

Eignung unterschiedlicher Applikationsköpfe für die Ampferbekämpfung mit Heißwasser

Latsch, R.¹ Sauter, J.¹ und Sauter, M.¹

Keywords: Rumex obtusifolius, thermische Behandlung, Unkrautbekämpfung

Abstract

*As already shown in former investigations, thermal treatment with a hot water/steam mixture can be an appropriate method to control dock plants (*Rumex obtusifolius*). Thereby the application method can be a key technique to acquire both good treatment effects and low working time and energy requirements. Five application techniques were compared in this investigation. A nozzle with rotating pencil jet was identified as the one with the best performance. This variant requires 1.6 l of 90 °C hot water per plant, applied at mean 15 seconds. The average fuel consumption to heat the water came up to 0.016 l Diesel per plant.*

Einleitung und Zielsetzung

Noch immer gilt der Stumpfblättrige Ampfer (*Rumex obtusifolius*) im Ökologischen Landbau als das Hauptbewirtschaftungsproblem in Wiesen und Weiden. Die Standardmethode zu seiner Bekämpfung ist das manuelle Ausstechen des oberen, austriebfähigen Wurzelteils (Hypokotyl). Die Arbeitsleistung dieses Verfahrens ist vergleichsweise gering. Betriebe mit hohem Ampferbesatz auf ihren Flächen stehen dabei aufgrund der hohen Regenerationsfähigkeit der Pflanze und dem enormen Samenpotential im Boden vor einer schier unlösbaren Aufgabe. Dies geht so weit, dass ökologisch wirtschaftende Betriebe wieder zur konventionellen Bewirtschaftung zurückkehren.

Agroscope Reckenholz Tänikon erarbeitet eine neue Methode zur Ampferbekämpfung mit dem Ziel gegenüber dem manuellen Stechen die dreifache Leistung bei geringerem körperlichen Aufwand und gleichen Kosten zu erreichen.

Bei Versuchen mit Wärmebehandlung der Wurzeln mittels eines Heißwasser-Dampfgemisches wurden im Jahr 2010 gute Absterberaten erreicht (Latsch *et al.* 2011b). Ziel dabei war es, die Ampferwurzeln auf mindestens 80 °C zu erhitzen (Schmelzpunkt von Nukleinsäuren), um die DNA irreversibel zu schädigen. Der Energieeinsatz zur Dampferzeugung entsprach jedoch nicht den Anforderungen an ein praxisreifes Verfahren. Die im Folgenden dargestellten Versuche zur Optimierung der Applikationstechnik und des Energieverbrauchs wurden 2011 durchgeführt.

Methoden

Die Behandlung der Ampferpflanzen erfolgte unter Einsatz eines handelsüblichen Heißdampfgerätes Typ HDS 9/18 4 M der Alfred Kärcher AG, Winnenden, Deutschland, welches zum Feldeinsatz durch einen Stromgenerator (380 V/15 kVA)-und einen Wassertank ergänzt wurde (Latsch *et al.* 2011a).

¹ Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon 1, CH-8356 Ettenhausen, Schweiz, roy.latsch@art.admin.ch, www.agrartechnik-agroscope.ch

Zur Behandlung der Pflanzen mit dem Heißwasser-Dampfgemischs wurden vier unterschiedliche Applikationsköpfe (A–D) gebaut und auf maximalen Wasserdurchlass und maximale Wassertemperatur optimiert (Tabelle 5). Zusätzlich wurde die Original Kärcher „Dreckfräse“ (E) eingesetzt, die laut Herstellerangaben nicht im Heißdampf-betrieb verwendet werden darf. Je nach Applikationsvariante wurde um die Wurzel herum eingestochen (A, B), von oben Wasser appliziert (C, E) oder direkt in sie hineingestochen (D).

Tabelle 5: Schematische Darstellung und technische Daten der untersuchten Applikationsvarianten

	A	B	C	D	E	
Variante						
Bohrungsradius	[mm]	50	50	50	–	–
Dorndurchmesser	[mm]	12	12	–	16	–
Düsenbohrung (Anzahl; Ø)	[mm]	9x 1,0	3x 1,2/1,4	3x 1,2/1,4	9x 1,0	1x 1,8
Düsenfläche <small>gesamt</small>	[mm ²]	7,1	3,4/4,6	3,4/4,6	7,1	2,5
Düsenabstand	[mm]	30	–	–	30	–
Wasserinjektion bis in Tiefe von	[mm]	90	30	–	90	–
Wassermenge <small>von...bis</small>	[l/min]	0,2 - 5,6	0,3 - 4,7	0,6 - 4,0	0,6 - 2,9	0,6 - 3,5
voreingestellte Temperatur(en)	[°C]	95 / 120	95 / 120	95 / 120	95 / 120	95
Gerätedruck	[bar]	32	32	32	32	70
Anzahl behandelte Pflanzen	[Stk.]	153	225	120	180	135

