverfahren untersucht.

Tab. 2 Unterschiedliche Regulierungsverfahren im Demo-Versuch, Öschlesee 2011-2014.**Tab. 2** Diverent control systems in the demo-trial, Öschlesee 2011-2014.

VG Nr.	Bezeichnung, Maßnahmen	Termine	Anwendungen
1	Ausdunkeln und Nachsaat, einschüurig - Nachsaat - Nachsaat	August Aug. 2011 April 2012	Schnittnutzung- 38 kg/ha Hochstaudenflur-Mischung 50 kg/ha Hochstaudenflur-Mischung
2	Ausdunkeln, einschüurig	Sep.-Okt.	Schnittnutzung
3	Kontrolle, einschüurig	August	Schnittnutzung
4	Ausdunkeln, zweischüurig	Juni/Aug.	Schnittnutzung
5	Chemische Regulierung, dreischüurig - Herbizidbehandlung - Herbizidbehandlung - Nachsaat - N-Düngung - N-Düngung - N-Düngung	Mai/Aug./Okt. Mai 2011 Aug. 2011 April 2012 April 2012 Juni 2012 Aug. 2012	Schnittnutzung 2,0 l/ha U46-M + 2,0 l/ha U46-D + 1,0 l/ha Mero 2,0 l/ha Simplex + 1,0 l/ha Mero 15 kg/ha D2N-Nachsaatmischung 1,0 dt/ha Kalkammonsalpeter 1,0 dt/ha Kalkammonsalpeter 1,0 dt/ha Kalkammonsalpeter
6	Chemische Regulierung, zweischüurig - Herbizidbehandlung - Herbizidbehandlung - Nachsaat - N-Düngung - N-Düngung - Herbizidbehandlung - Nachsaat - N-Düngung - N-Düngung	Juni/Aug. Mai 2011 Aug. 2011 April 2012 April 2012 Juni 2012 Aug. 2012 Aug. 2012 April 2013 Juni 2013	Schnittnutzung 2,0 l/ha U46-M + 2,0 l/ha U46-D + 1,0 l/ha Mero 0,5 l/ha Dominator Neotec + 1,0 l/ha Mero 50 kg/ha D2N-Mischung 1,0 dt/ha Kalkammonsalpeter 1,0 dt/ha Kalkammonsalpeter 2,0 l/ha Simplex + 1,0 l/ha Mero 30 kg/ha WN-Mischung 1,0 dt/ha Kalkammonsalpeter 1,0 dt/ha Kalkammonsalpeter
7	Chemische Regulierung, einschüurig - Narbenabtötung - Einsaat - Nachsaat - N-Düngung - N-Düngung - Herbizidbehandlung - Nachsaat	August Aug. 2011 Aug. 2011 April 2012 April 2012 April 2013 Mai 2013 Mai 2013	Schnittnutzung 4,0 l/ha Dominator Neotec + 1,0 l/ha Mero 50 kg/ha D2N-Mischung 50 kg/ha D2N-Mischung 1,0 dt/ha Kalkammonsalpeter 1,0 dt/ha Kalkammonsalpeter 2,0 l/ha Simplex + 1,0 l/ha Mero 30 kg/ha D2N-Mischung
8	Mech. Regulierung, zweischüurig - Streigelbearbeitung - Nachsaat - Streigelbearbeitung - Nachsaat - Nachsaat	Juni/Aug. Aug. 2011 Aug. 2011 Aug. 2012 Aug. 2012 Mai 2013	Schnittnutzung 5x Grünlandstriegel + Abräumen 38 kg/ha D2N-Mischung 5x Grünlandstriegel + Abräumen 24 kg/ha D2N-Mischung 30 kg/ha D2N-Mischung
9	Mech. Einzelpflanzenbekämpfung, zweischüurig - Ausstechen + Nachsaat - Ausstechen + Nachsaat - Ausstechen + Nachsaat - Nachsaat - Ausstechen + Nachsaat - Ausstechen + Nachsaat - Ausstechen - Ausstechen + Nachsaat	Mai/Aug. April 2012 Juli 2012 Aug./Sep. '12 Mai 2013 Juni 2013 Aug. 2013 Juni 2014 Aug. 2014	Schnittnutzung 3125 h/ha + 30 kg/ha D2N-Mischung 3125 h/ha + 40 kg/ha D2N-Mischung 1250 h/ha + 31 kg/ha D2N-Mischung 30 kg/ha D2N-Mischung 1250 h/ha + 40 kg/ha D2N-Mischung 1250 h/ha + 40 kg/ha D2N-Mischung 465 h/ha 465 h/ha + 30 kg/ha D2N-Mischung
10	Ausdunkeln, Brache	-	-

