

Erdmandelgras:

Tilgung von Erstbefallsstellen mit Dampf

Juli 2016

Autoren:

René Total (Agroscope)
Lutz Collet (Grangeneuve)
Martina Keller (Agroscope)



Abbildung 1: Erdmandelgras überwuchert Gemüsekulturen (Foto: R. Total, Agroscope)

Das Erdmandelgras (*Cyperus esculentus*) ist ein äusserst schwer bekämpfbares Unkraut. Das A und O für noch nicht betroffene Betriebe ist, eine Verschleppung auf (die eigenen) Flächen zu verhindern. So sollten beispielsweise fremde Maschinen vor dem Einsatz auf dem eigenen Betrieb gereinigt werden (weitere Massnahmen vgl. Agroscope Merkblatt «Problem Erdmandelgras: früh erkennen – nachhaltig bekämpfen»). Trotz Vorsichtsmassnahmen kann eine Verschleppung nicht immer verhindert werden. Deshalb ist es umso wichtiger, dass die bewirtschafteten Flächen regelmässig abgegangen und auf Erdmandelgrasbefall kontrolliert werden. Wird eine Befallsstelle früh genug entdeckt, kann das Erdmandelgras noch relativ einfach, wenn auch mit beträchtlichem Aufwand, getilgt werden.

Je länger man jedoch wartet, desto grösser wird die befallene Fläche und entsprechend langwieriger, teurer und schwieriger wird die Bekämpfung (Abbildung 1).

Erstbefallsstellen können mit verschiedenen Methoden getilgt werden. Einzelpflanzen oder eng begrenzte Erdmandelgrasnester (grosszügig ausgegraben) können im Kehricht entsorgt werden. Bei einem etwas grösseren Befall, ist Ausbaggern und das sichere Entsorgen der mit Erdmandelgras verseuchten Erde eine Option, um den Befall zu tilgen. Dabei ist Rücksprache mit den kantonalen Fachstellen zu nehmen. Bei dieser Methode muss der ursprüngliche Boden meist durch zugekauften Humus ersetzt werden.

Dabei besteht das Risiko, sich weitere Probleme einzuhandeln, wie bodenbürtige Schädlinge, Krankheiten oder Problemunkräuter. Diese Sanierungsmassnahme ist teuer und gewachsener Boden geht dabei verloren.

Alternativ kann die verseuchte Erde gedämpft werden. Bei dieser Methode bleibt der Boden erhalten und es muss keine neue Erde zugeführt werden. Im Gewächshausanbau ist die Erdsterilisation mit Dampf eine Standardmassnahme, um den Boden von Krankheiten, Schädlingen und Unkräutern zu befreien (vergleiche Agroscope Merkblatt Nr. 34 «Bodenentseuchung mit Dampf»).

Labor- und Feldversuche zeigen, dass die Erdmandelgrasknöllchen durch Hitzebehandlung abgetötet werden (Webster 2003).

Die Forschungsgruppe Extension Gemüsebau von Agroscope hat während 3 Jahren verschiedene Dämpfverfahren auf ihre Eignung zur Tilgung von Erdmandelgras-Erstbefallsstellen geprüft. Dieses Merkblatt gibt eine Übersicht über mögliche Dämpftechniken (Tabelle 1, Seite 5) sowie über die gesammelten Erfahrungen.

Dämpfen

Prinzip

Der Dampf dringt in den Boden ein und tötet die Erdmandeln durch die Hitze ab. Der Dampf wird meist mit mobilen Dampferzeugern produziert. Diese werden üblicherweise mit einem Ölbrenner befeuert. Neben den Kosten für das Öl sind die Kosten für Geräte und Arbeit zu berücksichtigen (siehe Tabelle 1, Seite 5). Auf den ersten Blick erscheinen diese Kosten hoch. Vergleicht man sie mit einer mehrjährigen Sanierung mit Einschränkungen bzw. Verzicht im Anbau von bestimmten Kulturen, höherem Maschinen-, Pflanzenschutzmittel- und Arbeitseinsatz, sind sie aber vertretbar.

