

Björn Bohne, Oliver Hensel und Bruno Edler von der Planitz

Thermische Unkrautregulierung: Praxistaugliche Bestimmung der Wirkung

Die thermische Unkrautregulierung ist nach wie vor ein wichtiges Verfahren zur Regulation von Unkräutern. Verschiedene Forschungsarbeiten beschäftigten sich in der Vergangenheit mit der Verbesserung dieses Verfahrens. Eine objektive Erfolgskontrolle während oder kurz nach der Behandlung existiert bisher jedoch nicht. In einem aktuellen Forschungsprojekt an der Universität Kassel wird versucht, die Wirkung der Maßnahme zeitnah mithilfe von Indikatoren zu bestimmen.

Schlüsselwörter

Unkrautregulierung, Abflammen, Energieverbrauch

Keywords

Weed control, flame weeding, energy consumption

Abstract

Bohne, Björn; Hensel, Oliver and Edler von der Planitz, Bruno

Thermal weed control: Feasible determination of the effect

Landtechnik 66 (2011), no. 5, pp. 363–365, 1 figures, 2 tables, 5 references

Flame weeding is still an important treatment to control weeds. In the past several researchers addressed the improvement of the process. Until now an objective method to measure the result during or short after the treatment is missing. A current research project at Kassel University tries to estimate the effect of the method directly by using indicators.

Der hohe Brennstoffverbrauch und der geringe Wirkungsgrad heutiger Abflamngeräte ist ein oft beschriebenes Problem [1, 2]. Der größte Teil der erzeugten Wärmeenergie, ca. 85 %, wird nicht in das Unkraut eingebracht, sondern entweicht ungenutzt in die Umwelt. Damit werden lediglich 15 % der theoretisch nutzbaren Wärmeenergie auf die Unkräuter übertragen [3]. Es ist daher von größter Wichtigkeit, die Wirkung dieser Behandlung möglichst schnell und objektiv zu bestimmen. Ein Ansatz

ist hier der Einsatz von Indikatormaterialien, welche unter einer bestimmten Wärmeeinwirkung eine signifikante Änderung aufweisen. Erste Versuche mit Metallegierungen und Zellstoffen verliefen vielversprechend [4]. Nachfolgend wird eine weitergehende Versuchsreihe vorgestellt, bei der die Anwendbarkeit von Thermoplasten im Vordergrund steht.

Material und Methode

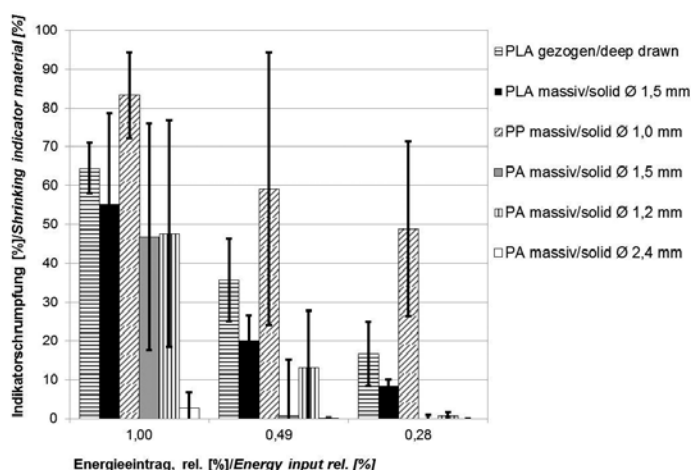
Zu Beginn wurden Versuche mit verschiedenen gezogenen Thermoplasten durchgeführt. Im Einzelnen waren dies:

- Polylactid (PLA)
- Polypropylen (PP)
- Polyamid (PA)

Die Erweichungstemperaturen dieser Thermoplaste liegen nah an den Temperaturen für den Pflanzentod (40–52 °C) [5]. Proben dieser Materialien (je 30) wurden von einem Stabbrenner (50 Kw Leistung, Propanverbrauch 2 500 g/h) mit einer Geschwindigkeit von 0,21, 0,42 und 0,63 m/s überfahren und unmittelbar danach die Materialveränderung, d. h. die Schrumpfung gemessen.

Im nächsten Versuchsschritt wurden Pflanzenversuche mit *Lolium perenne L.* (Deutsches Weidelgras) und *Sinapis arvensis L.* (Acker-Senf) durchgeführt. Hierbei wurden die Korrelation von Indikatorveränderung und Bekämpfungserfolg überprüft. Aufgrund der besten Korrelation zwischen Wärmeeintrag und Materialveränderung im vorangegangenen Versuch wurde hier ausschließlich PLA als Indikatormaterial verwendet. Die Saaten wurden in je 100 Töpfen (100 x 100 x 150 mm) im Gewächshaus unter kontrollierten Bedingungen (14 h Licht mit 10 000 Lux, durchschnittlich 15 °C) angezogen und auf 50–60 Pflanzen je Topf vereinzelt. Das Abflammen erfolgte jeweils im Entwicklungsstadium BBCH (Codierung der Entwicklungsstadien) 10 und 11, d. h. im Stadium der Blattentwicklung. Auch hier kam der oben beschriebene Stabbrenner mit den