Über den Versuchszeitraum von 2011 bis 2014 wurden auf den Großparzellen je vier dauerhafte, repräsentativ verteilte Kontrollflächen mit einer Größe von je 4,5 m² eingerichtet. Auf diesen Flächen wurde regelmäßig im Frühjahr nach Vegetationsbeginn und im Herbst zum Vegetationsende die Besatzdichte von Wasserkreuzkraut, Gräsern, Moosen, sonstigen Kräutern und die Bestandslücken in Form von Deckungsgraden durch Bonitur erhoben. Die Ergebnisse wurde mit Hilfe der Anwendung UNISTAT® 6.5 for Windows™ (UNISTAT LIMITED, 2015) einer Kruskal-Wallis-Rangvarianzanalyse zur Überprüfung von signifikanten Unterschieden unterzogen. Eine Ertragerhebung wurde nicht durchgeführt. Der beerntete Aufwuchs wurde aufgrund der Belastung mit Pyrrolizidinalkaloiden über eine Müllverbrennungsanlage entsorgt.

Ergebnisse

Exaktversuch

Die Flächenbehandlungen mit Simplex im September 2012 erzielten eine sehr hohe Bekämpfungsleistung gegen Wasser-Kreuzkraut. Im März 2013 konnte in diesen Behandlungsvarianten kein Besatz mit Wasser-Kreuzkraut mehr festgestellt werden (Tab. 3). Die im April 2013 ausgebrachten unterschiedlichen Nachsaatmischungen in unterschiedlicher Saatstärke erzielten witterungsbedingt eine nur sehr unzureichende Entwicklung. Die geringen Unterschiede in der Besatzdichte mit Wasser-Kreuzkraut im August 2013 sind daher nicht auf Effekte durch die unterschiedliche Nachsaat, sondern als Folgewirkung der Simplex-Behandlung zu werten. Der im Frühjahr 2013 in Variante 9 ausgebrachte Kalkstickstoff erzielte keinerlei Wirkung gegenüber Wasser-Kreuzkraut. Die in der Vegetationsperiode 2014 durchgeführten unterschiedlichen Nachbehandlungen durch Flächen- bzw. Einzelpflanzenbehandlungen mit Banvel M und Simplex reduzierten die Besatzdichte im August 2013 auf durchschnittlich 0,12 Pfl./m² über alle Behandlungsvarianten. Selbst die einmalige Einzelpflanzenbehandlung mit Simplex (VG 9) konnte nach der wirkungslosen Kalkstickstoffanwendung den Wasser-Kreuzkraut Besatz signifikant gegenüber der unbehandelten Kontrolle reduzieren. Der signifikant unterschiedliche Besatz im Vergleich der Variante 5 und 8 deutet auf eine gegebenenfalls sichere Bekämpfungsleistung der Einzelpflanzenbehandlung mit Simplex gegenüber dem Ausstechen der Einzelpflanzen hin. Aufgrund der ansonsten unterschiedlichen Einzelmaßnahmen der beiden Behandlungsvarianten kann dieser Effekt allerdings nicht kausal abgeleitet werden.

Tab. 3 Entwicklung der Besatzdichte mit Wasser-Kreuzkraut (*Senecio aquaticus*), Riedering 2013-2014.

Tab. 3 Marsh ragwort (*Senecio aquaticus*) density development, Riedering 2013-2014.

