

26. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 11.-13. März 2014 in Braunschweig

Dynamik der Verunkrautung mit *Senecio vulgaris* nach einem einmaligen Sameneintrag

Dynamics of the weed infestation with Senecio vulgaris after a single entry from seeds

Hans-Peter Söchting* und Peter Zwerger

Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, Deutschland

*Korrespondierender Autor, hans-peter.soechting@jki.bund.de



DOI 10.5073/jka.2014.443.020

Zusammenfassung

Aufgrund einer kurzen Generationszeit verbunden mit einem hohen Samenbildungsvermögen sowie einer zügigen und über das gesamte Jahr möglichen Keimung ist das Gemeine Kreuzkraut (*Senecio vulgaris*) besonders in gärtnerischen Kulturen eine der wichtigsten Unkraut-Arten. Wie alle Kreuzkraut-Arten enthält *Senecio vulgaris* Pyrrolizidinalkaloide, die in der Leber zu gesundheitsschädlichen Substanzen umgewandelt werden. Aus diesem Grund sollte ein versehentlicher Verzehr dieser Art komplett unterbleiben. Zu den Korbblütlern gehörig ist die Pflanzenart im Gemüseanbau und speziell in Salatkulturen mit Herbiziden nur schwierig zu bekämpfen.

Anhand eines Modellversuches im Freiland wurden das Auflaufverhalten und die Entwicklung von *Senecio vulgaris* in Schnittsalaten untersucht. Als erster Schritt erfolgte die Einbringung von Kreuzkraut-Samen in die Versuchspartellen. Dazu wurden *Senecio vulgaris*-Pflanzen in drei unterschiedlichen Pflanzdichten (1, 2 und 10 Pflanzen je m²) in die dafür vorgesehenen Partellen gepflanzt. Alle Partellen wurden mit Vlies abgedeckt, um eine unregelmäßige Verteilung der Samen über die Partellen zu vermeiden. Nach Samenreife der Pflanzen wurde das Vlies entfernt, die Pflanzen abgeschnitten und das Pflanzenmaterial inklusive der Samen in den Boden eingearbeitet. Anschließend wurden über mehrere Anbausätze Schnittsalate (Rucola, Asia Green, Spinat, Feldsalat) in die Partellen eingesät und im Weiteren der Auflauf von *Senecio vulgaris* und die damit einhergehende mögliche Kontaminierung der Blattsalate festgehalten. Ab dem Zeitpunkt der Vliesabnahme wurde sehr genau darauf geachtet, dass keine Kreuzkrautpflanzen mehr zur Samenreife kamen, um einen neuerlichen Sameneintrag zu verhindern. Ein Eintrag von außen konnte ausgeschlossen werden.

Wurden nach der ersten Einsaat der Schnittsalate je nach Variante noch 71, 55 und 216 *Senecio*-Pflanzen/m² gezählt, waren es nach der sechsten Einsaat nur noch sieben sowie neun und 16 Pflanzen/m². Es zeigte sich, dass die Abnahme des Samenpotentials im Boden zügig erfolgt, aber auch nach mehreren Anbaudurchgängen noch mit einem Auflauf der Kreuzkrautpflanzen und damit einer möglichen Kontamination der Salaternte zu rechnen ist. Der Versuch soll solange fortgeführt werden, bis praktisch kein Auflauf von *Senecio vulgaris* mehr festzustellen ist.

Stichwörter: Gemüsebau, Populationsdynamik, Salat, Samenpersistenz, Unkrautbekämpfung

Abstract

Due to a short generation time associated with a high seed production and a quick germination, which is possible throughout the year, *Senecio vulgaris* is especially in horticultural crops one of the most important weed species. Like all ragwort species, also *Senecio vulgaris* contains pyrrolizidine alkaloids which are converted in the liver to harmful substances. For this reason an accidental consumption of this species should be avoided completely. Belonging to the Compositae, chemical control of this weed species in vegetable crops, particularly in lettuce, is difficult.