Vorteile

Die meisten Herbizide (Basagran, Titus + Callisto, Equip Power, glyphosathaltige Produkte usw.) wirken nur auf junge Erdmandelgraspflanzen oder keimende Erdmandelgrasknöllchen (beispielsweise Dual Gold eingearbeitet). Die ruhenden (dormanten) Knöllchen hingegen sind im Boden gut geschützt und können mit Herbiziden nicht bekämpft werden. Sie bleiben ausserdem über mehrere Jahre keimfähig (Stoller, 1973). Mit der Dämpftechnik jedoch werden alle Knöllchen in der gedämpften Bodenschicht abgetötet. Ausserdem werden damit auch die meisten bodenbürtigen Krankheiten, Schädlinge und andere Unkräuter wirksam bekämpft. Dämpfen ist im Gegensatz zur chemischen Bekämpfung rückstandsfrei, so dass die Auswirkung auf die Umwelt minimal ist.

Nachteile

Dämpfen ist energieaufwendig und eignet sich daher nur für eng begrenzte Befallsstellen. Der Dampf tötet neben den Erdmandeln auch andere Bodenlebewesen ab. Innerhalb weniger Wochen wird der Boden jedoch aus tieferen Bodenschichten wieder neu besiedelt. Bei der integrierten Dämpfung wird dieser Vorgang beschleunigt, indem der Boden mit Mikroorganismen (z.B. *Pseudomonas fluorescens*) geimpft wird (Details unter www.biophyt.ch).

Blachendämpfung

2013 wurden Versuche in Kooperation mit Grangeneuve und dem Inforama Ins durchgeführt. Die zu dämpfenden Flächen (80 bis 190 m²; Wiederholung A, B & C in Tabelle 2) wurden mit einer Blache abgedeckt und die Blache rundherum mit Sandsäcken abgedichtet. Unter die Blache wurde dann über 6 bis 8 Stunden Dampf eingelassen und die Blache während 12 weiteren Stunden auf der Fläche belassen. Grafik 1 zeigt den Temperaturverlauf des Dämpfens im Boden über die Zeit.



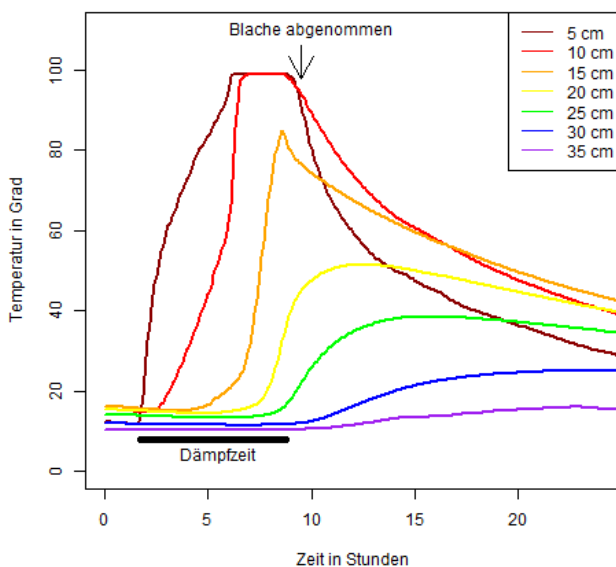
Abbildung 2: Grössere mit Erdmandelgras befallene Flächen können effizient mit der Blachendämpfung sterilisiert werden (Foto: L. Collet, Grangeneuve).

In den untersuchten humosen Böden konnten mit dieser Methode alle Knöllchen in der gedämpften Bodenschicht von circa 20–25 cm abgetötet werden. Problematisch war hingegen, dass in diesem tiefgründigen Boden Knöllchen aus bis zu 40 cm Tiefe noch keimten (Abbildung 3). Dies senkte den Wirkungsgrad der Methode, der aber immer noch bei etwa 95 % lag (Tabelle 2, Seite 5). Die in tieferen Schichten liegenden Knöllchen waren durch die Dampfbehandlung nicht abgetötet worden. Es ist im Gegenteil anzunehmen, dass die Knöllchen durch die Wärme aktiviert wurden. Dieser Effekt erhöht den Wirkungsgrad des Dämpfens indirekt, da keimende Knöllchen mit weiteren Massnahmen (z. B. Ausgraben) bekämpft werden können. Es ist daher sinnvoll, die gedämpften Flächen noch über einen längeren Zeitraum zu überwachen. Am besten lässt man die behandelte Fläche brach, bis keine Knöllchen mehr keimen. Im vorliegenden Fall wurde die Fläche ein Jahr lang überwacht und keimende Erdmandelgräser ausgegraben oder chemisch und mechanisch bekämpft.



