

Die Verbreitung von Erdmandelgras (*Cyperus esculentus* L.) betrifft alle

Christian Bohren und Judith Wirth

Agroscope, Institut für Pflanzenbauwissenschaften IPB, 1260, Nyon, Schweiz

Auskünfte: Christian Bohren, E-Mail: christian.bohren@agroscope.admin.ch



Abb. 1 | Lauchfeld 2014, stark verseucht mit Erdmandelgras (gelblich-grün).
(Foto: Carole Parodi, Agroscope)

Einleitung

Erdmandelgras (*Cyperus esculentus*) ist ein weltweit gefürchtetes Unkraut, das zu hohen Ertragsausfällen führen kann (Bangarwa *et al.* 2012; Dodet *et al.* 2008). In der Schweiz wurden in Zuckerrüben und Kartoffeln Ertragsausfälle von bis zu 40 und 71 % ermittelt (Keller *et al.* 2015). Infoflora hat die Art wegen Problemen auf Äckern, Rasen und Ruderalstandorten in ihre «Black list» aufgenommen (www.infoflora.ch). Die Verbreitung nimmt rasch zu, und Erdmandelgras wird vor allem in Gebieten mit Acker- und Gemüsebau wie Chablais, Orbebene, Seeland (Abb. 1), Zürcher Weinland, St.Galler Rheintal und im Tessin zum Problem (Bohren und Wirth 2013). Eine einmalige nachhaltige Bekämpfung ist nach dem aktuellen Wissenstand unmöglich. Hochwirksame Herbizide – selektiv für unsere Gemüse- und Ackerkulturen – fehlen weitgehend. Mit wiederholter ganzflächiger Bodenbearbeitung kann die Knöllchenzahl reduziert werden (Guyer *et al.* 2015). Diese kulturtechnische Massnahme ist jedoch nicht ausreichend (Bangarwa *et al.*

2012). Durch Einarbeitung kann die Wirksamkeit der zur Verfügung stehenden Herbizide nur begrenzt erhöht werden (Bohren und Wirth). Praxistaugliche biologische Bekämpfungsmassnahmen gibt es nicht (Morales-Payan *et al.* 2005). Die bisher ziemlich unkoordinierten Massnahmen zur Bekämpfung konnten die Vermehrung und Verbreitung in der Schweiz nicht verhindern. Die Ausdehnung der Befallsfläche wird durch die Verschleppung von Knöllchen beschleunigt (Bohren und Wirth 2013). Dieser Artikel fasst den aktuellen Wissensstand zusammen.

Material und Methoden

Topfversuch

Am 19.03.2013 wurde jeweils ein Knöllchen in einen Topf mit 30 L Erde gesetzt (60 % Torf, 40 % mineralischer Boden). Die Töpfe (n=15) blieben im Sommer draussen. Ende Oktober 2013 wurden sie aufgeschnitten, die Erde in drei Schichten unterteilt (0–10, 10–20 und 20–30 cm) und die Knöllchen in einem Sieb (1 mm) ausgewaschen und gezählt.

Feldversuche 2012 bis 2014

Von März 2012 bis März 2014 wurden zwei identische Feldversuche in zwei Bodenarten (Mineralboden und Moorboden) durchgeführt. Um die Wirksamkeit der Herbizide zu verdeutlichen, wurde die Normaldosierung zweimal appliziert (Mai und Juni). Die Frage war, ob die Einarbeitung von insgesamt elf herbiziden Wirkstoffen deren Wirkung auf *Cyperus esculentus* erhöhen kann. Die Wirksamkeit der Herbizid-Einarbeitung wurde mit der normalen Applikation der gleichen Wirkstoffe durch die Ermittlung der Knöllchenzahlen im Boden beurteilt. Während des gesamten Versuchs waren keine Kulturen angebaut. Die ausführliche Versuchsbeschreibung wird in der Zeitschrift *Weed Research* voraussichtlich Ende 2015/Anfang 2016 veröffentlicht.

Feldversuche 2014

2014 wurden zwei identische Feldversuche in zwei Bodenarten (Mineralboden mit 9,9% Ton, 27,7% Schluff, 62,4% Sand, 2,6% organischer Substanz (OS), pH 7,9 und Moorboden mit 42,9% Ton, 29,2% Schluff, 27,9% Sand, 22,2% OS und pH 7,3) durchgeführt. Die Versuche wurden als randomisierte einfaktorielle Blockanlage mit vier Wiederholungen angelegt. Die Frage war, inwieweit Gründünger – Ölrettich (*Raphanus sativus*, Saatmenge 250 g/a), Kolbenhirse Moha (*Setaria italica*, 200 g/a), Gelbsenf (*Brassica juncea*, 100 g/a), Inkarnatklie (*Trifo-*