Based on a field-grown model experiment the emergence behavior and growth of *Senecio vulgaris* in leafy lettuce was studied. The first step was the contamination of the trial plots with *Senecio* seeds. For this purpose *Senecio* plants were planted at three different densities (1, 2 and 10 plants m²) in the designated plots. All plots were covered with fleece in order to prevent an unregulated dispersal of seeds. After seed maturity the fleece was removed, plants were cut into small pieces and the plant material including the seeds was incorporated into the soil. Then different leafy lettuces crops (rocket, asia green, spinach, lamb's lettuce) were cultivated in a six-crop sequence over two years (three crop sopecies per year). The development of *Senecio vulgaris* and the resulting possible contamination of the lettuces with *Senecio* leaves was recorded. From the date of removing the fleece on seed-production a shedding of *Senecio* plants was prevented to avoid further contamination. Also the entry from outside the plots was excluded.

Depending on the initial plant density, the 71, 55 and 216 *Senecio* plants m² which emerged after the first sowing of lettuce dropped to 7, 9 and 16 plants m² after the sixth sowing. Thus, the density of *S. vulgaris* plants rapidly decreased but there was still a significant potential of emerging seedlings potentially contaminating the lettuce crops after six rotations. The trial will be continued until no germination of *S. vulgaris* plants occurs anymore.

Keywords: Population dynamics, salad, seed persistence, vegetables, weed control

Einleitung

Das Gemeine Kreuzkraut ist weltweit verbreitet und tritt in Deutschland häufig auf. Es wächst vor allem auf trockenen, stickstoffreichen Stellen in Gärten, Weinbergen, Äckern und Gemüsegeldern (KÄSTNER *et al.*, 2001). Es gehört zur Familie der Korbblütler und kann schon nach fünf Wochen reife Samen produzieren (LEISS und MÜLLER-SCHÄRER, 2001). Dieses ist in einigen Regionen Deutschlands schon während eines Anbauzyklus von Kopfsalat möglich. Da in Salatkulturen *Senecio vulgaris* oft nicht ausreichend bekämpft wird, trägt diese Kultur vermutlich besonders stark zur Verbreitung dieses Unkrautes bei. Nach Ellenberg ist *Senecio vulgaris* eine Halblichtpflanze, die nicht unbedingt das volle Sonnenlicht benötigt und sich auch noch im Halbschatten gut entwickeln kann (ELLENBERG *et al.* 1992). In Deutschland sind beim Kreuzkraut drei bis vier Generationen im Jahr möglich. Im Frühjahr beginnt die Keimung, wenn der Boden wärmer als 10 Grad ist (KÄSTNER *et al.*, 2001). Mit der Samenreife sind die Samen von *Senecio vulgaris* sofort keimfähig, wobei die Überlebensfähigkeit der Samen unter Feldbedingungen rasch abnimmt (ROBINSON *et al.* 2003). Alleinstehende Pflanzen brachten in einer Untersuchung 8000 bis 12000 Samen pro Pflanze (LUTMAN *et al.*, 2008). Es ist somit bei vier Generationen pro Jahr ausreichend, dass pro Pflanze nur 100 Samen überleben müssen, um pro Jahr 1 Mio. Nachkommen zu produzieren. Gemeines Kreuzkraut kann direkt nach der Samenreife keimen (ROBERTS, 1982). Halbreife Samen können auch auf gejäteten oder geschlegelten Pflanzen noch voll ausreifen. Keimungsversuche zeigten ein nahezu 100 %-iges Auflaufen bei frischen Samen (FIGUEROA, 2003). *Senecio vulgaris* ist ein Lichtkeimer (HILTON, 1983), wobei die Samen bis zu einer Bodentiefe von 4 cm keimen können. Wechseltemperatur, Licht und Kältereize regen die Keimung an (REN und ABBOTT, 1991). Keimanregend wirkt in wärmeren Perioden auch ein Regen oder generell eine Bodenbearbeitung. Eine wichtige Strategie bei der Bekämpfung ist es, die Samenbildung zu vermeiden. Mehrfach wurde in den letzten Jahren *Senecio vulgaris* in Rucola bzw. Schnittsalaten nachgewiesen. Bereits 2007 hat das Bundesamt für Risikobewertung in einer umfangreichen Stellungnahme auf das Risiko durch den versehentlichen Verzehr von *Senecio vulgaris* hingewiesen (BfR, 2007). Im Jahr 2009 kam es nach einem Kreuzkrautfund in einer Rucolapackung zu einem großflächigen Umbruch von Rucola-Flächen, da diese Salate aus dem Sortiment genommen wurden und die Ernten nicht mehr abgesetzt werden konnten. Aufgrund dieses Hintergrundes wurde im Jahr 2012 am JKI in Braunschweig ein Versuch angelegt, in dem die Populationsdynamik von *Senecio vulgaris* nach einem einmaligen Sameneintrag in danach angebauten Schnittsalaten untersucht wurde.