Die Versuche fanden auf fünf Untersuchungsflächen in Tänikon, CH-8356 Ettenhausen, Schweiz statt. Zu den erfassten Messparametern gehörten die Wassertemperatur und die applizierte Wassermenge pro behandelte Ampferpflanze, die Kraftstoffmenge zur Wassererwärmung pro Messserie sowie die Bodenart und Bodenfeuchte. Nach einer Messserie von 15 Pflanzen wurde die nächste Versuchsvariante gewählt. Die Temperatur und die applizierte Wassermenge wurden bei jeder Behandlung an einem externen Temperaturfühler sowie einer Wasseruhr abgelesen. Die Erfassung der Kraftstoffmenge zur Wassererwärmung erfolgte pro Messserie gravimetrisch mittels eines Zusatztanks. Die Bodenfeuchtebestimmung fand volumenbezogen mittels Stechzylinderproben aus einer Tiefe von 0-10 cm statt (Trocknung bei 105 °C).

Um die behandelten Pflanzen bei der visuellen Bonitur nach vier, acht und zwölf Wochen wiederfinden zu können, wurden sie mit einem RTK-GPS (Real-Time-Kinematic-GPS, Trimble R8, Sunnyvale, CA, USA) eingemessen.

Die statistische Untersuchung mittels einer logistischen Regression mit einem linearen Gemischte-Effekte-Modell (glmm – generalized linear mixed effect model, Tibco Spotfire S+ ® 8.1 for Windows, Somerville, MA, USA) umfasste den Einfluss der genannten Messparameter auf die Absterberate der Ampferpflanzen.

Ergebnisse

In die logistische Regression mittels eines linearen Gemischte-Effekte-Modells geht die Bodenart aufgrund der zu geringen Datenmenge lediglich als Hauptkomponente ein. Die Bodenfeuchte der fünf Standorte variiert im kompletten Datensatz von 31-45 Vol.-% (Abbildung 6).

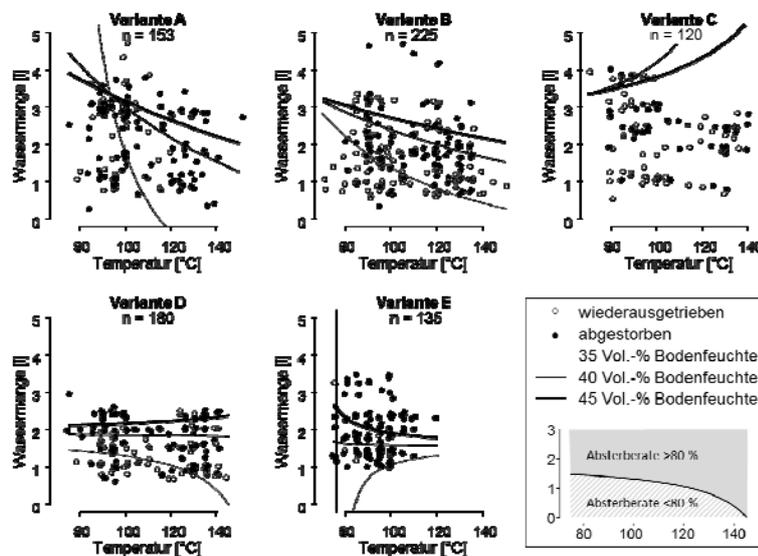


Abbildung 6: Einfluss der Wassermenge und der Wassertemperatur bei unterschiedlichen Applikationsvarianten auf den Behandlungserfolg. Die unterschiedlichen Isolinien entsprechen einer Absterberate von 80 %. Die Linienstärke symbolisiert dabei Bodenfeuchten von 35 %, 40 % und 45 %. Die Bereiche oberhalb der jeweiligen Isolinien stellen den Zielbereich der Absterberate >80 % dar.

Die Varianten D und E zeigen auf, dass schon bei Temperaturen um 90 °C eine erfolgreiche Ampferbekämpfung mit Absterberaten >80 % durchgeführt werden kann. Mittels des statistischen Modells lassen sich die benötigten Wassermengen herleiten, um beispielsweise bei einer Bodenfeuchte von 40 Vol.-% und einer Wassertemperatur von 90 °C eine Absterberate von 80 % zu erreichen (Tabelle 6). In folgender Reihe steigt die benötigte Wassermenge an: Variante E, D, B, A, C. Die Größe der Ampferpflanzen, die sicherlich Einfluss auf den Wasser- und somit den Energiebedarf hat, wird bei dieser Untersuchung nicht berücksichtigt. Geht man davon aus, dass das Wasser um 75 °C erwärmt wurde, ist die theoretisch benötigte Energie und somit die theoretisch erforderliche Dieselmenge pro Pflanze bestimmbar (Tabelle 6).

