

# Mikrowellentechnologie zur Bekämpfung des Stumpflättrigen Ampfers

Roy Latsch und Joachim Sauter, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, 8356 Ettenhausen

Auskünfte: Roy Latsch, E-Mail: roy.latsch@art.admin.ch, Tel. +41 52 368 33 63



Foto: ART

Prototyp II (18 kW Heizleistung) im Einsatz; Saxerriet, SG.

## Einleitung

Die Blacke, oder auch Stumpflättriger Ampfer (*Rumex obtusifolius*), ist eine häufige, aber ungeliebte Pflanze in Wiesen und Weiden. Blacken sind sehr konkurrenzstark und wirken daher als Platz- und Nährstoffräuber für wertvolle Futterpflanzen. Die herkömmliche Art, die Ampfern im Biolandbau in Schach zu halten, ist das manuelle Ausstechen mit dem Blackeneisen. Um diese physisch anstrengende Handarbeit zu reduzieren, sind im Biolandbau Alternativen in der Ampferbekämpfung gefordert. Mikrowellentechnologie kann eine Möglichkeit darstellen, die Pflanzen ohne Erdbewegung zu eliminieren und somit das Risiko des Auflaufens von Blackensämlingen auszuschalten. Die Wurzeln werden dabei im Erdboden auf solch hohe Temperaturen erhitzt, dass die Eiweisse denaturieren, die DNS zerstört wird und die Pflanze abstirbt.

## Material und Methoden

In Feldversuchen auf verschiedenen Standorten wurden zur Behandlung der Ampfern zwei selbstfahrende Mikrowellenprototypen eingesetzt, die in Kooperation mit den Firmen Gigatherm, Grub, Schweiz und Odermatt Landtechnik, Hunzenschwil, Schweiz gebaut wurden. Technische Eckdaten finden sich in Tabelle 1. Beide Mikrowelleneinheiten werden mit einem mitgeführten Stromgenerator betrieben. Die Einleitung, der von den Magnetrons erzeugten Mikrowellen, erfolgt über offene Hohlleiter direkt ins Erdreich. Die Öffnungen sind mit einer austauschbaren für Mikrowellen transparente Glimmerplatte gegen Verschmutzung geschützt.

Vor der Behandlung wurden einzeln stehende Ampferpflanzen auf unterschiedlichen Wiesenstandorten markiert und zu Boniturzwecken mit einem hochgenauen RTK-GPS (Real-Time-Kinematik-GPS) eingemessen. Die Behandlung der Pflanzen erfolgte mit unterschiedlichen Heizzeiten, um ein Zeitoptimum identifizieren zu können (Tab.1). Die Bodenfeuchte an den Standorten wurde mittels TdR (Time Domain Reflektometrie; Moisture Point, Environmental Sensors Inc., Victoria, CA) ermittelt. Die visuelle Wiederaustriebskontrolle erfolgte vier, acht und zwölf Wochen nach der Behandlung. Folgende Varianten wurden getestet:

Variante 1: Permanentes Heizen bei voller Ausgangsleistung (100 %).

Variante 2: «Gepulstes» Heizen bei voller Ausgangsleistung (gepulst). Hierbei wird die Heizzeit intervallartig unterbrochen mit dem Ziel, eine bessere Temperaturverteilung in der Wurzel zu erreichen: z. B. 10 s heizen – 10 s warten – 10 s heizen etc.

Variante 3: Permanentes Heizen bei 25 % Ausgangsleistung (25 %). Diese Einstellung soll klären, ob eine energetische Optimierung des Verfahrens über eine entsprechende Verlängerung der Heizzeit bei verringerter Heizleistung möglich ist.