Material und Methoden

Die Versuchsanlage liegt auf dem Gelände des JKI in Braunschweig. Dabei wurde der Versuch in einer von einem Betonrahmen umgebenen Fläche durchgeführt, die in 2 m² große Parzellen unterteilt war und vor Versuchsbeginn gedämpft wurde damit keine keimfähigen Unkrautsamen mehr im Boden vorhanden waren. Sämtliche durchgeführte Arbeiten wurden von Hand verrichtet. Als erster Schritt in der Versuchsdurchführung wurden *Senecio vulgaris*-Pflanzen in gleichmäßigen Abständen in drei unterschiedlichen Pflanz- oder Ausgangsbesatzdichten (1, 2 und 10 Pflanzen/m²) in die dafür vorgesehenen Parzellen gepflanzt. Jede Parzelle für sich wurde tunnelartig mit 19 g/m² Ernte-Verfrühungsvlies abgedeckt, um eine spätere unregelmäßige Ausbreitung der Samen über die Gesamtfläche zu verhindern. Nach der Samenreife der Pflanzen wurde das Vlies entfernt und die Pflanzen an Ort und Stelle ab- und zerschnitten. Im Anschluss wurde das Pflanzenmaterial inklusive der Samen mit einem Spaten in den Boden eingearbeitet (max. 10 cm). Anschließend wurde über den gesamten Versuchszeitraum keine wendende

Bodenbearbeitung mehr durchgeführt, sondern es erfolgte immer nur ein flaches Bearbeiten der oberen Bodenschicht. Dieses Vorgehen entspricht sicherlich nicht der Praxis, allerdings sollten im Versuch „worst case“ Bedingungen geschaffen werden. Nach der Einarbeitung der *Senecio*-Pflanzen wurde jeglicher Sameneintrag dieser Art von außen unterbunden. Weiterhin wurde ab dem Zeitpunkt der Vliesabnahme sehr genau darauf geachtet, dass keine Kreuzkrautpflanzen zur Samenreife kamen, um einen neuerlichen Sameneintrag zu vermeiden.

Nachfolgend wurden über mehrere Anbausätze Schnittsalate (Rucola, Asia-Green, Spinat, Feldsalat) in die Parzellen eingesät (Tab. 1 und Tab. 2).

Tab. 1 Angebaute Schnittsalate.

Tab. 1 *Used leafy lettuce.*

Artbezeichnung	Sorte	Aussaatstärke	Reihenabstand	
Asia Green- Mizuna	<i>Brassica rapa</i> Var. <i>Japonica</i>	Mandovi	7 kg/ha	20 cm
Feldsalat	<i>Valerianella locusta</i>	Granon	5 Mio. Korn/ha	20 cm
Rucola	<i>Eruca sativa</i> Mill.	Salatrauke	10 kg/ha	20 cm
Spinat	<i>Spinacacia</i> <i>oleracea</i>	Tornado F1	3 Mio. Korn/ha	20 cm

Tab. 2 Aussaat und Ernte der Schnittsalate.