Abbildung 3: Erdmandeln können aus 40 cm Tiefe keimen (Foto: L. Collet, Grangeneuve).

Die Flächenleistung ist abhängig von der Blachengrösse. Der Dampf sollte, abhängig von Bodenart und Bodenvorbereitung, über 5 bis 8 Stunden einwirken. Der Ölverbrauch pro m² Boden liegt bei etwa 4 bis 5 Litern. Für das Legen und Wechseln der Blachen ist kurzzeitig eine grösseren Zahl von Arbeitskräften notwendig. 2014 wurde diese Technik ein weiteres Mal erfolgreich angewendet.



Grafik 1: Temperatur gemessen in verschiedenen Bodentiefen (5 cm bis 35 cm) in der Wiederholung B während des Dämpfens am 17.04.2013. Bei der Wiederholung B wurde nach dem Dämpfen die Blache abgenommen, damit die Wiederholung C noch am gleichen Tag gedämpft werden konnte.

Injektortechnik

In Zusammenarbeit mit der Firma Möschle Seifert Dämpftechnik und Dämpfsysteme wurden 2012 Versuche durchgeführt. Das verwendete Dämpfgerät war mit einer Spezialdämpfhaube ausgestattet: Der Wasserdampf wurde durch 30 Zentimeter lange, hohle Stechzylinder (Injektoren) in den Boden eingeleitet (Abbildung 4). Die obersten 30 cm des Bodens wurden während 15 Minuten auf eine Temperatur von 80 bis 90 °C erhitzt.



Abbildung 4: Mit der Injektortechnik kann bis 25-35 cm Tiefe Boden gedämpft werden. (Foto: R. Total, Agroscope).

Voraussetzung für eine gute Wirkung ist eine ausreichende Erhitzung des Bodens auf mindestens 75 bis 85 °C während 10 bis 15 Minuten. Der Ölverbrauch bei diesem Versuch mit diesem Prototypen lag bei 0.8 bis 1.0 Litern pro m². Dabei ist die Tiefenwirkung abhängig von der Art und Struktur des Bodens. Maschinen, die mit dem gleichen Prinzip arbeiten, können auch gekauft werden (vgl. Tabelle 1; Stachelhaube-Sandwichdämpfen).



Abbildung 5: Für grosse Flächen gibt es Dämpfautomaten von der Firma Möschle Seifert Dämpftechnik (Foto: Möschle Seifert).

Dämpfförderband

Mit einem Dämpfförderband (Abbildung 6) kann der Boden im Durchlaufverfahren ortsunabhängig gedämpft werden. Dabei wird die verseuchte Erde mindestens so tief, wie Erdmandeln vorkommen, ausgebaggert, aufgeladen und zur Dämpfanlage transportiert.

Die Erde wird im geschlossenen Förderband vom Dampf auf 75° bis 85 °C erhitzt. Durch das Einstellen der Fördergeschwindigkeit kann reguliert werden, wie lange der Dampf auf die Erde wirkt. Die Leistung der Anlage beträgt je nach Bodenart 1.5 m³ bis maximal 2.5 m³ pro Stunde. Der Heizölverbrauch pro Stunde liegt bei 28 Litern. Bei einem 2015 durchgeführten Versuch wurden mehrere Befallsstellen auf 30 bis 35 cm Tiefe ausgegraben und die Erde mit dem Dämpfförderband entseucht.



Abbildung 6: Mit dem Dämpfförderband kann der Aushub von kleinen Flächen direkt vor Ort gedämpft werden (Foto: R. Total, Agroscope).

Es ist sinnvoll, die Erde nach der Behandlung nicht sofort auf die Flächen zurückzubringen. Die Aushubstelle sollte noch über einige Monate beobachtet werden und allenfalls aus tieferen Erdschichten aufkeimende Erdmandeln bekämpft werden. Wenn über einen längeren Zeitraum kein Erdmandelgras mehr an der Aushubstelle keimt, kann die gedämpfte Erde an den ursprünglichen Ort zurückgebracht werden.