VG Nr.	Besatzdichte Wasser-Kreuzkraut						
	2013			2014			
	März (DG %)	August (DG %)	August Signifikanz*	Juli (Pfl./m ²)	August (Pfl./m ²)	August Signifikanz*	Oktober (Pfl./m ²)
1	5	13	c	5,25	1,75	c	0,20
2	0	2	b	4,20	0,15	ab	0,03
3	0	2	b	0,92	0,03	ab	0,10
4	0	1	a	2,10	0,05	ab	0,10
5	0	1	a	2,63	0,21	bc	0,13
6	0	2	b	0,92	0,15	ab	0,08
7	0	1	a	4,20	0,15	ab	0,40
8	0	0	a	0,11	0,02	a	0,05
9	5	13	c	0,79	0,17	ab	0,30

DG = Deckungsgrad, *) Kruskal-Wallis ANOVA, multipler Vergleich, post hoc t-Verteilung, $\alpha = 0,05$, unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Prüfvarianten.

Bis zum Herbst 2014 überlagerten sich die Effekte der unterschiedlichen Versuchsvarianten und die allgemeine Unterdrückung von Wasser-Kreuzkraut durch die, aufgrund der veränderten Bewirtschaftung, geförderte Wüchsigkeit der Grünlandnarbe. Eine Bewertung der relativ niedrigen Besatzdichten im Oktober 2014 hinsichtlich einer Wirkung durch die Behandlungsvarianten war nicht mehr gerechtfertigt.

Demonstrationsversuch

Die unterschiedlichen und sehr vielfältigen Regulierungsverfahren zeigten in der Auswertung der Versuchsperiode vom Herbst 2011 bis Herbst 2014 eine sehr differenzierte Auswirkung auf den Besatz mit Wasser-Kreuzkraut (Tab. 4). Die relativ besten Reduzierungsleistungen erreichten die chemischen Behandlungsvarianten (VG 5, 6, 7), die intensive mechanische Einzelpflanzenbekämpfung durch Ausstechen (VG 9) und die intensive Ausdunkelung bzw. Lichtkonkurrenz des Grünlandbestandes gegenüber Wasser-Kreuzkraut durch Brache (VG 10). Im Vergleich der Herbizidbehandlungsvarianten war eindeutig der Einsatz von Simplex für die hohe Unterdrückungsleistung ausschlaggebend. Die Vorbehandlung mit Wuchsstoffherbiziden und einer stark reduzierten Aufwandmenge von Dominator Neotec in Variante 6 waren wie auch die Narbenabtötung und Neuansaat in Variante 7 nicht zielführend. Erst die Nachbehandlung mit Simplex führte in beiden Regulierungsverfahren zu einer hohen Unterdrückungsleistung.

Eine intensive Nachsaat mit einer speziellen Hochstaudenflur-Mischung war trotz Ausdunkelungsunterstützung durch eine späte Sommerschnittnutzung im Vergleich von VG 1 und 3 unwirksam. Die Verstärkung des Ausdunkelungseffektes durch eine Verlagerung des Schnitttermins in den Frühherbst (VG 2) führte im Vergleich zu einen früheren Sommerschnitt (VG 3) dagegen zu einer signifikant höheren Unterdrückungsleistung gegenüber Wasser-Kreuzkraut. Die Orientierung des Schnitttermins an den Blühbeginn von Wasser-Kreuzkraut in VG 4 ermöglichte eine signifikant höhere Unterdrückungsleistung als das gleiche Schnittregime in Kombination mit einer mechanischen Flächenbehandlung (VG 8). Die wiederholte intensive mechanische Bekämpfung durch eine Flächenbehandlung provozierte trotz intensiver Nachsaat eine starke Regeneration von Wasser-Kreuzkraut aus den Bodensamenvorrat.

Tab. 4 Entwicklung der Besatzdichte mit Wasser-Kreuzkraut (*Senecio aquaticus*), Öschlesee 2011-2015.

Tab. 4 Marsh ragwort (*Senecio aquaticus*) density development, Öschlesee 2011-2015.

VG Nr.	Besatzdichte Wasser-Kreuzkraut				Frühjahr 2015 DG (rel. %) ¹
	Frühjahr 2011 DG (%)	Herbst 2011 - Herbst 2014			
		DG (%)	DG (rel. %) ¹	Signifikanz*	
1	38	37	98	e	70
2	36	17	46	cd	24
3	28	27	98	e	109
4	50	18	35	bc	13
5	50	4	8	a	5
6	43	7	15	ab	15
7	35	12	35	abc	9
8	31	27	87	de	88
9	35	4	11	ab	6
10	30	6	19	ab	0

DG = Deckungsgrad; ¹) relativ zum Ausgangsbesatz im Frühjahr 2011; *) Kruskal-Wallis ANOVA, multipler Vergleich, post hoc t-Verteilung, $\alpha = 0,05$, unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Prüfvarianten.