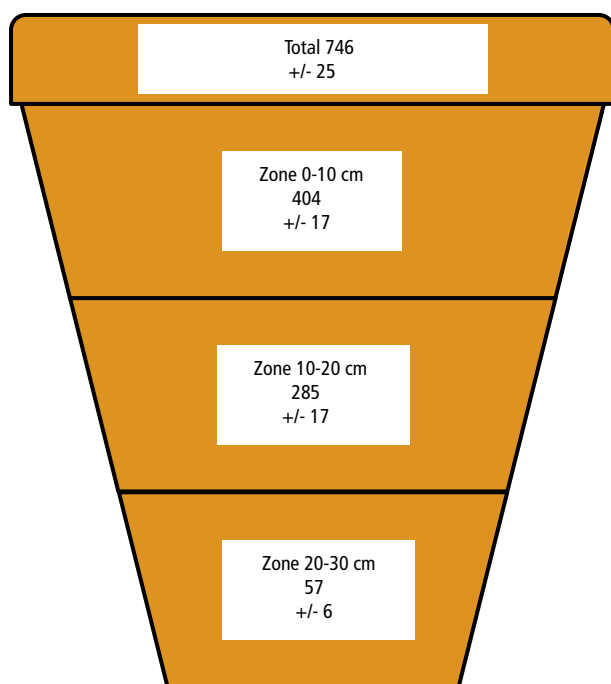


Abb. 2 | Zahl der Knöllchen pro Topf und pro Schicht nach einer Vegetationsperiode ausgehend von einem Knöllchen pro Topf. Werte sind Mittelwerte \pm Standardfehler aus jeweils 15 Werten.

Zusammenfassung

Erdmandelgras (*Cyperus esculentus*) gehört, gemäss einer Umfrage in 26 Ländern, zu den gefährlichsten Unkräutern Europas, wegen seines starken Verbreitungspotenzials, seines lokal häufigen Vorkommens und seiner sehr schwierigen Bekämpfbarkeit. Die Verschleppung der Knöllchen von Feld zu Feld ist ein wesentliches Element der Verbreitung. Der Verseuchungsgrad einer Parzelle lässt sich anhand der sichtbaren Pflanzen nur ungenau einschätzen. Eine einmalige, nachhaltige Bekämpfung ist unmöglich. In Feldversuchen haben wir die Wirkungen verschiedener Herbizide getestet. Zur Bekämpfung von Erdmandelgras in Acker- und Gemüsekulturen sind sie nicht ausreichend, da einigermaßen wirksame Wirkstoffe nur in sehr wenigen Kulturen eingesetzt werden können. Die Einarbeitung direkt nach der Applikation kann die Wirkung der Herbizide unterstützen. Wiederholte Bodenbearbeitung während der Knöllchenbildung (Mai bis Juli) sowie Konkurrenz durch dichten Bestand von (Zwischen-)Kulturen mit rascher Jugendentwicklung (ab Juli) können die Knöllchenbildung bremsen. Unsere Versuchsergebnisse zeigen deutlich, dass erfolgreiche Massnahmen zur Reduktion der Knöllchenzahl durch nachfolgend wenig wirksame Methoden rasch zunichte gemacht werden.

lium incarnatum, 350 g/a), Phazelia (*Phacelia tanacetifolia*, 100 g/a), Sandhafer (*Avena strigosa*, 1000 g/a) und als Vergleichsvariante Sommerweizen (Fiorina, 2200 g/a) – die Knöllchenbildung beeinflussen können. Nach einer Bodenbearbeitung mit einer Kreiselegge Mitte März (17.03. Moorboden, 19.03. Mineralboden) und anschließender Weizensaat wurden am 01.04. in beiden Versuchen Bodenproben zur Bestimmung der Knöllchenzahlen genommen. Am 16.04. wurde der Weizen mit Monitor 20 g/ha (Sulfosulfuron) + Exell 0,5 l/ha im NA behandelt; Bestimmung der Anzahl Keimlinge/0,25 m² am 29.04. (9 Zählungen pro Parzelle); Bodenbearbeitung am 05.05. und 17.06. (ohne Weizen); Aussaat der Gründünger am 17.06.; visuelle Einschätzung der Bodenbedeckung durch Gründünger und Unkräuter am 20.08.; Entnahme der Bodenproben zur Bestimmung der Knöllchenzahlen am 14.11.2014. Innerhalb einer Parzelle wurden drei Bodenproben genommen. Für eine Bodenprobe wurden mit einem Stechzylinder (10 cm Durchmesser) drei Einzelproben gezogen. Diese drei



Abb. 3 | Beispiel für einen 30 L-Topf am 22.08.2013 im Topfversuch zum Vermehrungspotenzial von Erdmandelgras (Foto: Christian Bohren)

wurden auf dem Feld vermischt und ein Liter im Labor in einem Sieb (1 mm) ausgewaschen und gezählt. Die Anzahl vom 14.11. wurde mit der Anzahl der Knöllchen vom 01.04. verglichen. Zu- beziehungsweise Abnahme der Knöllchen wurde in Prozentzahlen angegeben. Die linearen Korrelationen zwischen der Anzahl Knöllchen/L Erde am 01.04. und der Anzahl Keimlinge/0.25 m² am 29.04. wurden berechnet.

Resultate und Diskussion

Topfversuch

Erdmandelgras hat ein sehr hohes vegetatives Vermehrungspotenzial. An unterirdischen Rhizomen werden Knöllchen gebildet, die den Winter überdauern und im Frühjahr austreiben (Wills 1987). Tumbleson und Kommedahl erwähnten bereits 1961, dass ein Knöllchen in einer Vegetationsperiode auf ca. 3 m² mineralischem Boden in Minnesota, USA 6900 Knöllchen bildete und daraus im folgenden Jahr 1900 neue Pflanzen trieben. Wir haben 2013 in fünfzehn 30 L-Töpfen eine durchschnittliche Vermehrungsrate in einer Vegetationsperiode von 1:746 ermittelt. 54,2 % aller Knöllchen wurden in den obersten 10 cm der Bodenschichten im Topf gebildet, 38,2 % wurden in der Bodentiefe von 10 – 20 cm gefunden und nur 7,6 % befanden sich in der untersten Schicht bis 30 cm (Abb. 2). Dieser Versuch macht deutlich, dass sich Erdmandelgras unter günstigen Bedingungen, z.B. in Bestandeslücken, explosionsartig vermehren kann (Abb. 3).