Tab. 2 *Sowing and harvest of the leafy lettuces.*

Aussaattermin	Kultur I	Kultur II	Ernte	
1. Anbausatz	29.06.2012	Rucola	Asia Green	18.07.2012
2. Anbausatz	02.08.2012	Asia Green	Rucola	23.08.2012
3. Anbausatz	04.09.2012	Rucola	Asia Green	09.10.2012
4. Anbausatz	18.04.2013	Feldsalat	Spinat	21.05.2013
5. Anbausatz	25.06.2013	Rucola	Asia Green	15.07.2013
6. Anbausatz	31.07.2013	Asia Green	Rucola	29.08.2013

Die Versuchsanlage war so angelegt worden, dass jede der drei *Senecio*-Ausgangsbesatzdichten in vier Parzellen (Parzelle = Wiederholung) vorkam. Jede dieser vier Parzellen wiederum wurde nochmals unterteilt, indem sie mit zwei verschiedenen Salatarten (Kultur I und Kultur II, siehe Tab. 2) bestellt wurden. Für die weitere Versuchsauswertung wurden die Werte beider Salatarten innerhalb einer Parzelle zusammengefasst, da die Unterschiede zwischen den beiden Salatarten nur gering waren.

In jeder Parzelle wurden vierzehn Reihen (sieben Reihen je Salatart) auf einer Länge von jeweils einem Meter ausgesät.

Vor jeder Aussaat des nächsten Anbausatzes wurden die Parzellen geharkt und Reihen vorgezogen, in die das Saatgut abgelegt wurde. Hervorzuheben ist, dass bei jedem Arbeitsschritt die Bearbeitung immer nur parzellenweise durchgeführt wurde, damit keine Samenverschleppung von einer auf die nächste Parzelle erfolgen konnte.

Die Dichteermittlungen der *Senecio*-Pflanzen erfolgten anhand einer Bonitur mit einem Göttinger-Zählrahmen unmittelbar vor der Ernte der Salatpflanzen jedes Anbausatzes. So wurden in jeder Parzelle sechs Zählungen durchgeführt, wobei immer eine Salatreihe mit im Zählrahmen integriert war. Zusätzlich wurde während der Ernte der Besatz innerhalb der Salatreihen (von Reihenmitte 2,5 cm zu jeder Seite) ermittelt. In den Salatreihen erfolgte durch das Reihenziehen und die Aussaat eine zusätzliche Bodenbewegung, so das nicht ausgeschlossen werden konnte, dass hier

auf den m² umgerechnet mehr *Senecio*-Pflanzen aufliefen als zwischen den Reihen, da die Keimung von *Senecio*-Samen durch jede Bodenbearbeitung gefördert wird.

Zum Erntetermin variierte das Entwicklungsstadium der *Senecio*-Pflanzen sehr stark. Es reichte vom Keimblattstadium bis BBCH 51 (Blütenanlagen sichtbar) und wurde für die weitere Versuchsauswertung nicht weiter berücksichtigt.

Die Aussaat der Salate fand je nach Witterung mehr oder weniger zügig nach der Ernte des jeweilig letzten Anbausatzes statt, wobei die letzte Aussaat im Jahr 2012 am 04.09. und die erste Aussaat im Jahr 2013 am 18.04. erfolgte.

Um festzustellen, ob die verschiedenen Pflanzdichten (1, 2 und 10 Pflanzen/m²) über die Anbausätze hinweg zu unterschiedlichen Auflaufdichten führen, wurde die Anzahl der aufgelaufenen *Senecio*-Pflanzen mittels Varianzanalyse und anschließenden Tukey-Test $\alpha = 0,05$ verrechnet.

Zur Kalkulation einer durchschnittlichen Verlustrate der *Senecio*-Samen wurden zunächst die aufgelaufenen Pflanzen variantenweise aufsummiert und dieser Summenwert für eine anschließende Regressionsrechnung verwendet, wobei eine Exponentialfunktion angepasst wurde (Excel).