## Resultate und Diskussion

Auf sechs unterschiedlichen Standorten behandelte der Prototyp I 971 Pflanzen. Für die Untersuchungen mit dem Prototypen II flossen drei Standorte mit 265 Pflanzen der Variante 1, 157 der Variante 2 und 86 Pflanzen der Variante 3 ein. Als Zielwert für die Wiederaustriebsrate werden maximal 20 Prozent angesetzt (Abb. 1). Somit lassen sich über lineare Regression optimale theoretische Heizzeiten errechnen. Für die Variante mit dem Prototypen I liegt die optimale Heizzeit bei 45 Sekunden. Beim Prototypen II liegen diese bei ungepulster (28 s) und gepulster (27 s) Heizzeit sehr nah beieinander. Bei gepulster Erhitzung müssen die Intervallpausen noch hinzuaddiert werden (Tab. 2). Bei 25 Prozent Ausgangsleistung hat sich die Heizzeit mit 101 Sekunden knapp vervierfacht. Diese errechneten Werte dienen als Grundlage für den Variantenvergleich aus energetischer Sicht. Bei statistischen Auswertungen der Versuchsserien mit Prototyp II mittels gls-Modell (generalised least squares) können keine signifikanten Interaktionen zwischen den Parametern Bodenfeuchte, Heizdauer und Pulsung nachgewiesen werden (F-Test). Die Heizdauer und die Pulsung haben einen signifikanten Einfluss auf die Wiederaustriebsraten. Im Mittel ist die Behandlung der >

### Zusammenfassung ■ Mikrowellentechnologie zur Bekämpfung des Stumpflättrigen Ampfers

Um eine Alternative zur herkömmlichen Ampferbekämpfung im Grünland bereit zu stellen, wurden Untersuchungen zum Einsatz von Mikrowellentechnologie durchgeführt. Hierfür wurden zwei selbstfahrende Mikrowellengeräte mit 4,8 und 18 Kilowatt Heizleistung auf unterschiedlichen Standorten und Witterungsbedingungen getestet. Die optimalen Heizzeiten für eine maximale Wiederaustriebsrate von 20 Prozent wurden für drei unterschiedliche Varianten bestimmt. Generell ist der Einsatz von Mikrowellentechnologie für die Bekämpfung von Ampferpflanzen geeignet. Die benötigte Heizzeit und damit einhergehende Energiemenge sind allerdings sehr hoch.

Tab. 1 | Leistungsdaten der Mikrowellen-Prototypen sowie Versuchsvarianten und Heizzeiten

Variante	Ausgangsleistung [kW]	Anzahl Magnetrons [Stk.]	Heizfläche [cm <sup>2</sup> ]	Leistungsdichte [W cm <sup>-2</sup> ]	Versuchsvariante	Heizzeiten [s]
Typ I 100 %	4,8	6	193	24,9	1	10, 20, 30, 40, 50, 60, 70
Typ II 100 %	18,0	12	302	59,6	1 + 2	5, 10, 15, 20, 25, 30, 35
Typ II 25 %	4,5	12	302	14,9	3	60, 80, 100, 120, 140

Tab. 2 | Energieeinsatz und Kosten der Mikrowelle bei 80 % Erfolgsrate

Variante	Heizleistung [kW]	Generatorleistung [kW]	Heizzeit [s]	Auszeit Intervall [s]	Kraftstoffkosten pro Ampfer [l]	Kraftstoffkosten pro Ampfer [CHF]
Typ I 100 %	4,8	9,6	45,0		0,04	0,07
Typ II 100 %	18	36	27,9		0,09	0,15
Typ II 100 % gepulst	18	36	27,2	6	0,11	0,18
Typ II 25 %	4,5	9	101,3		0,08	0,13

Pflanzen mit gepulsten Heizintervallen um zirka fünf Prozent wirkungsvoller, als diejenige mit permanenter Heizung ( $F_{1,25} = 6,26$ ,  $p = 0,02$ ). Bei der Zunahme der Heizzeit um eine Sekunde erhöht sich die Absterberate der Pflanzen um zirka drei Prozent ( $F_{1,25} = 122,78$ ,  $p < 0,001$ ).

Die Heizenergie pro Fläche [ $Ws\ cm^{-2}$ ] ist ein Mass für die Energiemenge, die bei dieser Maschinenkonfiguration notwendig ist, um eine bestimmte Absterberate zu erreichen (Abb. 2). Die Zielgrösse von maximal 20 % Wiederaustrieb wird beim Prototypen I bei rund  $1070\ Ws\ cm^{-2}$  und beim Prototypen II bei zirka  $1550\ Ws\ cm^{-2}$  erreicht, wobei der Prototyp II eine grössere Fläche (Tab.1) behandelt. Die Streuung der Daten

weist darauf hin, dass der Standort (Serie) eine untergeordnete Rolle beim Behandlungserfolg spielt.