Die während der Versuchsperiode von 2011 bis 2014 erfolgreichen Regulierungsverfahren konnten die Unterdrückungsleistung als Nachwirkung bis zur letzten Bestandesaufnahme im Frühjahr 2015 aufrechterhalten. Bemerkenswert ist hierbei die vollständige Unterdrückung von Wasser-Kreuzkraut aufgrund der Ausdunkelung durch Brachlegung in VG 10. Der anfangs kaum feststellbare Effekt steigerte sich im Verlauf der Vegetationsperioden und führte im Frühjahr 2015 zu einer Eliminierung von Wasser-Kreuzkraut.

Diskussion

Wasser-Kreuzkraut ist ein natürlicher Bestandteil der Flora von frischen bis feuchten Grünlandstandorten. Im Fall von Wirtschaftsgrünland ist bereits ein geringer Besatz bzw. Aufwuchsanteil von Wasserkreuzkraut aus Sicht der Futtergewinnung und Tierernährung unerwünscht (GOTTSCHALK et al., 2015). Für den vorbeugenden Schutz der Gesundheit von Mensch und Tieren ist eine Befallsfreiheit mit Wasser-Kreuzkraut auf Wirtschaftsgrünland anzustreben (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY, 2007). Aufgrund des zweijährigen Entwicklungsrhythmus, der hohen Samenproduktion, der flugfähigen Samen und der langen Samenlebensdauer im Boden hat Wasser-Kreuzkraut allerdings ein hohes Ausbreitungs- und Etablierungspotenzial (SUTER & LÜSCHER, 2012). Die Charakterisierung als unerwünschtes Problemunkraut bezieht sich auf die aufwändigen und begrenzten Regulierungsmöglichkeiten und den Einfluss auf die Verwertbarkeit des Grünlandauswuchses. Eine weitere Problematik tritt im Rahmen der Regulierung auf, wenn die Befallsflächen einen bestimmten Schutzstatus hinsichtlich des Natur- und Artenschutzes aufweisen (GEHRING et al., 2015).

Beide Versuchsanstellungen haben die Möglichkeiten und Grenzen der Regulierung von Wasser-Kreuzkraut deutlich aufgezeigt. Für die chemische Bekämpfung hat sich das Herbizid Simplex als besonders leistungsfähig bestätigt und ist daher vorrangig für die chemische Bekämpfung von Wasser-Kreuzkraut geeignet. Die hohe Wirkungseffizienz ist mit hoher Wahrscheinlichkeit auf den Wirkstoff Aminopyralid zurückzuführen. Die Wirksamkeit der Wuchsstoffherbizide 2,4-D und MCPA (FORBES, 1977) konnte dagegen nicht bestätigt werden. Die rein chemische Bekämpfung hat zwar den Vorteil, dass dabei die Grasnarbe und Bodenoberfläche nicht gestört wird und keine Entwicklung von Keimpflanzen aus dem Bodensamenvorrat angeregt wird, die Bekämpfungsleistung ist allerdings nicht vollständig und im Laufe der Zeit kommt es zu einer Regeneration der Wasser-Kreuzkrautpopulation.