Ergebnisse

Der Unkrautbesatz nahm über den Betrachtungszeitraum von 2012 bis 2013 insgesamt deutlich ab (Tab. 3). Die Bonituren während des ersten Anbausatzes ergaben die höchsten *Senecio*-Dichten. In der Variante mit der höchsten Ausgangsbesatzdichte wurden dabei mit 217 Pflanzen/m² rund drei- bis viermal mehr Pflanzen gezählt als in den beiden anderen Varianten. Über den gesamten Beobachtungszeitraum blieb zwischen den Varianten zwar ein Dichteunterschied erhalten, jedoch nähern sich die Auflaufzahlen nach dem sechsten Anbausatz mit sieben, neun und 16 Pflanzen/m² an. Die Ausgangsbesatzdichten mit einer und zwei *Senecio*-Pflanzen/m² unterscheiden sich insgesamt relativ wenig voneinander. Dabei waren innerhalb einer Variante große Streuungen festzustellen, sodass zwischen den Varianten kaum signifikante Unterschiede zu ermitteln waren.

Bei allen Varianten zeigte sich nach dem Winter, also zur Bonitur des vierten Anbausatzes, wieder ein Anstieg der *Senecio*-Dichten gegenüber dem letzten Anbausatz vor dem Winter.

Die Aufsummierung aller aufgelaufenen Pflanzen im Beobachtungszeitraum ergibt für die drei Ausgangsbesatzdichten Werte von 117, 104 und 447 Pflanzen/m². Werden diese Summenwerte als Grundlage für eine Regressionsrechnung verwendet, kommt man zu den in Abbildung 1 und Tabelle 4 dargestellten Verläufen und Funktionsgleichungen. Dabei wurden durchschnittliche Verlustraten pro Anbausatz von 0,36 bis 0,49 ermittelt.

Neben der Pflanzenzählung mit dem Göttinger Zählrahmen erfolgte eine Zählung der Kreuzkrautpflanzen innerhalb der Salatzeilen während der Ernte (Tab. 5). Dabei wird deutlich, dass teilweise eine große Anzahl an Kreuzkrautpflanzen innerhalb einer Salatzeile aufwachsen konnte.

Tab. 3 Anzahl der *Senecio*-Pflanzen/m² in Abhängigkeit von der Ausgangsbesatzdichte. Ungleiche Buchstaben innerhalb eines Anbausatzes kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Ausgangsbesatzdichten ($\alpha = 0,05$).

Tab. 3 Number of *Senecio*-plants m² as a function of the initial density. Not identical letters within a cultivation indicates significant differences between the initial densities ($\alpha = 0.05$).

	Ausgangsbesatzdichte <i>Senecio</i> -Pflanzen/m ²		
	1	2	10
1. Anbausatz	71 a	55 a	217 b
2. Anbausatz	6 a	8 a	97 b
3. Anbausatz	4 a	3 a	18 a
4. Anbausatz	17 a	19 a	60 a
5. Anbausatz	12 a	10 a	39 a
6. Anbausatz	7 a	9 a	16 a

Tab. 4 Abnahme der *Senecio*-Pflanzen/m² in Abhängigkeit von der Ausgangsbesatzdichte über die Anbausätze.

Tab. 4 Number of *Senecio* plants m² as a function of the initial density throughout the individual cultivations.

Ausgangsbesatzdichte	Exponentialfunktion	Bestimmtheitsmaß R ²
1 Pfl./m ²	$Y = 78,783e-0,399x$	0,4529
2 Pfl./m ²	$Y = 64,7e-0,355x$	0,414
10 Pfl./m ²	$Y = 489,01e-0,494x$	0,751

Tab. 5 Anzahl der *Senecio*-Pflanzen je laufendem Meter in der Reihe. Ungleiche Buchstaben innerhalb eines Anbausatzes kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Ausgangsbesatzdichten ($\alpha = 0,05$).

Tab. 5 Number of *Senecio* plants per meter in the row. Dissimilar letters within cultivation indicates significant differences between the initial densities ($\alpha = 0.05$).