Herbizidwirkungen aus Feldversuchen 2010 bis 2014

In einem zweijährigen Feldversuch haben wir in Mineral- und in Moorboden getestet, ob die Einarbeitung von Herbiziden deren Wirkung auf Erdmandelgras erhöht. Unser Ziel war es, wirksame Herbizide zu finden die in möglichst vielen Kulturen anwendbar sind. Da Erdmandelgras über eine längere Periode keimt, haben wir die Applikationen wiederholt. Wir haben einige wenige Herbizide ermittelt, die nach insgesamt viermaliger Applikation eine akzeptable Wirkung zeigen.

Die Zu- beziehungsweise Abnahme der Knöllchen wurde ausgehend von den Knöllchenzahlen Anfang 2012 im Frühjahr 2013 und 2014 berechnet. Eine so exakte Beurteilung der Wirkung von Bekämpfungsmassnahmen haben wir in der Literatur nicht gefunden. Die ausführlichen Ergebnisse werden voraussichtlich in der Zeitschrift *Weed Research* (Bohren und Wirth) veröffentlicht. In Tabelle 1 greifen wir die Resultate der besten Wirkstoffe (Halosulfuron, Sulfosulfuron und S-Metolachlor) auf und vergleichen sie mit Resultaten von weniger gut wirksamen Herbiziden (Thiencarbazon und Imazamox). Gelb unterlegte Kästchen zeigen eine Abnahme der Knöllchen um mindestens 54 %, rot unterlegte Kästchen eine Zunahme um mindestens 28 %. Grün unterlegte Kästchen zeigen sehr gute Bekämpfungserfolge von 94 %. Die Einarbeitung von S-Metolachlor im Moorboden hat die Knöllchenzahlen am besten reduziert. Der hohe Bekämpfungserfolg ist auch auf die teilweise starke Konkurrenz der im Versuch vorhandenen Unkräuter zurückzuführen (Bohren und Wirth). Rot unterlegte Kästchen zeigen sehr hohe Vermehrungsraten von Erdmandelgras (> 100 %). Die oberflächliche Applikation von Thiencarbazon und Imazamox führte zu einer enormen Vermehrung der Knöllchenzahlen nach zwei Jahren. Diese hohen Vermehrungsraten sind unter anderem auf die Vernichtung der Unkrautkonkurrenz durch die Herbizide zurückzuführen; Erdmandelgras konnte sich ungehindert ausbreiten.

Feldversuche mit Gründungen 2014

Es ist seit langem bekannt, dass Erdmandelgras sehr empfindlich auf Beschattung reagiert (Lotz *et al.* 1991; Santos *et al.* 1997; Wills 1987). In unserem Feldversuch 2014 mit verschiedenen Gründungen konnten wir bestätigen, dass die Entwicklung von Erdmandelgras durch Beschattung deutlich gehemmt wird. Aufgrund der hohen Variabilität der Knöllchenzahlen innerhalb der Parzellen war die reduzierende Wirkung von Ölrettich (-36 und -65 %) nicht signifikant (Abb. 4 A/B). Moha führte im Moorboden zu einer signifikanten Verringerung (-62 %) der Knöllchenzahlen (Abb. 4B), im mineralischen Boden betrug die Verringerung nur 13 %

Tab. 1 | Verminderung und Vermehrung der Knöllchenzahl von Erdmandelgras nach Einsatz von unterschiedlich wirksamen Herbiziden

