

Erd-Wurzel-Separation nach dem maschinellen Ausstechen von Ampfer (*Rumex obtusifolius*)

Sauter, J.¹, Latsch, R.¹, Sauter, M.¹ und Odermatt, W.²

Keywords: *Rumex obtusifolius*, Ampfer, Bekämpfung, Einzelpflanzen, Behandlung

Abstract

*Labour-intensive manual digging with various sorts of spades or forks is the most common technique to control broad-leaved dock (*Rumex obtusifolius*). Machines for removing roots exist, but are not in use. The process leaves undesired holes in the ground and large quantities of soil have to be removed. An invention for separating the fertile soil from the roots directly in the field and refilling the holes thus created would represent a significant advance. Agroscope Reckenholz-Tänikon ART has developed a separation unit to improve the mechanical weeding process. The separator unit consists of three paired rotary brushes ($d = 200 \text{ mm}, l = 250 \text{ mm}$) and an oscillating sieve (surface: $200 \times 500 \text{ mm}$, gaps: $15 \times 500 \text{ mm}$). In the summer 2011 a self-propelled unit dug out 174 *Rumex obtusifolius* plants on grassland on the experimental farm in Tänikon. The cleaned soil was used in situ to refill the holes created. The weight of both the excavated and cleaned soil was recorded. A RTK-GPS device enabled the exact position of plants to be located. Three months after treatment, the treated places had been evaluated. In 160 cases (92 %) where *Rumex* plants had been removed at the same positions no plants regrew. The used standard adjustment could separate 55 to 80 % of the total excavation, depend on field condition. Disadvantages are the transport of 1.2 kg of soil and root material per plant in average and high efforts on machine construction.*

Einleitung und Zielsetzung

Umfragen in der Forschung und Praxis belegen, dass der Stumpfblätrige Ampfer (*Rumex obtusifolius*) im organischen Landbau zu den häufigsten Problemunkräutern zählt (Böhm und Verschwele 2004; Schroeder *et al.* 1993 zitiert in Bond *et al.* 2007). Ein Grund dafür ist, dass Ampfer von der intensiven Nutzung der Grünlandbewirtschaftung profitiert.

Derzeit stehen verschiedene Methoden zur Ampferbekämpfung zur Verfügung, welche sich in Managementmaßnahmen und indirekte Behandlungsmaßnahmen wie biologische, thermische oder mechanische Behandlung unterscheiden lassen. (Latsch und Sauter 2010; Latsch *et al.* 2011; Zaller 2004). Zu den mechanischen Behandlungen zählt das Ausstechen der Wurzeln. Diese effektive Methode erreicht bis zu 80 % Erfolgsquote (Böhm und Verschwele 2004; Bond *et al.* 2007; Dierauer 1993; Strnad *et al.* 2010). Wichtig dabei ist, dass die Wurzeln bis zu einer Tiefe von mindestens 10 cm komplett entfernt werden. Tiefere Wurzelregionen besitzen keine Austriebsknospen zur Regeneration (Strnad *et al.* 2010).

¹ Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon 1, 8356, Ettenhausen, Schweiz, Joachim.Sauter@art.admin.ch, www.agroscope.ch.

² Odermatt Landmaschinen AG, Industrie Unterdorf, 5502, Hunzenschwil, Schweiz

Nach eigenen Messungen kann eine Person per Hand bis zu 60 Pflanzen pro Stunde ausstechen. Ein maschinelles Ausstechen nach dem System Riesenhuber (1999) erhöht die Arbeitsleistung auf bis zu 300 Pflanzen pro Stunde (Röthlisberger 2002). Dieser Ausreisser erfasst die Wurzel mit drei hydraulisch gesteuerten Fingern und reisst sie samt der umrandeten Erde aus. Dabei entstehenden kegelförmigen Erd-Wurzelballen mit Durchmessern bis zu 250 mm und Höhen bis zu 150 mm. Diese erreichen Massen von 3 bis 6 kg. Bei einer Unkrautdichte von beispielsweise 2000 Ampferpflanzen/ha werden somit 6 bis 12 t Erde abtransportiert.