	Ausgangsbesatzdichte <i>Senecio</i> -Pflanzen/m ²		
	1	2	10
1. Anbausatz	143 a	107 a	317 b
2. Anbausatz	5 a	8 a	70 b
3. Anbausatz	9 a	5 a	29 a
4. Anbausatz	16 a	15 a	59 a
5. Anbausatz	11 a	6 a	34 a
6. Anbausatz	7 a	8 a	22 a

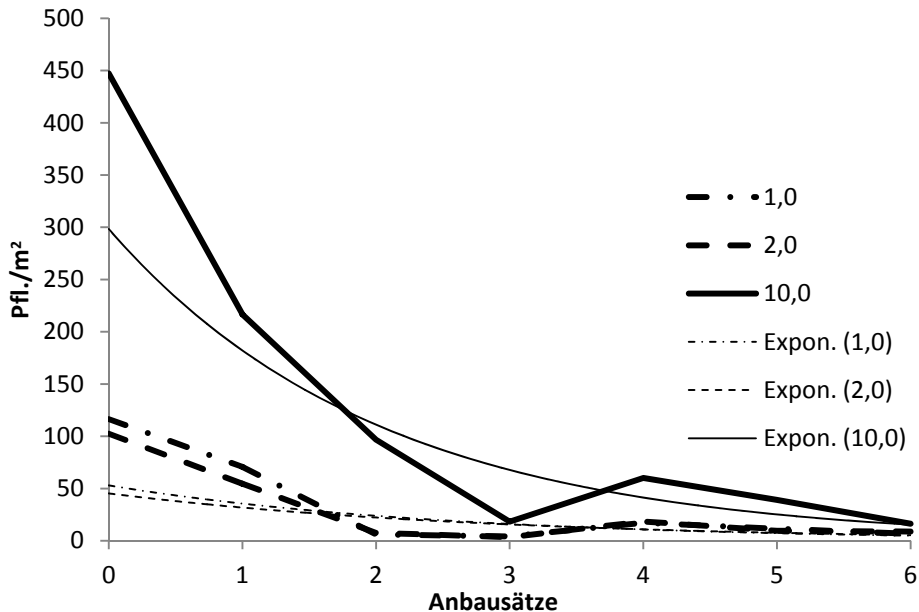


Abb. 1 Auflaufdichte (Pflanzen/m²) von *Senecio vulgaris* in Abhängigkeit unterschiedlicher Ausgangsbesatzdichten (1, 2 oder 10 Pflanzen/m²).

Fig. 1 Density (plants m²) of *Senecio vulgaris* as a function of different initial densities (1, 2 or 10 plants m²).

Diskussion

Auf Basis eines bisher von April 2012 bis jetzt laufenden Modellversuchs im Freiland wurden die Nachwirkungen einer einmaligen Verunkrautung von *Senecio vulgaris* mit drei unterschiedlichen Ausgangsbesatzdichten quantifiziert. Bei vollständiger Ausschaltung eines erneuten Sameneintrags nahm der Unkrautbesatz im Beobachtungszeitraum deutlich ab, ohne dass es zu einer Erschöpfung des Samenvorrats kam. Die Kreuzkrautdichte geht zwar gegen null, steigt aber mit dem vierten Anbausatz, also nach dem Winter, sogar wieder deutlich an, um dann wieder abzufallen.

LUTMAN *et al.* (2008) beschreiben, dass eine *Senecio*-Pflanze, die konkurrenzlos aufwächst, mehr als 12000 Samen bilden kann. Bezogen auf den oben beschriebenen Versuchsansatz würden dabei *Senecio*-Samendichten von 12000 bis 120000 Samen/m² herrühren. Betrachtet man diese Zahlen, erscheinen die im Versuch aufgelaufenen Pflanzenzahlen eher gering. Zwar muss man davon ausgehen, dass sich noch ein Teil keimfähiger Samen im Boden befindet, da aber die Überdauerungsfähigkeit der Samen im Boden mit nicht viel mehr als 2 Jahren angegeben wird (FIGUEROA *et al.*, 2007), ist kein großes Auflaufpotential mehr zu erwarten.