Datum Probenahme	Wirkstoff (Produktename)					
	unbehandelt	Halosulfuron (nicht bewilligt)	Sulfosulfuron (Monitor)	S-Metolachlor (Dual Gold)	Thiencarbazon (Adengo)	Imazamox (Bolero)
	nur einarbeiten	40 g/ha	25 g/ha	2 l/ha	0,33 l/ha	1 l/ha
Mineralboden, Herbizid eingearbeitet (Mai und Juni)						
29. März 2012	7,5 ± 2,6	7 ± 4,7	10,8 ± 7,8	3,5 ± 1,3	2,8 ± 1,5	3 ± 1,4
03. April 2013	1,6 ± 0,6 (-78 %)	4,4 ± 0,4 (-37 %)	4,0 ± 2,1 (-63 %)	1,9 ± 0,9 ** (-46 %)	1,8 ± 0,5 (-36 %)	3,9 ± 1,0 (+28 %)
25. März 2014	3,3 ± 1,3 (-57 %)	1,3 ± 0,6 (-81 %)	3,5 ± 2,4 (-67 %)	1,6 ± 0,5 ** (-54 %)	5,8 ± 1,7 (+109 %)	14,1 ± 3,5 *** (+370 %)
Mineralboden, Herbizid NICHT eingearbeitet (Mai und Juni)						
29. März 2012	21,5 ± 5,5	20 ± 7,6	27 ± 5,8	20,3 ± 5,8	26,8 ± 9,5	26,8 ± 6,9
03. April 2013	21,1 ± 7,9 (-2 %)	14,3 ± 8,4 (-29 %)	16 ± 5,9 * (-41 %)	13,4 ± 4,5 (-34 %)	56,8 ± 12,0 * (+112 %)	66,6 ± 12,7 ** (+149 %)
25. März 2014	28,3 ± 8,1 (+31 %)	6,8 ± 2,5 *** (-66 %)	11 ± 3,2 ** (-59 %)	11,8 ± 3,3 (-42 %)	63,3 ± 14,3 *** (+136 %)	66,5 ± 6,9 *** (+149 %)
Moorboden, Herbizid eingearbeitet (Mai und Juni)						
24. April 2012	5,5 ± 0,6	5 ± 0,4	4,8 ± 0,5	6,5 ± 0,5	6,5 ± 1,9	7,3 ± 1,5
04. April 2013	0,8 ± 0,3 *** (-85 %)	0,3 ± 0,3 *** (-94 %)	0,9 ± 0,4 *** (-81 %)	0,4 ± 0,2 *** (-94 %)	1,0 ± 0,4 *** (-85 %)	3,6 ± 1,3 (-50 %)
27. März 2014	1,5 ± 0,5 *** (-73 %)	1,1 ± 0,4 *** (-78 %)	0,9 ± 0,2 *** (-81 %)	0,4 ± 0,4 *** (-94 %)	3,4 ± 0,9 (-48 %)	6,6 ± 3,1 (-9 %)
Moorboden, Herbizid NICHT eingearbeitet (Mai und Juni)						
24. April 2012	4,3 ± 0,8	5,8 ± 0,3	7,5 ± 1,7	4,5 ± 1,6	6,8 ± 0,5	6,5 ± 0,6
04. April 2013	2,9 ± 1,0 (-32 %)	1,0 ± 0,4 *** (-83 %)	1,0 ± 0,4 *** (-87 %)	2,3 ± 0,4 (-50 %)	12,9 ± 1,1 *** (+91 %)	12,9 ± 2,6 *** (+91 %)
27. März 2014	14,3 ± 3,4 *** (+236 %)	1,3 ± 0,3 *** (-77 %)	2,3 ± 0,9 *** (-69 %)	7,9 ± 1,9 * (+76 %)	45,6 ± 6,7 *** (+575 %)	38,0 ± 7,3 *** (+485 %)

Die Anzahl der Knöllchen/L Erde wurde zwei Jahre lang zu verschiedenen Zeitpunkten (Datum Probenahme) bestimmt. Fünf verschiedene Herbizide (Wirkstoff) wurden zweimal pro Vegetationsperiode im Mai und Juni auf zwei unterschiedlichen Böden (Mineralboden, Moorboden) mit Normal-Aufwandmenge ausgebracht. Die Herbizide wurden entweder eingearbeitet oder NICHT eingearbeitet; Werte sind Mittelwerte ± Standardfehler aus jeweils vier Proben. Knöllchenzahlen, die sich signifikant von den Ausgangszahlen im März 2012 unterscheiden, sind durch Sternchen gekennzeichnet ($p < 0,1^*$, $p < 0,05^{**}$, $p < 0,001^{***}$). Die prozentuale Veränderung der Knöllchenzahl pro Versuchsverfahren am Ende der Versuchsperiode (mittlere Knöllchenzahl Oktober 2013 und März 2014) im Vergleich zur durchschnittlichen Knöllchenzahl pro Versuchsfeld (Ausgangslage 2012) ist in Klammern angegeben.

(Abb. 4A). Weniger dichte Bestände liessen die Knöllchenzahlen stabil oder erlaubten eine leichte Vermehrung. Die zu frühe Saat der Gründungen führte teilweise zu schlechtem Aufgang und starker Verunkrautung. Die Aussagekraft des Versuchs auf die Knöllchenbildung ist daher begrenzt. Der Versuch zeigt jedoch, dass starke Konkurrenz (Ölrettich und Moha auf Moorboden) die Knöllchenzahl reduzieren kann. Allerdings ist der Anbau von Gründungen als einzige Bekämpfungsmassnahme nicht ausreichend. Sommerweizen diente in diesem Versuch als «Testkultur» und wurde mit 20 g/ha Monitor (Sulfosulfuron) im Nachauflauf behandelt. Die Knöllchenzahlen blieben annähernd stabil (+4 % und +6 %, Abb. 4 A/B). Das gut wirksame Herbizid konnte

zusammen mit der Konkurrenz durch den Sommerweizen die Knöllchenzahlen nicht reduzieren. Die Erdmandelgras-Population blieb im Weizen stabil. Das könnte dem Landwirt das Gefühl geben, die Situation zu beherrschen. Allerdings reicht ein Jahr mit schlechtem Bekämpfungserfolg aus, um den Erfolg des Vorjahres zunichte zu machen (vergleiche die Entwicklung der Knöllchenzahlen für Sulfosulfuron/S-Metolachlor/Halosulfuron und Imazamox/Thiencarbazon in Tabelle 1).