Abb. 1



Schrumpfung unterschiedlicher Indikatorkörper in Abhängigkeit des relativen Energieeintrages

Fig. 1: Shrinking of different indicator materials as a function of relative energy input

verschiedenen Geschwindigkeitsstufen zum Einsatz. Nach der Behandlung mit dem Stabbrenner wurden bei jedem Topf Bonituren der Pflanzen durchgeführt, die den Zustand der Pflanzen drei bzw. beim Weidelgras 10 Tage nach der Behandlung dokumentieren. Die Absterberate wurde in Prozent v. H. angegeben. Neben den Pflanzen wurden gleichzeitig Kunststoffhohlkörper aus PLA (mittl. Ø: 55 mm, Höhe: 95 mm) behandelt. Die Form eines Hohlkörpers wurde gewählt, da dieser im Vergleich zu anderen Formen aus PLA am einfachsten beschafft werden kann und gewöhnlich durch Tiefziehen hergestellt wird. Die dadurch im Material entstehenden Spannungen, welche sich wieder lösen, wenn das Material erhitzt wird, führen zu einer charakteristischen Schrumpfung. Diese wurde hier als Indikator für den Wärmeeintrag genutzt. Die Schrumpfung des PLA Hohlkörpers wurde dann in Prozent der Ursprungsgröße angegeben.

Ergebnisse

In **Abbildung 1** sind die Ergebnisse einer Regressionsanalyse der Daten aus dem relativen Energieeintrag (0,21 m/s = 1,0; 0,42 m/s = 0,49; 0,28 m/s = 0,36) und der Schrumpfung der Indikatorkörper dargestellt. Das Schrumpfungsverhalten der einzelnen Körper war unterschiedlich stark ausgeprägt.

Das gezogene PLA reagierte über alle Intensivitätsstufen hinweg relativ ähnlich. Bei den massiven PLA-Körpern variierte das Ergebnis des höchsten Energieeintrages stark: die Standardabweichung betrug 23,5 %. Im Mittel wiesen die PP-Körper mit 1 mm Durchmesser die größten Schrumpfungen auf. Hier wurde mit 35,06 % in der mittleren Intensitätsstufe die größte Standardabweichung verzeichnet. Die PA-Massivkörper mit 1,5 mm Durchmesser wiesen bei großer Wärmeeinwirkung eine große Streuung auf. Bei niedrigeren Intensitätsstufen traten dagegen im Mittel kaum noch Schrumpfungen auf.

Die PA-Körper mit 1,2 mm Durchmesser reagierten ähnlich wie die PA-Körper mit 1,5 mm Durchmesser, wobei bei mittlerem Energieeintrag noch moderate Schrumpfungen auftraten. PA-Körper mit 2,4 mm Durchmesser schrumpften nur bei höchster Intensitätsstufe um maximal 5,6 %.

Wie aus **Tabelle 1** zu entnehmen ist, korrelierte bei allen Indikatorkörpern die Schrumpfung mit dem relativen Energieeintrag. Die Korrelationen waren allerdings unterschiedlich hoch.

Der Koeffizient der Korrelation von relativem Energieeintrag und Schrumpfung des Indikatorkörpers bei PLA gezogen war mit 0,920 sehr hoch. Das errechnete Bestimmtheitsmaß

Tab. 1

Korrelationskoeffizient und Signifikanz des Indikatorkörpers aus PLA, PP und PA sowie Abflammerfolg

Table 1: Correlation coefficient and significance of the indicator material of PLA, PP and PA and the effect of treatment

| Indikatorkörper Indicator material | Korrelationskoeffizient Correlation coefficient | Bestimmtheitsmaß Coefficient of determination (R ²) | Signifikanz Significance (P < 0,05) |
|---------------------------------------|--|--|---|
| PLA gezogen / deep drawn | 0,920 | 0,847 | < 0,001 |
| PLA massiv / solid, 1,5 mm | 0,851 | 0,725 | < 0,001 |
| PP massiv / solid, 1,0 mm | 0,556 | 0,309 | 0,061 |
| PA massiv / solid, 1,5 mm | 0,897 | 0,804 | < 0,001 |
| PA massiv / solid, 1,2 mm | 0,772 | 0,596 | 0,003 |
| PA massiv / solid, 2,4 mm | 0,626 | 0,392 | 0,053 |

Tab. 2

Korrelationskoeffizient, Bestimmtheitsmaß (R^2) und Signifikanz der verschiedenen Indikatorkörper aus PLA

Table 2: Correlation coefficient, coefficient of determination (R^2) and significance of the indicator material of PLA

| Indikatorkörper <i>Indicator material</i> | Korrelationskoeffizient <i>Correlation coefficient</i> (n = 200) | Signifikanz <i>Significance</i> (P < 0,05) |
|--|--|--|
| PLA gesamt/PLA cumulativ | 0,603 | < 0,001 |
| PLA (<i>Sinapis arvensis</i> - BBCH 10) | 0,847 | < 0,001 |
| PLA (<i>Sinapis arvensis</i> - BBCH 11) | 0,793 | < 0,001 |
| PLA (<i>Lolium perenne</i> - BBCH 10) | 0,501 | 0,002 |
| PLA (<i>Lolium perenne</i> - BBCH 11) | 0,732 | < 0,001 |

von $R^2 = 0,847$ zeigt, dass die Schrumpfung des Körpers einen genauen Rückschluss auf den Energieeintrag beim Abflammen zulässt. Auch bei den Varianten PA massiv mit 1,5 mm Durchmesser ($R^2 = 0,804$) und PLA massiv ($R^2 = 0,725$) kann dieser Rückschluss gut getroffen werden.