Mit dem Ziel, den Abtransport von Muttererde zu reduzieren, wurde eine technische Lösung gesucht, die anhaftende Erde von den Ampferwurzeln zu trennen und in die entstandenen Löcher zu verfüllen, ohne den Behandlungserfolg zu verringern.

Methoden

Im Jahr 2011 wurde eine selbstfahrende Maschine mit einem Ausstechorgan System Riesenhuber (1999) von Ferdinand Riesenhuber (Spital am Pyhm, Österreich) verwendet, um auf Flächen des Versuchsbetriebs Tänikon Ampferpflanzen zu behandeln. Die unterschiedlichen Grünlandflächen zeichnen sich aufgrund ihrer postglazialen Entstehung durch Böden mit 20 bis 30 % Tonanteil aus. Die Bodenfeuchten variierten von 26 bis 45 Vol.-%.

Der Aushub wurde gewogen und dem Separatorprototypen zugeführt (Abbildung 1). Die abgetrennte Erde wurde erneut gewogen und in die entstandenen Löcher rückverfüllt. Aus den Wiegungen wurde der Quotient aus abgetrennter Erde und Gesamtaushub (= Absiebung) gebildet. Ein Real-Time-Kinematic GPS (Trimble R7, Sunnyvale, CA, USA) ermöglichte die Positionserfassung der behandelten Pflanzen sowie die Evaluierung auf Wiederaustrieb nach drei Monaten.

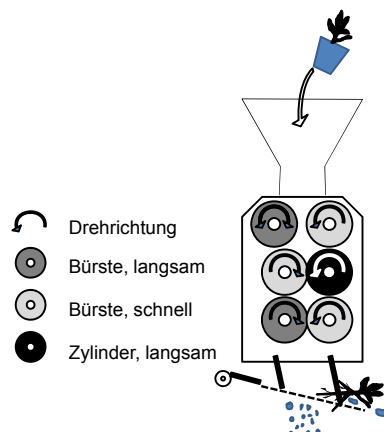


Abbildung 5: Rotierende Bürsten reiben die Erde von den Wurzeln bevor diese auf ein oszillierendes Sieb fallen.

Das Funktionsprinzip des Separators basiert auf drei gegenläufigen Bürstenpaaren sowie einem oszillierenden Stangensieb (200 x 500 mm Siebfläche, Stababstand 15 mm). Die Bürsten ($d = 200$ mm, $l = 250$ mm) sind mit 50 mm langen Nylonfasern unterschiedlichen Durchmessers bestückt. Beim Einlass und in der mittleren Ebene beträgt der Faserdurchmesser 2,5 mm, beim Auslass 3,5 mm.

Ein Spalt von 50 mm zwischen dem ersten Bürstenpaar ermöglicht es, Erdklumpen zu brechen, bevor sie von den weiteren Bürsten eingezogen werden. Die weiteren Bürstenpaare weisen keinen Spalt auf. Jedes Paar besteht jeweils aus einer langsam und einer schnell drehenden Bürste. Die alternierende Anordnung der schnell und langsam laufenden Bürsten stellt sicher, dass die Wurzeln auf beiden Seiten

gerieben werden. Nach Probeläufen wurde folgende Maschineneinstellung als Standard festgelegt: Erstes Bürstenpaar mit gleichlaufender Rotation, Drehzahlanstieg der

schnell rotierenden Bürsten von oben nach unten, um Verstopfungen zu verhindern (150, 200, 250 U/min⁻¹), ansteigendes Rotationsverhältnis der Bürstenpaare (Oben 1:1,6, Mitte 1:3, Unten 1:16). Die mittlere, langsam drehende Bürste wurde durch einen Metallzylinder ersetzt, um das dritte Bürstenpaar vor Blockaden durch Steine zu schützen. Zur Optimierung wurden verschiedene Einstellungen dieser Standardeinstellung gegenübergestellt und mittels T-Test ausgewertet (Tabelle 1). Dies ermöglicht auch die Berücksichtigung unterschiedlicher Anzahlen an Probe.