Korrelation von Knöllchen und Pflanzen

Der Bekämpfungserfolg gegen Erdmandelgras wird oft durch die visuelle Beurteilung der Pflanzen (z.B. Anzahl, Gelbfärbung) beurteilt. Im Feldversuch 2014 haben wir

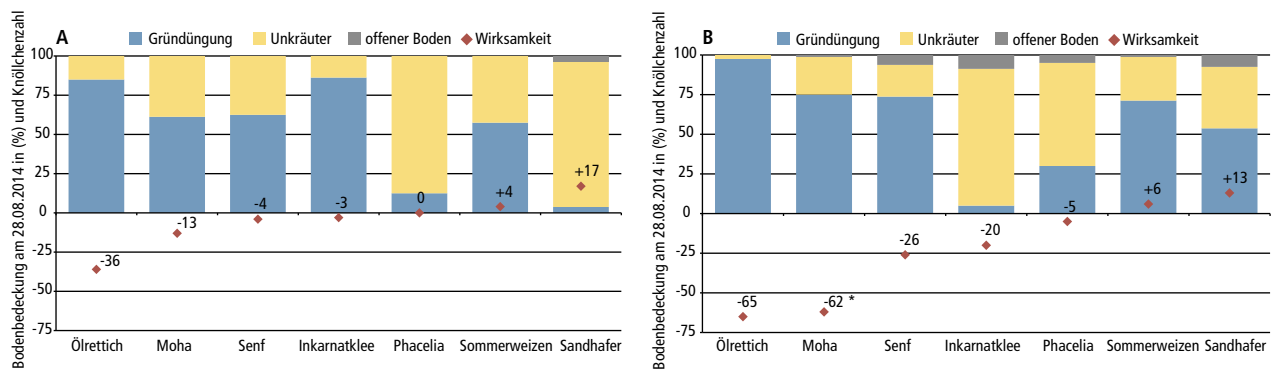


Abb. 4 | Prozentuale Bodenbedeckung von Gründüngern, Unkräutern und offenem Boden im Mineralboden (A) und im Moorboden (B) am 28.08.2014. Die prozentuale Veränderung der Knöllchenzahlen / L Erde am 14.11.2014 gegenüber dem 01.04.2014 ist in Rot angegeben (Wirksamkeit). Statistisch signifikante Ab- oder Zunahmen sind durch ein Sternchen gekennzeichnet.

Pflanzen Ende April gezählt und mit der Anzahl der Anfang April gefundenen Knöllchen korreliert. Diese Korrelationen sind in beiden Bodenarten schlecht (Abb. 5A/B). Wir folgern daraus, dass die Anzahl sichtbarer Pflanzen keine zuverlässige Information über die Zahl der Knöllchen im Boden geben kann. Gründe hierfür sind u.a., dass die Knöllchen mehrere Triebe bilden können (Abb. 6) und nicht alle Knöllchen gleichzeitig keimen.

Das Knöllchen

Die Knöllchen sind die Überwinterungsorgane des Erdmandelgrases und werden im Verlaufe der Vegetationsperiode an den unterirdischen Rhizom Enden gebildet. Ein Knöllchen kann mehrere Triebe bilden. Das Ausreissen eines Triebes ohne Knöllchen ist deshalb nicht bekämpfungswirksam.

Beurteilung der Gefährlichkeit von Erdmandelgras

Weber und Gut haben 2005 die Ergebnisse einer europaweiten Umfrage über sich stark verbreitende Unkräuter veröffentlicht. Im Rücklauf der Umfrage fanden sich Ein-

schätzungen von Experten aus 26 Ländern Europas zu 281 Pflanzenarten (Weber und Gut 2005). Das Kriterium zur Charakterisierung der Unkrautarten war die Rangierung der Arten nach: «spread potential» (Verbreitungspotenzial), «weediness» (lokale Häufigkeit) und «control success» (Bekämpfbarkeit). Ziel der Untersuchung war, problematische Unkrautarten zu definieren, welche eine Neuentwicklung von Strategien zur Unkrautbekämpfung erfordern. Eine Rangierung von 3 = maximal, 2 = mittel und 1 = minimal war vorgeschlagen. Um die Rangierung für unsere Bedürfnisse anzupassen wurde der Mittelwert von Verbreitungspotenzial, lokaler Häufigkeit und Bekämpfbarkeit gerechnet und die Werte nach den Kategorien 3 – 2.5, 2.49 – 2.0 und 1.99 – 1.5 eingeteilt. Die Tabelle 2 zeigt viele wichtige Unkräuter sowie einige Neophyten in den Kulturpflanzengruppen Getreide, Wurzelfrüchte und Gemüse mit dem nach Weber und Gut angepassten Mittelwert und der Angabe aus welcher europäischen Region die Informationen stammen. Die hohe Rangierung zeigt, dass Erdmandelgras europaweit zu den gefährlichsten Unkräutern in vielen Ackerkulturen gehört. ➤

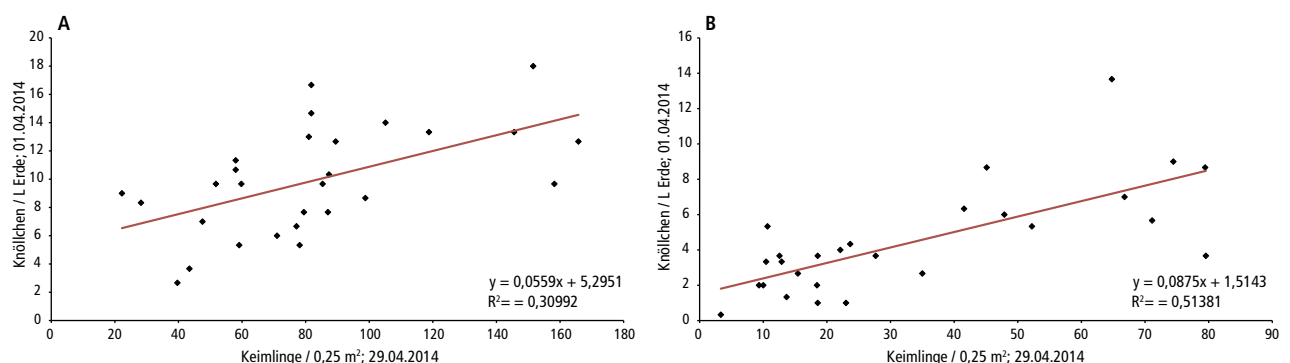


Abb. 5 | Lineare Korrelationen zwischen der Anzahl Keimlinge / 0,25 m² und der Anzahl Knöllchen pro Liter Erde für Mineralboden (A) und Moorboden (B).