Für die nicht-chemische Regulierung wurde die Effizienz von angepassten Schnittterminen, der mechanischen Einzelpflanzenbekämpfung und der Konkurrenzwirkung des Grünlandbestandes, bzw. des Ausdunkelungseffektes bestätigt. Für die Unterdrückung von Wasser-Kreuzkraut durch eine gezielte Schnittnutzung (BASSLER et al., 2013) ist es sinnvoll den ersten Schnitttermin zum Beginn der natürlichen Blühperiode, in den Juni zu verlegen. Da Wasser-Kreuzkraut durch die Schnittnutzung zu einer beschleunigten Entwicklung angeregt wird, ist ein Folgeschnitt im Zeitraum August erforderlich. Ob eine dritte Blühperiode auftritt und ein weiterer Schnitt notwendig wird, ist von der Jahreswitterung und dem Standortklima abhängig. Die Unterdrückungswirkung durch einen Ausdunkelungseffekt (BARTELHEIMER et al., 2010) ist bei Anwendung einer mehrjährigen Brache eine Möglichkeit zur Eliminierung eines Wasser-Kreuzkrautbestandes. Bei dieser Maßnahme muss neben dem Nutzungsverzicht allerdings auch beachtet werden, dass sich durch die Brachlegung die Zusammensetzung der Grünlandnarbe verändert. Eine mehrjährige Brache ist daher vorwiegend für die Regulierung von nicht wirtschaftlich genutzten Flächen (z.B. ökologische Ausgleichsflächen) geeignet. Für die mechanische Bekämpfung ist eine Flächenbehandlung ungeeignet, da es hierdurch zu einer intensiven Regeneration aus dem Bodensamenvorrat kommt. Für eine mechanische Einzelpflanzenbehandlung ist ein hoher Regulierungsdruck erforderlich. Ausstechen oder Ausziehen sollte nach Möglichkeit nach jedem Schnitt und in jeden Aufwuchs erfolgen, um die Samenbildung zu vermeiden und die Besatzdichte kontinuierlich zu reduzieren. Maßnahmen wie

Nachsaat und gezielte Düngegaben sind als Förderung der Grünlandnarbe zu bewerten und haben keinen direkten Einfluss auf die Regulierung von Wasser-Kreuzkraut.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass eine nachhaltige Regulierung von Wasser-Kreuzkraut nur durch die Anwendung eines langjährigen, integrierten Bekämpfungskonzeptes möglich ist (LEISS, 2011; ROBERTS und PULLIN, 2007; SUTER et al., 2012). Die Ausgestaltung eines solchen Regulierungsverfahrens hängt neben den Standort- und Bewirtschaftungsfaktoren (SUTER und LÜSCHER, 2009) auch wesentlich vom naturschutzrechtlichen Status der jeweiligen Befallsfläche ab.