Zur Erarbeitung weiterer Optimierungsmöglichkeiten wurde in einem gesonderten Versuch bei Standardeinstellung (75 % Absiebung, Bodenfeuchte 27 Vol. %) der Rückstand von zehn Pflanzen gesammelt. Das Material wurde gewaschen und getrennt nach Steinen, Ampferpflanzen und anderer Biomasse getrocknet. Die Masse an ausgewaschener Erde wurde unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten zu TS-Gehalten (Biomasse: 25 % TS, Steine: 100 % TS) berechnet.

Ergebnisse

Während des gesamten Projektes wurden 174 Pflanzen auf fünf verschiedenen Standorten behandelt und die entstandenen Löcher verfüllt. Die Kontrolle drei Monate nach der Behandlung zeigte, dass an 160 (92 %) Behandlungsstellen keine neue Pflanzen austrieben. Die Vergleiche der Standardeinstellung mit unterschiedlichen Einstellungen erfolgten an unterschiedlichen Tagen und Standorte. Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten wurde für jeden Vergleich die Standardvariante zeitgleich erneut erfasst. Umbauarbeiten spiegeln sich in der Anzahl von Pflanzenproben wider. Es zeigte sich, dass abhängig vom Standort mit der Standardeinstellung unterschiedliche Erdmassen abgetrennt wurden, Die gewählte Standardeinstellung konnte durch keine Variation verbessert werden (Tabelle 1).

Tabelle 1: Einfluss der der Drehrichtung, Anzahl Siebe und Drehzahl auf Absiebung und Anteil erfolgreich entfernter Pflanzen (Erfolgsquote).

Parameter	Einstellung	n Pflanzen	Absiebung		p - Wert	Erfolgsquote
			ØMin - Max		
Drehrichtung 1. Bürstenpaar	Standard	16	71 %	53 % - 74 %	p = 0,05	90 %
	Gegenläufig	11	64 %	52 % - 91 %		100 %
Anzahl Siebe	Standard	13	80 %	69 % - 90 %	p < 0,05	84 %
	Doppelsieb	25	70 %	65 % - 82 %		100 %
Drehzahl	Standard	22	55 %	41 % - 79 %	p = 0,56	95 %
	1/2 Drehzahl	13	53 %	38 % - 65 %		100 %

Wurden das erste Bürstenpaar gegenläufig betrieben, verschlechterte sich die Abscheidung um 7 % auf 64 % (p = 0,05). Ein kurzfristiges Umschalten der Rotationsrichtung von gleich- auf gegenläufig war jedoch nötig, um den Einzug der Ballen zu garantieren. Die Reduzierung der Drehzahlen auf die Hälfte der Standardeinstellung bei Beibehaltung der Relationen der einzelnen Bürsten zueinander verschlechterte die Absiebung nicht signifikant (p = 0,56) von 55 % auf 53 %. Ein zusätzlicher netzförmiger Siebboden (Maschenweite 15 x 15 mm) erhöhte die Wirksamkeit der Behandlung von 85 % auf 100 %, reduzierte jedoch die Absiebung von 80 % auf 70 % (p < 0,05). Die Detailuntersuchung des Rückstandes zeigte, dass durchschnittlich 1,2 kg Frischmasse pro Pflanze (25 % des Gesamtaushubes) als Rückstand abtransportiert wurden. Der Rückstand setzte sich überwiegend aus Erde (12 %) und Steinen (10 %) zusammen (Abbildung 2). Die im konkreten Fall durchschnittlich 30 g schweren Ampfer-

wurzeln stellten 1 % des Gesamtaushubes. Ausgerissene Gräser sowie deren Wurzeln trugen 2 % bei.