Tab. 2 | Rangierung nach einem Mittelwert (3 = maximal resp. schwierig) für Verbreitungspotenzial, lokale Häufigkeit, und Bekämpfbarkeit von Erdmandelgras unter den schweiz- und europaweit wichtigsten Unkräutern in Getreide, Wurzelfrüchten und Gemüse mit Einbezug einiger Neophyten nach Weber und Gut (2005).

Kategorie	Art (lat., D, F)		Wert*	Region**			
3,0 – 2,50	<i>Phragmites communis</i>	Schilf	Roseau commun	2,7	E	S	
	<i>Panicum miliaceum</i>	Echte Hirse	Millet cultivé	2,7	C	E	S
	<i>Reynoutria japonica</i>	Japanischer Staudenknöterich	Renouée du Japon	2,6	C	N	S
	<i>Cynodon dactylon</i>	Riesen-Bärenklau	Berce du Caucase	2,6	E	S	
	<i>Cyperus esculentus</i>	Erdmandelgras	Souchet comestible	2,5	C	S	
	<i>Sonchus oleraceus</i>	Kohl-Gänse Distel	Laiteron maraîcher	2,5	E	S	
2,49 – 2,0	<i>Cirsium arvense</i>	Acker-Kratzdistel	Cirse des champs	2,5	C	E	N S
	<i>Equisetum arvense</i>	Acker-Schachtelhalm	Prêle des champs	2,5	C	E	N S
	<i>Sorghum halepense</i>	Aleppohirse	Sorgho d'Alep	2,4	C	E	S
	<i>Artemisia vulgaris</i>	Gemeiner Beifuss	Armoise commune	2,4	E	N	S
	<i>Conyza canadensis</i>	Kanadisches Berufkraut	Vergerette du Canada	2,4	C	E	S
	<i>Senecio inaequidens</i>	Südafrikanisches Kreuzkraut	Sénéçon sud-africain	2,4	C	S	
	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Ambrosia	Ambroisie à feuille d'armoise	2,4	C	E	S
	<i>Xanthium strumarium</i>	Kropf-Spitzklette	Lampourde ordinaire	2,4	E	S	
	<i>Elimus repens</i>	Kriechende Quecke	Chiendent rampant	2,4	C	E	N S
	<i>Erigeron annuus</i>	Einjähriges Berufkraut	Vergerette annuelle	2,3	S		
	<i>Matricaria matricarioides</i>	Strahlenlose Kamille	Matricaire odorante	2,3	N		
	<i>Rorippa silvestris</i>	Wilde Sumpfkresse	Cresson des forêts	2,3	E	N	
	<i>Poa annua</i>	Einjähriges Rispengras	Pâturin annuel	2,3	C	E	N S
	<i>Galinsoga parviflora</i>	Kleinblütiges Knopfkraut	Galinsoga à petites fleurs	2,3	E		
	<i>Convolvulus arvensis</i>	Acker-Winde	Liseron des champs	2,3	C	E	S
	<i>Sonchus arvensis</i>	Acker-Gänse Distel	Laiteron des champs	2,3	E	N	S
	<i>Calystegia sepium</i>	Echte Zaunwinde	Liseron des haies	2,3	C	E	S
	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Hühnerhirse	Echinochloa pied de coq	2,3	C	E	N S
	<i>Tripleurospermum inodorum</i>	Geruchlose Strandkamille	Camomille inodore	2,2	C	E	S
	<i>Solanum nigrum</i>	Schwarzer Nachtschatten	Morelle noire	2,2	C	E	N S
	<i>Bidens tripartita</i>	Dreiteiliger Zweizahn	Bident triparti	2,2	C	S	
	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Zurückgekrümmter Amarant	Amarante réfléchie	2,2	C	E	N S
	<i>Chenopodium album</i>	Weisser Gänsefuss	Chénopode blanc	2,2	C	E	N S
	<i>Viola arvensis</i>	Acker-Stiefmütterchen	Pensée des champs	2,2	C	E	N
	<i>Galium aparine</i>	Klettenlabkraut	Gaillet gratteron	2,2	C	E	N S
	<i>Stellaria media</i>	Vogelmiere	Mouron des oiseaux	2,2	E	N	S
	<i>Abutilon theophrasti</i>	Schönmalve	Abutilon de Théophraste	2,2	C	E	S
	<i>Polygonum aviculare</i>	Vogelknöterich	Renouée des oiseaux	2,2	C	E	N S
	<i>Papaver rhoeas</i>	Klatsch-Mohn	Coquelicot	2,1	C	E	N S
	<i>Alopecurus myosuroides</i>	Acker-Fuchsschwanz	Vulpin des champs	2,1	C	E	N S
	<i>Aethusa cynapium</i>	Hundspetersilie	Petite ciguë	2,1	C	E	N S
	<i>Daucus carota</i>	Wilde Möhre	Carotte sauvage	2,1	C	E	N
	<i>Setaria viridis</i>	Grüne Borstenhirse	Sétaire verte	2,0	C	E	N S
	<i>Panicum dichotomiflorum</i>	Reisfeld-Hirse	Millet des rizières	2,0	C	S	
	<i>Fumaria officinalis</i>	Gemeiner Erdrauch	Fumeterre officinale	2,0	E	N	S
	<i>Iva xanthifolia</i>	Iva xanthifolia	Iva xanthifolia	2,0	E	S	
<i>Rumex obtusifolius</i>	Stumpfbältriger Ampfer	Rumex à feuilles obtuses	2,0	E	S		
<i>Setaria verticillata</i>	Quirlige Borstenhirse	Sétaire verticillée	1,9	C	S		
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Bluthirse	Digitaire sanguine	1,8	E	S		
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Hirtentäschel	Capselle bourse à pasteur	1,7	C	E	S	
<i>Polygonum lapathifolium</i>	Gewöhnlicher Ampfer-Knöterich	Renouée à feuilles de patience	1,7	C	E	S	
<i>Galinsoga ciliata</i>	Bewimpertes Knopfkraut	Galinsoga cilié	1,7	C	S		
<i>Matricaria chamomilla</i>	Echte Kamille	Camomille vraie	1,6	E	S		
<i>Mercurialis annua</i>	Einjähriges Bingelkraut	Mercuriale annuelle	1,6	C	E		