Der Wirkungsgrad bei der Mikrowellenerzeugung liegt bei etwa 50 Prozent der eingespeisten Energie. Daher ist ein Stromgenerator mit der doppelten elektrischen Ausgangsleistung gegenüber der Heizleistung der Mikrowelle erforderlich. Nach Rinaldi *et al.* (2005) werden bei einem Dieselaggregat zur Erzeugung von 36 kWh Energie 272 g Kraftstoff pro  $kWh^{-1}$  benötigt. Die mittlere Dichte von Dieseldieselkraftstoff beträgt  $0,83\ kg\ l^{-1}$ . Die Dieseldieselkosten werden mit CHF 1,65 pro Liter veranschlagt. Damit kann die in Tabelle 2 dargestellte Kostenhochrechnung zum reinen Energieeinsatz durchgeführt werden.

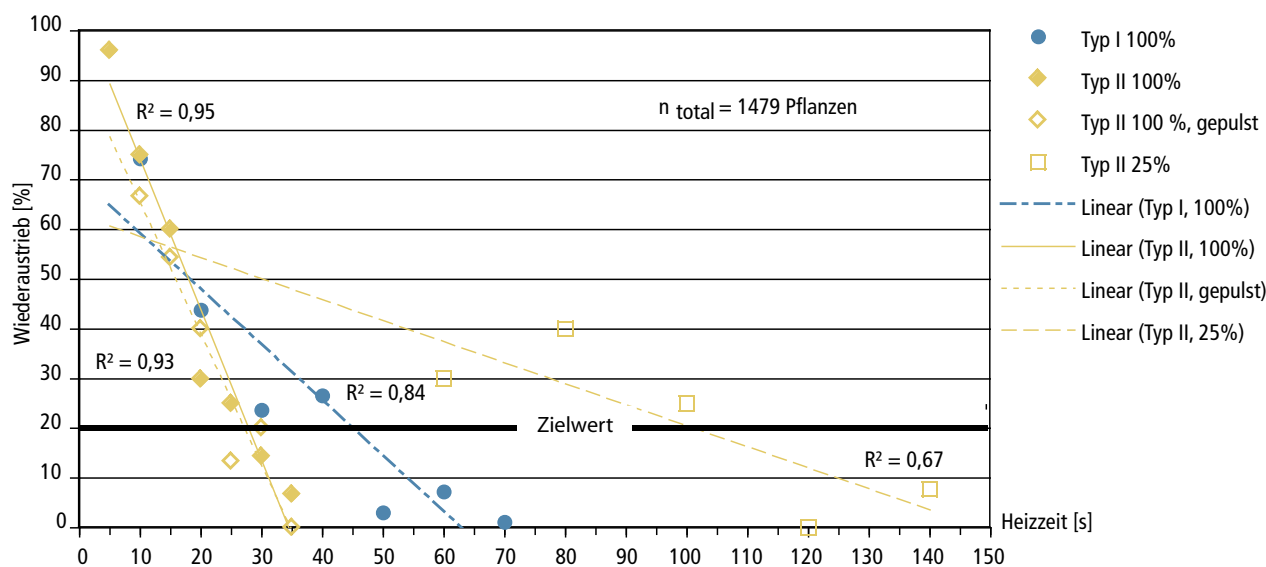


Abb. 1 | Anteil wieder ausgetriebener Pflanzen bei Behandlung mit zwei Mikrowellenprototypen (Typ I: 4,8 kW, Typ II: 18 kW) mit unterschiedlichen Heizzeiten.