Literatur

- BARTELHEIMER, M., D. GOWING und J. SILVERTOWN, 2010: Explaining hydrological niches – the decisive role of below-ground competition in two closely related *Senecio* species. *Journal of Ecology* **98**, 126-136.
- BASSLER, G., G. KARRER und M. KRIECHBAUM, 2013: Mechanical control of marsh ragwort (*Senecio aquaticus* Hill) by cutting. *Grassland Science in Europe* **18**, 496-498.
- CHENG, D., H. KIRK, P.P.J. MULDER, K. VRIELING und P.G.L. KLINKHAMER, 2011: Pyrrolizidine alkaloid variation in shoots and roots of segregating hybrids between *Jacobaea vulgaris* and *Jacobaea aquatica*. *New Phytologist* **192**, 1010-1023.
- CHIZZOLA, R., G. BASSLER, M. KRIECHBAUM und G. KARRER, 2015: Pyrrolizidine Alkaloid Production of *Jacobaea aquatica* under Different Cutting Regimes. *J. Agric. Food Chem.* **63**, 1293-1299.
- CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 2014: Proposed Draft Code of Practice for Weed Control to prevent and reduce Pyrrolizidine Alkaloid Contamination in Food and Feed. FAO/WHO, CX/CF 14/8/11, 7 S.
- ETTL, J., P. FRÜHWIRTH, J. GALLER, K. GEHRING, M. GRUNDNER, H. KÖPPL, J. THALHAMMER und H. WEISLMAIER, 2013: Unkrautmanagement auf Wiesen und Weiden. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Ländliches Fortbildungsinstitut, Freising, Linz, 27 S.
- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY, 2007: Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission related to pyrrolizidine alkaloids as undesirable substances in animal feed. *The EFSA Journal*, 447, S. 1-51.
- FORBES, J.C., 1977: Chemical control of marsh ragwort (*Senecio aquaticus* Huds.) in established grassland. *Weed Research* **17**, 247-250.
- GEHRING, K., C. GOTTSCHALK, R. HÖCK, J. KOTZI, G. KUHN, J. OSTERTAG und U.M. SORG, 2015: Wasser-Kreuzkraut – erkennen, regulieren und vermeiden. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Freising-Weißenstaphan, Augsburg, 24 S.
- GEHRING, K. und S. THYSSSEN, 2015: Kreuzkraut - eine große Gefahr für die Gesundheit von Pferden und Rindern. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, online <http://www.lfl.bayern.de/ips/unkraut/032238/index.php>
- GOTTSCHALK, C., S. RONCZKA, A. PREIS-WEIGERT, J. OSTERTAG, H. KLAFFKE, H. SCHAFFT und M. LAHRSEN-WIEDERHOLT, 2015: Pyrrolizidine alkaloids in natural and experimental grass silages and implications for feed safety, *Animal Feed. Science and Technology* **2007**, 253-261.
- KIRK, H., K. VRIELING und P.G.L. KLINKHAMER, 2005: Reproductive Fitness of Hybrids between *Senecio jacobaea* and *S. aquaticus* (Asteraceae). *American Journal of Botany* **92(9)**, 1467-1473.
- KIRK, H. und K. VRIELING, 2010: Species by Environment Interactions Affect Pyrrolizidine Alkaloid Expression in *Senecio jacobaea*, *Senecio aquaticus*, and Their Hybrids. *J. Chem. Ecol.* **36**, 378-387.
- KUHN, G. und J. KOTZI, 2014: Wasser-Kreuzkraut und Jakobs-Kreuzkraut – Kurzanleitung zum Erkennen und Bestimmen. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weißenstaphan, 8 S.
- LEISS, K.A., 2011: Management practices for control of ragwort species. *Phytochem Rev* **10**, 153-163.
- MULDER, P.P.J., B. BEUMER, E. SOSTERINK und J. DE JONG, 2009: Dutch survey pyrrolizidine alkaloids in animal forage. Wageningen University & Research centre, RIKILT Report 2009.018, 26 S.
- PETZINGER, E., 2011: Pyrrolizidinalkaloide und die Seneciose bei Tieren – Teil 1: Vorkommen, Chemie, Toxikologie. *Tierärztliche Praxis Großtiere* **4**, 221-230.
- PETZINGER, E., 2011: Pyrrolizidinalkaloide und die Seneciose bei Tieren – Teil 2: Klinik, Speziesunterschiede, Rückstandsverhalten, Futtermittelkontamination und Grenzwerte. *Tierärztliche Praxis Großtiere* **6**, 363-372.
- ROBERTS, P.D. und A.S. PULLIN, 2007: The Effectiveness of Management Interventions Used to Control Ragwort Species. *Environ. Manage.* **39**, 691-706.
- SORG, U.M., K. GEHRING, R. HÖCK und G. KUHN, 2014: Zur Verdrängung des Wasserkreuzkrautes - Erkenntnisse aus dem Allgäu. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Augsburg, Freising-Weißenstaphan, online http://www.lfu.bayern.de/natur/streuweisen/kreuzkraeuter/doc/lfl_lfu_tastversuch_wasserkreuzkraut.pdf
- SUTER, M. und A. LÜSCHER, 2008: Occurrence of *Senecio aquaticus* in relation to grassland management. *Applied Vegetation Science* **11**, 317-324.
- SUTER, M. und A. LÜSCHER, 2008: *Senecio aquaticus* - Risikoflächen und Einfluss der Bewirtschaftung. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau* **9**, 262-265.
- SUTER, M. und A. LÜSCHER, 2009: On-Farm Risikoanalysen zur Entwicklung von Kontrollmaßnahmen bei Kreuzkraut-Arten. *Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*, ETH Zürich, 1, S. 209-2012.

27. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 23.-25. Februar 2016 in Braunschweig

- SUTER, M. und A. LÜSCHER, 2011: Measures for the control of *Senecio aquaticus* in managed grassland. *Weed Research* **51**(6), 601-611.
- SUTER, M. und A. LÜSCHER, 2012: Rapid and High Seed Germination and Large Soil Seed Bank of *Senecio aquaticus* in Managed Grassland. *The Scientific World Journal*, Article ID 723808, 8 S.
- SUTER, M., C.J. STUTZ, R. GAGO und A. LÜSCHER, 2012: Lässt sich Wasser-Kreuzkraut in landwirtschaftlichem Grasland kontrollieren? *Agrarforschung Schweiz* **3**(6), 306-313.
- WIEDENFELD, H., 2011: Plants containing pyrrolizidine alkaloids – toxicity and problems. *Food Additives and Contaminants* **28**(3), 282-292.