Die Ursachen des Samenverlustes wurden hier nicht im Einzelnen ermittelt. In der Literatur wird die sofortige Keimfähigkeit und anschließende Keimung der Samen von *Senecio vulgaris* als größte Verlustquelle der Samenbank angegeben (ROBERTS und FEAST, 1973). Typisch für *Senecio vulgaris* ist ein Dormanzzyklus von zunächst fehlender Dormanz und Dormanzinduktion in Abhängigkeit von der Temperatur (FIGUEROA *et al.*, 2007). Im Rahmen des angelegten Versuchs bestätigt sich dieser Zyklus, indem nach dem Winter wieder deutlich höhere Auflaufzahlen als vor dem Winter festzustellen waren.

Dass die Art generell durch vermehrte Bodenbearbeitung und Lichteinfluss zur Keimung angeregt wird (FIGUEROA *et al.*, 2007), bestätigt sich im Versuch dadurch, dass die Auflaufraten innerhalb der Salatreihen (Reihenmitte 2,5 cm zu jeder Seite) höher waren als auf der Fläche zwischen den

Reihen. Vergleicht man nämlich die Anzahl der Kreuzkrautpflanzen/m², ermittelt mit Hilfe des Göttinger Zählrahmens (Fläche innerhalb sowie zwischen den Salatreihen), mit den Zählungen zur Ernte innerhalb einer Salatreihe waren die Dichten innerhalb der Salatreihe auf den m² umgerechnet deutlich höher (nicht dargestellt). Erklären kann man dieses damit, dass es innerhalb der Reihen durch Reihenziehen, Einmischen der Salatsaat und dem Festdrücken der Saat mit einer Harke zu zusätzlichen Bodenbewegungen kam, die zwischen den Reihen nicht durchgeführt wurden. In diesem Zusammenhang stellten ROBERTS und FEAST (1973) ebenso wie FIGUEROA (2007) fest, dass die Überdauerungsfähigkeit der Samen in unbearbeiteten Boden höher liegt. Für die Praxis bedeutet dieses, dass grundsätzlich jeder flache Bodenbearbeitungsgang ein Auflaufen der *Senecio*-Pflanzen fördert und zu einer Reduzierung der Samen in der Samenbank führt.

Teilweise wurden sehr hohe Kreuzkrautbesatzdichten innerhalb einer Salatreihe ermittelt, die höchstwahrscheinlich auch zu einer Kontaminierung abgepackter Salatportionen geführt hätten. Allerdings entsprach die Versuchsdurchführung absoluten „worst case“ Bedingungen, da vor der ersten Salataussaat weder eine tief mischende Bodenbearbeitung noch eine Pflugfurche durchgeführt wurde und somit eine ungewöhnlich große Zahl an *Senecio*-Samen nahe der Bodenoberfläche verbleiben konnte. Weiterhin erfolgte grundsätzlich während der Kulturzeit der Salate weder eine mechanische noch eine chemische Bekämpfung. Lediglich vor jeder Einsaat wurde eine etwa 5 cm tiefe Bearbeitung mit einer Harke durchgeführt. *Senecio*-Pflanzen in der Blüte wurden allerdings grundsätzlich aus den Parzellen entfernt, da schwer einzuschätzen war wann diese Pflanzen die Samenreife erreichen würden. Von diesen Pflanzen würde die Gefahr eine Neukontaminierung ausgehen. Allerdings war der Anteil dieser Pflanzen sehr gering. Demzufolge ist er für die durchgeführten Bonituren zu vernachlässigen. Obwohl beim Zählen der Kreuzkräuter innerhalb der Salatreihen eine Vielzahl der Kreuzkräuter kaum über das Keimblattstadium hinaus entwickelt war, wurden sämtliche Pflanzen mitgezählt. Die kleinen Pflanzen hätten in der Praxis aber nicht zu einer Kontamination der Salate führen können.