Das verwendete Dämpfförderband wird nicht mehr hergestellt. Gebrauchte Dämpfförderbänder sind unter Umständen noch verfügbar. Die Firma Häfliger beispielsweise bietet das Verfahren im Lohn an (<http://www.haefliger.com/Oekologische-Unkrautentfernung/>).

Anhängerdämpfen

Das Anhängerdämpfen stellt eine Alternative zu Dämpfförderbändern dar. Bei diesem, von der Firma Möschle-Seifert entwickelten Verfahren, wird ein hofeigener Anhänger mit einer Dämpfgabel ausgerüstet. Diese wird auf den Boden des Anhängers gelegt (Abbildung 7). Anschliessend wird der Anhänger mit verseuchter Erde befüllt und mit einer hitze-festen Blache abgedichtet. Über die Dämpfgabel wird Dampf eingblasen, bis sich die Erde auf über 75 °C erwärmt hat. Bei einem Anhängervolumen von 6.5 m³ und einem Dampfofen von 1000 kg Leistung Dampf pro Stunde, dauert das Dämpfen ca. 30 Minuten. Dieses sehr effiziente Verfahren ist mobil und kann somit auch direkt an der Befallsstelle eingesetzt werden. Auch hier ist es ratsam, die Erde nicht gleich wieder einzufüllen (vgl. Dämpfförderband).



Abbildung 7: Für grössere Mengen Aushub, kann ein Anhänger mit einer Dämpfgabel bestückt werden. (Foto: Möschle Seifert).

Fazit

Es lohnt sich, Produktionsflächen aufmerksam zu überwachen, um neue, von Erdmandelgras befallene Stellen möglichst rasch zu entdecken. Je länger das Unkraut unbehelligt gedeihen kann, desto schwieriger, aufwendiger und kostspieliger wird die Bekämpfung. Erstbefallsstellen können mit den vorgestellten Dämpftechniken erfolgreich getilgt werden. Wichtig für ein erfolgreiches Dämpfen ist das Abstimmen der Technik auf die Bodengegebenheiten. Auch nach dem Dämpfen muss die Fläche noch über einen längeren Zeitraum überwacht werden, damit einzelne, nicht erfasste oder aus tiefen Schichten keimende Erdmandelgraspflanzen ausgegraben und somit der Befall auf der Fläche vollständig und dauerhaft getilgt werden kann.

Dämpfen im Bioanbau

Das Dämpfen ist gemäss Bio Verordnung 910.18 Art. 11 d im Freiland nicht erlaubt. Es ist auf den gedeckten Gemüseanbau und die Setzlingsanzucht beschränkt. Weitere Informationen zur Erdmandelgrasbekämpfung im Biolandbau erhalten Sie beim Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Ansprechpersonen: Martin Koller und Hansueli Dierauer.

Tabelle 1: Zusammenstellung der Dämpfverfahren

Verfahren	Stachelhaube-Sandwichdämpfen	Blachendämpfung	Dämpfförderband	Anhängerdämpfen
Dimension	20 m ²	200 m ²		6.5 m ³
Hersteller	Möschle-Seifert http://www.moeschle.de	Möschle-Seifert http://www.moeschle.de	Buser Apparatebau	Möschle-Seifert http://www.moeschle.de
Kosten Gerät/Ausrüstung	Ab 80'000 Euro Ab 87'100 SFr.***	ab 60'000 Euro ab 65'300 SFr.	Nur noch gebraucht erhältlich	ab 50'000 Euro ab 54'400 SFr.
Leistung pro Stunde**	Bis zu 120 m ²	Bis zu 50 m ²	6 bis 10 m ²	26 m ²
Ölverbrauch pro m² bei Dämptiefe 25 cm*	0.8 Liter *****	1.5 bis 2.0 Liter *****	2.8 bis 4.5 Liter ****	0.9 bis 1.5 Liter *****
Wirkungstiefe	25 bis 35 cm, entsprechend der Stachellänge	25 bis 35 cm abhängig von der Bodenbeschaffenheit	So tief, wie der Boden abgetragen wird	So tief, wie der Boden abgetragen wird

* Allgemein gilt: Je tiefer man den Boden dämpfen will, desto höher wird der Ölverbrauch. Die in der Tabelle angegebenen Werte beziehen sich auf eine Dämptiefe von 25 cm. Bei grösserer Behandlungstiefe steigt der Ölverbrauch markant an. Dies hängt mit der physikalischen Trägheit des Bodens zusammen, da die Einwirkungszeit des Dampfes deutlich verlängert werden muss (Grafik 1). Bei der Auskoffierung von Boden entspricht der Energieverbrauch den Werten in der Tabelle.