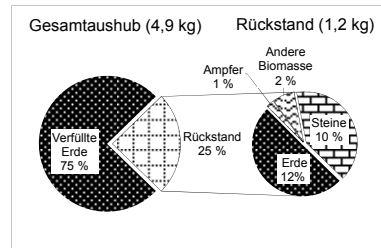


Abbildung 2: Aufteilung des Gesamtaushubes in unterschiedliche Fraktionen (Werte in FS).

Technik konnte im Durchschnitt das abzutransportierende Material von 4,9 kg auf 1,2 kg Frischsubstanz pro Pflanze bzw. Einstich reduziert werden. Eine weitere Separationsstufe zur Abtrennung von Steinen könnte diese Masse um weiter 0,5 kg reduzieren. Der Vorteil des maschinellen Ausstechens ist die hohe Erfolgsquote bei niedrigem Energiebedarf. Dem stehen Nachteile durch die abzutransportierenden Erdmassen sowie der zu erwartende hohe konstruktive Aufwand und die damit verbundenen Investitionskosten gegenüber.

Diskussion und Schlussfolgerungen

Das maschinelle Ausstechen ist eine erfolgreiche Behandlungsmaßnahme. Die Erfolgsquote mit über 90 % ist vergleichbar mit den Ergebnissen des Ausstechens per Hand (Böhm und Verschwele 2004; Bond *et al.* 2007; Dierauer 1993; Strnad *et al.* 2010). Durch die Abtrennung der anhaftenden Erde können die entstandenen Löcher verfüllt werden, ohne den Behandlungserfolg deutlich zu verschlechtern. Mit der vorgestellten

Literatur

- Böhm H., Verschwele A. (2004): Ampfer- und Distelbekämpfung im Ökologischen Landbau. Internetauftritt: Statusseminar „Ressortforschung für den ökologischen Landbau 2003“, Zugriff unter: <http://orgprints.org/4166/1/Wurzel-SH273.pdf>.
- Bond W., Davies G., Turner R. (2007): The biology and non-chemical control of broad-leaved dock (*Rumex obtusifolius* L.) and curled dock (*R. crispus* L.). Internetauftritt: HDRA, Ryton Organic Gardens, Zugriff unter: <http://www.gardenorganic.org.uk/organicweeds/downloads/dock%20review.pdf>.
- Dierauer H. U. (1993): Efficiency of different non-chemical methods of controlling broadleaf dock (*Rumex obtusifolius*). Maîtrise des adventices par voie non chimique, Communications de la quatrième conférence internationale I.F.O.A.M, 5.-9. July, Dijon, France, S. 311–314
- Latsch R., Sauter J. (2010): Microwave for dock control on grassland. Grassland Science in Europe, Vol 15, Kiel, Germany, S. 169–171, 1094 S.
- Latsch R., Kaeser A., Sauter J. (2011): Heißwasserdampf für die Ampferbekämpfung. Landtechnik, 66, 3, S. 170–172.
- Riesenhuber F. (1999): Patent, Agricultural implement for removing rhizomes, WO9905898.
- Röthlisberger H. (2002): Küchlers Kampf gegen die Blacken. Schweizer Bauer, 06.07.2002, S. 22.
- Schroeder D., Mueller-Schaerer H., Stinson C. A. S. (1993): A European weed survey in 10 major crop systems to identify targets for biological control. Weed Research, 33, 6, S. 449–458.
- Strnad L., Hejzman M., Krist'alova V., Hejzmanova P., Pavlu V. (2010): Mechanical weeding of *Rumex obtusifolius* L. under different N, P and K availabilities in permanent grassland. Plant, Soil and Environment, 56, 8, S. 393–399.
- Zaller J. G. (2004): Ecology and non-chemical control of *Rumex crispus* and *R. obtusifolius* (Polygonaceae): a review. Weed Research, 44, S. 414–432.