In der Praxis ist es nahezu unwahrscheinlich, dass die Samenbank im Boden durch eine Kontamination von Samen aus einer Generation besteht. Im Normalfall wird die Samenbank in jedem Jahr durch unvollständige Bekämpfungsergebnisse oder unterlassene Bekämpfungsmaßnahmen in unkontrollierbarer Weise mit weiteren Samengenerationen aufgefüllt, sodass exakte Aussagen zur Persistenz einzelner Samen nicht möglich sind.

Die hier gefundene exponentielle Abnahme der Verunkrautung über die Anbausätze stimmt prinzipiell mit anderen Versuchen über die Abnahme von *Senecio*-Samen im Boden überein (FIGUEROA, 2003). Wie der Versuch dokumentiert ist das Risiko einer Folgeverunkrautung von der tolerierten Restverunkrautung abhängig.

Senecio vulgaris wird als wenig konkurrenzkräftige Unkrautart mit relativ gering ausgeprägter Samenpersistenz im Boden beschrieben (LUTMAN *et al.*, 2008). Da für die Kontaminierung von Blattsalaten aber eine Nulltoleranz besteht, ist es aus populationsdynamischer Sicht angezeigt, eine konsequente Unkrautbekämpfung durchzuführen und insbesondere Brachephasen, in denen eine Reproduktion und Ausbreitung von *Senecio vulgaris* in einem größeren Umfang stattfinden könnte, zu vermeiden. Neben intensiven Bodenbearbeitungsmaßnahmen, die die Keimung der Samen anregt, sollte vor allem die Fruchtfolge zur indirekten Bekämpfung der Art genutzt werden.

Literatur

- BUNDESAMT FÜR RISIKOBEWERTUNG (BfR), 2007: Salatmischung mit Pyrrolizidinalkaloid-haltigem Greiskraut verunreinigt; Stellungnahme Nr.028/(2007) des BfR vom 10. Januar (2007). Berlin (Germany): Bundesamt für Risikobewertung.
- ELLENBERG, H., H. E. WEBER, R. DÜLL, V. WIRTH, W. WERNER und D. PAULISSEN, 1992: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobot. **18**, Goltze, Göttingen.
- FIGUEROA, R., 2003: Biology and management of Common groundsel (*Senecio vulgaris* L.) in Strawberry. Dissertation. School of the Ohio State University.
- FIGUEROA R., D. DOUGLAS, J. CARDINA und K. HARRISON, 2007: Common Groundsel (*Senecio vulgaris*). Seed longevity and seedling emergence. Weed Science **55**, 187-192.
- HILTON, J. R., 1983: The influence of light on the germination of *Senecio vulgaris*. New Phytol. **94** (1), 29-37.

- LEISS, A. und H. MÜLLER-SCHÄRER, 2001: Population dynamics of the annual plant *Senecio vulgaris* in ruderal and agricultural habitats. *Basic Appl. Ecol.* **2**, 53-64.
- KÄSTNER, A., E.J. JÄGER und R. SCHUBERT, 2001: *Handbuch der Segetalpflanzen Mitteleuropas*. Wien Springer-Verlag, 449.
- LUTMAN P.J.W., K.J. BERRY und S.E. FREEMAN, 2008: Seed production and subsequent seed germination of *Senecio vulgaris* (groundsel) grown alone or in autumn-sown crops. *Weed Research* **48**, 237-247.
- REN, Z. und R. J. ABBOTT, 1991: Seed dormancy in Mediterranean *Senecio vulgaris* L. *New Phytol.*, **117**, 673-678.
- ROBERTS, H.A., 1982: Seasonal patterns of weed emergence. *Asp. Appl. Biol.* **1**, 153-154.
- ROBERTS, H. A. and P. M. FEAST. 1973. Emergence and longevity of seeds of annual weeds in cultivated and undisturbed soil. *J. Appl. Ecol.* **10**, 133-143.
- ROBINSON, D.E., J.T. O'DONOVAN, M.P. SHARMA, D.J. DOOHAN und R. FIGUEROA, 2003: The Biology of Canadian Weeds. 123. *Senecio vulgaris* L., *Can. J. Plant Sci.*, 629-644.