** Je nach Verfahren nimmt auch die Flächenleistung ab, wenn der Boden tiefer behandelt wird.

*** Wechselkurs 1 Euro circa 1.09 SFr. (Stand 13.06.2016).

**** Der deutlich höhere Verbrauch des Dämpfförderbandes ist durch den Wärmeverlust bedingt, der durch das offene System des Förderbandes entsteht. Hier entweichen grosse Dampfmenen, ohne zu wirken. Methoden wie die Dämpfhaube, Blache oder auch der mit Folie abgedichtete Anhänger, bei denen kein Dampf entweichen kann, sind bezüglich Energieeffizienz im Vorteil.

***** Die Angaben über den Ölverbrauch stammen vom Hersteller der Dämpfgeräte.

Tabelle 2: Ergebnisse der Blachendämpfung 2013

Blachendämpfung		ungedämpft	
Wiederholung	gekeimte Pflanzen* (Anzahl/m ²)	Wiederholung**	gekeimte Pflanzen* (Anzahl/m ²)
A	2	Kontrolle 1	10
B	0	Kontrolle 2	56
C	11	Kontrolle 3	12
		Kontrolle 4	48
		Kontrolle 5***	292
Mittelwert	4		84***
Bekämpfungsggrad	95 %***		

* Summe aller im Beobachtungszeitraum (01.05.2013 bis 05.06.2013) nach dem Dämpfen gekeimter Erdmandelgraspflanzen bzw. gezählten Erdmandelgrastriebe. In den unbehandelten Kontrollen wurden auch während diesem Zeitraum analog zu den Wiederholungen A, B und C gezählt.

** Die «Kontrollfenster» wiesen eine Grösse von 2.5 m² auf.

*** Die Kontrolle 5 befand sich nah beim Feldrand, wo der Befall am höchsten war. Berücksichtigt man nur die Kontrollen 1 bis 4 wurden im Schnitt 31 statt 84 Pflanzen pro Quadratmeter gezählt. Nimmt man diesen Schnitt als Berechnungsgrundlage für den Bekämpfungsggrad, liegt dieser immer noch bei 87 %.

Dank

Wir danken den verschiedenen Partnern des Dämpfprojektes:
Seifert Dämpftechnik, Inforama Ins, Landwirtschaftliches
Beratungszentrum Grangeneuve und der Fachstelle Pflanzen-
schutz und Ackerbau SG Salez.

Literaturverzeichnis und weitere Informationen:

- Verordnung über die biologische Landwirtschaft und die Kennzeichnung biologisch produzierter Erzeugnisse und Lebensmittel (Bio Verordnung) 910.18. vom 22. September 1997 (Stand am 1. Januar 2015).
- www.biophyt.ch (Biofitac Pf1, *Pseudomonas fluorescens*)
- Gilli C, V. Michel, 2016: Bodenentseuchung mit Dampf, Pflanzen, Agroscope Merkblatt, Nr. 34
- Keller M., R. Total, C. Bohren, B. Baur, 2013. Problem Erdmandelgras: früh erkennen – nachhaltig bekämpfen. Agroscope Merkblatt.
- <http://www.häfliger.com/Oekologische-Unkrautentfernung/>
- <http://www.moeschle.de>
- Webster T. M., 2003: High temperatures and durations of exposure reduce nutsedge (*Cyperus* spp.) tuber viability. Weed Science, 51. S. 1010-1015.
- Stoller, E. W. und L. M. Wax., 1973. Yellow nutsedge shoot emergence and tuber longevity. Weed Science, 21. S 76-81.

Impressum

Herausgeber:	Agroscope Schloss 1, Postfach 8820 Wädenswil www.agroscope.ch
Auskünfte:	René Total
Gestaltung:	Brigitte Baur
Copyright:	© Agroscope 2016
ISSN:	2296-7214