Der gemessene Dieserverbrauch kann für jede Applikationsvariante mittels einer Regressionsfunktion dargestellt werden (Tabelle 6). Verrechnet man diese Angaben mit den aus der logistischen Regression ermittelten Wassermengen, so lässt sich daraus der tatsächliche Dieselbedarf pro Pflanze ermitteln. Auch hier schneidet Variante E am besten ab.

Tabelle 6: Wasser-, Energie- und Dieselbedarf pro behandelter Pflanze bei einer Wassertemperatur von 90 °C

Variante		A	B	C	D	E
Wasserbedarf _{theoretisch}	[l]	3,7	2,6	3,8	1,9	1,6
Energiebedarf _{theoretisch}	[kWh]	0,319	0,228	0,333	0,161	0,139
Dieselbedarf _{theoretisch}	[l]	0,033	0,023	0,034	0,016	0,014
Regression Dieselbedarf _{gemessen}	[l]	$y = 0,0116x$ $R^2 = -0,16$	$y = 0,0116x$ $R^2 = 0,63$	$y = 0,0109x$ $R^2 = 0,20$	$y = 0,0123x$ $R^2 = 0,59$	$y = 0,01x$ $R^2 = 0,83$
Dieselbedarf _{kalkuliert}	[l]	0,043	0,030	0,041	0,023	0,016

Diskussion und Schlussfolgerung

Die Auswertung der Erhebung zeigt, dass die angestrebte Absterberate von mindestens 80 % mit Wassertemperaturen um 90 °C (Varianten D und E) zu erreichen ist. Bei diesen beiden Varianten werden die geringsten Wassermengen zur Zielerreichung benötigt, was sich positiv auf den Energiebedarf auswirkt. Aus der Sicht der Handhabbarkeit bietet die Dreckfräse (E) gegenüber Variante D den Vorteil, dass kein Einschlagen des Applikationskopfes in die Erde notwendig ist. Der rotierende Punktstrahl wird dicht über dem Erdboden senkrecht um die Ampferpflanze geführt und erzeugt so ein heißes Erd-Wassergemisch um die Wurzel herum. Dieses heiße Gemisch besitzt zudem wahrscheinlich den agronomischen Vorteil, dass lokal vorhandene Samen nicht mehr auskeimen. Bei der in der Untersuchung gewählten Einstellung dauerte die Behandlung einer Pflanze mit der Dreckfräse durchschnittlich 15 Sekunden. Die Wurzelmasse lag bei anderen Untersuchungen in Tänikon (Sauter und Hermle 2007, Sauter *et al.* 2012) zwischen 100 g und 140 g pro Pflanze. Bei einer angenommenen Verunkrautung von 2000 Pflanzen pro Hektar und einer Bodenfeuchte von 40 Vol.-% würden pro Hektar 3200 l Wasser und 32 l Diesel zur Wassererwärmung benötigt.

Die Dreckfräse geht als Vorzugsvariante aus diesem Vergleich unterschiedlicher Applikationsköpfe zur Ampferbekämpfung mit Heißwasser-Dampf hervor.

Danksagung

Wir bedanken uns bei der Kärcher AG, Niederlassung Dällikon, Schweiz für die Bereitstellung des Heißwasser-Hochdruckreinigers.

Literatur

- Latsch R., Kaeser A., Sauter J. (2011a): Heißwasserdampf für die Ampferbekämpfung. *Landtechnik*, 66, 3, S. 170–172.
- Latsch R., Sauter J., Kaeser A. (2011b): Ampferkontrolle mittels Heißdampf-Injektion. In: Leithold G., Becker K., Brock C., Fischinger S., Spiegel A.-K., Spory K., Wilbois K.-P., Williges U. [Hrsg.]: 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau: Es geht ums Ganze: Forschen im Dialog von Wissenschaft und Praxis, 16.-18.03.2011, Giessen, D, Band 1: Boden - Pflanze - Umwelt, Lebensmittel und Produktqualität, Verlag Dr. Köster, Berlin, S. 115–118.
- Sauter J., Hermle S. (2007): Blackenbekämpfung mittels Mikrowellentechnologie. Sommerfest Gutsbetrieb Strafanstalt Saxerriet 22.06.2007, Vortrag.
- Sauter J., Latsch R., Sauter M., Odermatt W. (2012): Mechanical weeding of *Rumex obtusifolius* in permanent grassland by removal of roots via a machinery process. In: CIGR-AgEng [Hrsg.]: International Conference of Agricultural Engineering 2012, 08.–12.07.2012, Valencia, Spain, Conference proceeding on USB-Stick, C-0295, S. 6.