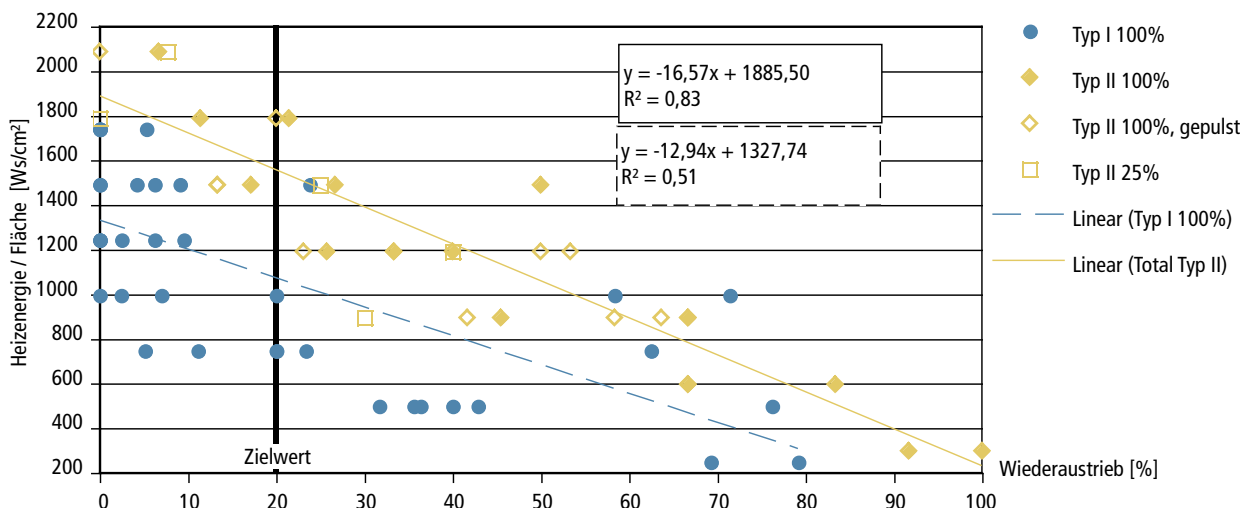


Abb. 2 | Heizenergie pro Fläche und Wiederaustrieb in allen Feldversuchsserien.

## Schlussfolgerungen

Die dargestellten Feldversuche belegen, dass das Wirkprinzip der Mikrowelle zur Bekämpfung von Ampferpflanzen funktioniert. Es deutet sich an, dass längere Heizzeiten mit geringerer Ausgangsleistung aus energetischer Sicht effizienter sind. Dennoch sind die einzusetzenden Kraftstoffmengen erheblich. Geht man von mäßigen Besatzdichten von 2000 Ampferpflanzen pro Hektare aus, so sind 80 bis 220 Liter Diesel pro Hektar notwendig. Bei den Gesamtkosten der Verfahren sind neben den reinen Kraftstoffkosten beim Heizen noch Kraftstoffkosten für die Leerlaufleistung zwischen den einzelnen Behandlungen, der Energieverbrauch des Zugfahrzeugs, die Anschaffungskosten sowie sonstige fixe und variable Kosten zu berücksichtigen. Auch fällt aufgrund der verlängerten Heizzeiten bei der gepulsten und der leistungsverminderten Variante die Flächenleistung pro Stunde vergleichsweise geringer aus, was sich

auf die Verfahrenskosten niederschlägt. Aufgrund des hohen Energie- und teilweise hohen Zeitbedarfes können die geprüften Verfahren deshalb nicht als praxistauglich betrachtet werden. ■



Abb. 3 | Prototyp I mit 4,8 kW Heizleistung.

### Riassunto

#### Tecnologia a microonde per combattere il romice comune

Per offrire un'alternativa ai tradizionali metodi di lotta al romice nelle superfici inerbite, è stata condotta una serie di analisi sull'impiego della tecnologia a microonde. A tal fine sono stati testati due dispositivi a microonde semoventi, rispettivamente da 4,8 e 18 kilowatt, impiegati in condizioni atmosferiche e luoghi diversi. È stato fissato il tempo di riscaldamento ottimale per un tasso di ricrescita massimo del 20 per cento considerando tre varianti. In generale l'impiego della tecnologia a microonde è indicato per la lotta al romice, tuttavia il tempo di riscaldamento necessario e il conseguente consumo di energia sono molto elevati.

### Summary

#### Microwave technology for controlling broad-leaved dock

The suitability of microwave technology to provide an alternative to conventional Rumex control in grassland was investigated. For this, two self-propelled microwave devices with respectively 4.8 and 18 kW heat output were tested at different sites and under different weather conditions. The optimal heating times required to obtain a maximal shoot regrowth rate of 20 % were determined in three different variants. Most of the time, the use of microwave technology proved to be helpful in controlling dock plants, but the heating time needed and thus the amount of energy are very high.

**Key words:** broad leafed dock, *Rumex obtusifolius*, weed control, microwave technology, grassland.

### Literatur

- Rinaldi M., Erzinger S. & Stark R., 2005. Treibstoffverbrauch und Emissionen von Traktoren bei landwirtschaftlichen Arbeiten. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, FAT-Schriftenreihe 65, Ettenhausen, 92 S.