Alle übrigen Körper wiesen ein niedrigeres Bestimmtheitsmaß von relativen Energieeintrag und Schrumpfung auf. Rückschlüsse auf den Energieeintrag beim Abflammen lassen sich deshalb nicht genau treffen.

Für die weiteren Versuche wurden dementsprechend gezogene Hohlkörper verwendet. In **Tabelle 2** sind die Korrelationskoeffizienten aus dem Versuch des Vergleichs der Indikatorschumpfung mit dem Abflammerfolg dargestellt.

Zur Berechnung der Korrelationskoeffizienten wurden in den Varianten mit *Lolium perenne L.* ausschließlich die Daten der zweiten Auszählung, 10 Tage nach dem Abflammen, verwendet. Dieses Vorgehen wurde gewählt, weil monokotyle Pflanzen in der Regel zum Wiederaustrieb neigen und von einer sicheren Abtötung erst nach mehreren Tagen ausgegangen werden kann.

In allen Varianten konnte eine signifikante Korrelation von Indikatorkörperschrumpfung und Abflammerfolg festgestellt werden. Bei den Variante PLA mit *Sinapis arvensis L.* liegt dabei im Entwicklungsstadium BBCH 10 ($R = 0,847$) eine enge Korrelationen vor (**Tabelle 2**). Im Mittel ergibt sich für die PLA-Varianten ein Korrelationskoeffizient von 0,60.

Die Korrelationskoeffizienten des späteren Behandlungstermins mit *Sinapis arvensis L.* waren stets niedriger als im Keimblattstadium. Bei *Lolium perenne L.* wiesen die Messreihen im Zweiblattstadium höhere Korrelationskoeffizienten auf als die Varianten im Keimblattstadium (**Tabelle 2**). Die Korrelationskoeffizienten waren in allen Varianten mit *Lolium perenne L.* geringer als in den Varianten mit *Sinapis arvensis L.* Angesichts der schlechteren Bekämpfbarkeit von *Lolium perenne L.* gegenüber *Sinapis arvensis L.* war dies zu erwarten.

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse zeigen, dass die Vorhersage des Abflammerfolges anhand der Veränderung von Indikatorkörpern möglich ist.

Es konnte gezeigt werden, dass die Korrelation von Indikatorkörperschrumpfung und Abflammerfolg nicht nur bei *Sinapis arvensis L.* vorliegt, sondern auch bei *Lolium perenne L.* besteht.

Die Materialuntersuchungen zeigten, dass gezogenes PLA als Indikator am besten geeignet ist, da hier eine signifikante Beziehung zwischen Materialveränderung und Abflammerfolg besteht.

In weiteren Versuchen soll der Energieeintrag weiter differenziert und die Ergebnisse des vorliegenden Laborversuchs im Freiland überprüft werden.

Literatur

- [1] Ascard, J. (1995): Thermal weed control by flaming: Biological and technical aspects. Dissertation, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, Sweden
- [2] Bertram, A. (1996): Geräte- und verfahrenstechnische Optimierung der thermischen Unkrautbekämpfung. Dissertation, Technische Universität München, Weihenstephan
- [3] Bertram, A. (1992): Thermodynamische Grundlagen der Abflammtchnik. Landtechnik 47(7/8), S. 401-402
- [4] Bohne, B.; Hensel, O. (2010): Entwicklung eines Kontrollsystems zur Messung des Abflammerfolges bei der thermischen Unkrautregulierung. Landtechnik 65(1), S. 48-50
- [5] Levitt, J. (1980): Responses of plant to environmental stress. Vol. 1. New York, Academic Press, S. 349-352

Autoren

M. Sc. agr. Björn Bohne ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Agrartechnik (Leitung: **Prof. Dr. Oliver Hensel**) am Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften der Universität Kassel, Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen, E-Mail: ackerbohne@uni-kassel.de

Prof. Dr. Oliver Hensel leitet das Fachgebiet Agrartechnik am Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften der Universität Kassel, Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen, E-Mail: agrartechnik@uni-kassel.de

Dipl.-Ing. (FH) Bruno Edler von der Planitz ist Mitarbeiter an der Fakultät Landbau und Landespflege an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (HTW), **Prof. Dr. Knut Schmidtke**, Pillnitzer Platz 2, 01326 Dresden, E-Mail: schmidtke@pillnitz.htw-dresden.de

Danksagung

Die beschriebenen Untersuchungen wurden durch die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen der Innovationsförderung (Geschäftszeichen: PGI-06.01-28-1-53.039-07) ermöglicht.