* Werte angepasst nach Weber & Gut, 2005.

** C = Zentraleuropa; E = Osteuropa; N = Nordeuropa; S = Südeuropa



Abb. 6 | Keimendes Erdmandelgras Knöllchen. (Photo: Carole Parodi)

Anforderungen an die Intensität der Bekämpfung

Das Ziel aller Bekämpfungsmassnahmen muss die Verhinderung der Knöllchenbildung sein. Durch unsere Feldversuche konnten wir zeigen, dass mit dem Einsatz von Bodenbearbeitung und der Wahl eines möglichst wirksamen Herbizids sowie mit der Ansaat von konkurrenzkräftigen (Zwischen-)Kulturen ein Rückgang der Knöllchenzahl erreicht werden kann (Bohren und Wirth). Dieser Rückgang gibt keine Garantie dafür, dass das Problem gelöst ist, da die Knöllchenzahl in Jahren mit weniger intensiver Bekämpfung sehr rasch wieder ansteigen kann. Erdmandelgras muss somit IMMER bekämpft werden, auch wenn nur eine Pflanze im Feld ist. An Stelle der Bekämpfungsschwelle wird eine Sanierungsschwelle gefordert. Die Sanierung einer Parzelle ist nur mit Verzicht auf die Kultur sinnvoll.

Selbstverantwortung der Bewirtschafter

Kein Bewirtschafter kann sich dem Risiko der Verseuchung einer seiner Parzellen entziehen. Es sei denn, er würde seinen Hof vollständig von der restlichen Agrarwelt abschotten. Erdmandelgras profitiert vom heutigen Produktionssystem. Kein Landwirt kann persönlich beschuldigt werden, wenn Erdmandelgras plötzlich auf seinem Betrieb auftaucht. Kein Lohnunternehmer kann des unsauberen Arbeitens bezichtigt werden, wenn er unwissentlich auf seinen Maschinen Knöllchen mitnimmt und andernorts liegen lässt. Es ist deshalb wichtig, dass alle Beteiligten die notwendigen Informationen bekommen; jeder muss die Pflanze auf dem Feld erkennen können.

Ertragsverluste (Keller *et al.* 2015), die mögliche Einschränkung der Wahl der Fruchtfolge, zusätzliche Bekämpfungsmassnahmen und allgemein eine Intensivierung der Unkrautbekämpfung mit Folgen für Arbeitsaufwand, Ökologie und Finanzen zeichnen sich ab, sofern sich das Erdmandelgras weiterhin wie bisher ausbreitet. Das wesentlichste Element der Verbreitung von Erdmandelgras ist die Verschleppung der Knöllchen durch Maschinen und Erntereste von Feld zu Feld.

Gemeinsames Vorgehen

Unterschiedliche Bekämpfungskonzepte von Kantonen und Einzelpersonen fördern momentan die weitere Verbreitung von Erdmandelgras. Behörden, Branchenorganisationen, Beratung und Bewirtschafter müssen sich zusammenschließen, um gemeinsam gegen dieses Problemunkraut vorzugehen. Kenntnis der verseuchten Parzellen, sorgfältige Reinigung von Geräten aller Art und bewusster Umgang mit Ernteresten sind die Grundlagen um die Verschleppung zu vermindern.

Schlussfolgerungen

- Erdmandelgras wird eindeutig als schwer bekämpfbares Unkraut, mit dem Potenzial alle Acker- und Gemüsebauflächen zu besiedeln, eingestuft.
- Eine genügende Zahl von wirksamen und selektiven Herbiziden steht nicht zur Verfügung.
- Durch das Kombinieren von Bodenbearbeitung, Herbizidwahl und Pflanzenkonkurrenz kann die Knöllchenzahl im Boden effizient reduziert werden. Für diese Kombination setzt die Fruchtfolge eines Betriebes oft zu enge Grenzen.
- Da die Verschleppung der Knöllchen ein wesentliches Element der Verbreitung von Erdmandelgras ist, kann sich kein Bewirtschafter dem Risiko der Verseuchung seiner Felder entziehen.
- Eine allgemeine Intensivierung der Unkrautbekämpfung mit Folgen für Arbeitsaufwand, Ökologie und Finanzen zeichnen sich ab, wenn nicht breitenwirksam bekämpft werden kann.
- Wir möchten unsere Anstrengungen auf die Optimierung von Massnahmen zur Sanierung verseuchter Felder konzentrieren.
- Alle, Behörden, Branchenorganisationen, Beratung und Bewirtschafter müssen gemeinsam anpacken, um dieses Problemunkraut in den Griff zu bekommen. ■

Riassunto**La diffusione dello zigolo dolce (*Cyperus esculentus* L.) interessa tutti**

Secondo un sondaggio condotto in 26 paesi, lo zigolo dolce (*Cyperus esculentus* L.) rientra fra le piante infestanti più pericolose d'Europa a causa del suo grande potenziale di diffusione, della sua frequente presenza a livello locale e delle notevoli difficoltà riscontrate nel contrastarlo. Un elemento essenziale della diffusione è dato dalla disseminazione dei tubercoli da un campo all'altro. Le piante visibili non consentono di valutare con precisione il grado di infestazione di una parcella. Non esiste un metodo di lotta che sia efficace a lungo con un solo trattamento. Nelle prove in campo abbiamo testato l'efficacia di diversi erbicidi, che tuttavia non sono sufficienti a contrastare lo zigolo dolce nelle colture campicole e vegetali, in quanto le sostanze attive relativamente efficaci possono essere utilizzate solo in pochissime colture. La loro aggiunta subito dopo l'applicazione può migliorare l'efficacia degli erbicidi. La formazione dei tubercoli può essere ostacolata dalla lavorazione ripetuta del suolo nel periodo in cui si manifesta (da maggio a luglio) nonché dalla concorrenza esercitata da una fitta copertura di colture (intermedie) a rapida velocità di insediamento (da luglio). I risultati dei nostri test mostrano chiaramente che le misure in grado di ridurre il numero di tubercoli vengono rapidamente vanificate se seguite da metodi meno efficaci.

Literatur

- Bangarwa S.K., Norsworthy J.K. & Gbur E.E., 2012. Effects of Shoot Clipping-Soil Disturbance Frequency and Tuber Size on Aboveground and Belowground Growth of Purple and Yellow Nutsedge (*Cyperus rotundus* and *Cyperus esculentus*). *Weed Technology* 26 (4), 813–817.
- Bohren C. & Wirth J., Towards a control strategy against *Cyperus esculentus*. *Weed Research* submitted.
- Bohren C. & Wirth J., 2013. Erdmandelgras (*Cyperus esculentus* L.): die aktuelle Situation in der Schweiz. *Agrarforschung Schweiz* 4 (11-12), 460–467.
- Dodet M., Petit R.J. & Gasquez J., 2008. Local spread of the invasive *Cyperus esculentus* (Cyperaceae) inferred using molecular genetic markers. *Weed Research* 48 (1), 19–27.
- Guyer U., Burkhalter F. & Waldspühl S., 2015. Bekämpfung von Erdmandelgras. In *Gmüesblatt: Inforama Seeland Ins BE und Grangeneuve FR*.
- Keller M., Total R. & Collet L., 2015. Erdmandelgrasbefall – massive Ertragseinbussen in Kartoffeln und Zuckerrüben. In 2. Nationale Ackerbautagung 2015. Muntelier-Löwenberg, Murten: Plattform Ackerbau Grandes cultures.

Summary**The spread of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.) concerns everyone**

According to a survey conducted in 26 countries, yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.) belongs to the most dangerous weeds in Europe due to its high reproductive capability, its weediness (local abundance) and low success of control. Unintentional spread of tubers from field to field by machinery and crop waste is an important element of the invasion. Visible plants in a field weakly indicate the real rate of infestation. A single treatment with a sustainable control effect does not exist. In field trials, we tested the efficacy of different herbicides. Herbicides alone are not enough for a good nutsedge control in most of vegetable and field crops. Highly effective herbicides are selective in a few crops only. Incorporation of herbicides after application can support their effect. Repeated soil cultivation during the period of tuber formation (May to July) as well as competition by fast-growing dense (cover) crop stands (from July onwards) can reduce the number of tubers in the soil. Our results show clearly that successful measures for the reduction of tuber numbers can quickly be wiped out by subsequent ineffective control strategies.

Key words: halosulfuron, sulfosulfuron, s-metolachlor, tuber number, invasion.

- Lotz L.A.P., Groeneveld R.M.W., Habekotte B. & Vanoene H., 1991. Reduction of Growth and Reproduction of *Cyperus-Esculentus* by Specific Crops. *Weed Research* 31 (3), 153–160.
- Morales-Payan J.P., Charudattan R. & Stall W.M., 2005. Fungi for biological control of weedy cyperaceae, with emphasis on purple and yellow nutsedges (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*). *Outlooks on Pest Management* 16 (4), 148–155.
- Santos B.M., MoralesPayan J.P., Stall W.M., Bewick T.A. & Shilling D.G., 1997. Effects of shading on the growth of nutsedges (*Cyperus* spp.). *Weed Science* 45 (5), 670–673.
- Tumbleson M.E. & Kommedahl T., 1961. Reproductive Potential of *Cyperus esculentus* by Tubers. *Weeds* 9, 646–653.
- Weber E. & Gut D., 2005. A survey of weeds that are increasingly spreading in Europe. *Agronomie* 25 (1), 109–121.
- Wills G.D., 1987. Description of Purple and Yellow Nutsedge (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*). *Weed Technology* 1, 2–9.