

Abflammen

Alternative Unkrautregulierung ohne Herbizide





Das Abflammen ist eine Strategie zur Unkrautregulierung, die vor allem im Biogemüseanbau genutzt wird. Damit kann auf den Einsatz von Herbiziden verzichtet werden, die im konventionellen Anbau angewendet werden dürfen. Häufig wird das Abflammen auch im Kommunalbereich eingesetzt, weil dort der Einsatz von chemischen Mitteln verboten ist.

Beim Abflammen handelt es sich um ein wichtiges biotaugliches Verfahren zur Beseitigung unerwünschter Pflanzen. Der grösste Vorteil ist, dass dabei nicht in den Boden eingegriffen wird. Wie bei den meisten im Bioanbau angewendeten Massnahmen zur Unkrautregulierung ist auch beim Abflammen die Wahl des geeigneten Zeitpunktes von entscheidender Bedeutung. Bei der Verbrennung von Gas entsteht Wärme, die alle oberirdischen Pflanzenteile schädigt. Wegen dem hohen Energieverbrauch und den relativ hohen Kosten kommt das Abflammen in der Regel aber nur im Gemüse- und Kartoffelanbau zur Anwendung. Das thermische Abflammen ist ein physikalischer Prozess und nicht zu verwechseln mit dem chemischen Abbrennen, wo mit synthetischen Wirkstoffen in den Stoffwechsel der Pflanzen eingegriffen wird.

Inhalt

Funktionsprinzip und Wirkung	Seite 1
Einsatzstrategien	Seite 4
Einsatzbereiche für das Abflammen	Seite 5
Welche Unkrautarten lassen sich gut regulieren?	Seite 6
Typen von Abflammgeräten.....	Seite 6
Was sind die Nachteile des Abflammens? ...	Seite 7
Wirtschaftlichkeit des Abflammens.....	Seite 7
Bezugsadressen für Abflammgeräte in der Schweiz.....	Seite 8
Impressum	Seite 8

Funktionsprinzip und Wirkung

Funktionsprinzip

Bei einer Temperatur von 60–70 °C braucht es eine Sekunde bis das Eiweiss in den Pflanzenzellen gerinnt. Bei schockartiger Erhitzung auf 110 °C genügt eine Zehntelsekunde bis der Siedepunkt erreicht wird. Die Zellwände platzen, die Zellflüssigkeit tritt aus und die Pflanzen vertrocknen. So geschieht das auch beim Abflammen.

Die von der Flamme geschädigten Pflanzen machen sofort einen schlaffen Eindruck und bekommen eine etwas dunklere Färbung.

Beim Verbrennen von Flüssiggas können die erforderlichen Temperaturen problemlos erreicht werden.

Wirkung

Die unmittelbare Wirkung des Abflammens kann ebenso gut sein wie diejenige eines effizienten Kontaktherbizides, also 100 Prozent. Beim Abflammen ist der Wirkungsgrad sehr variabel. Er hängt vom richtigen Einsatzzeitpunkt und von der Witterung, aber auch von Anzahl und Arten der Unkräuter ab.

Faktoren, welche die Wirkung reduzieren

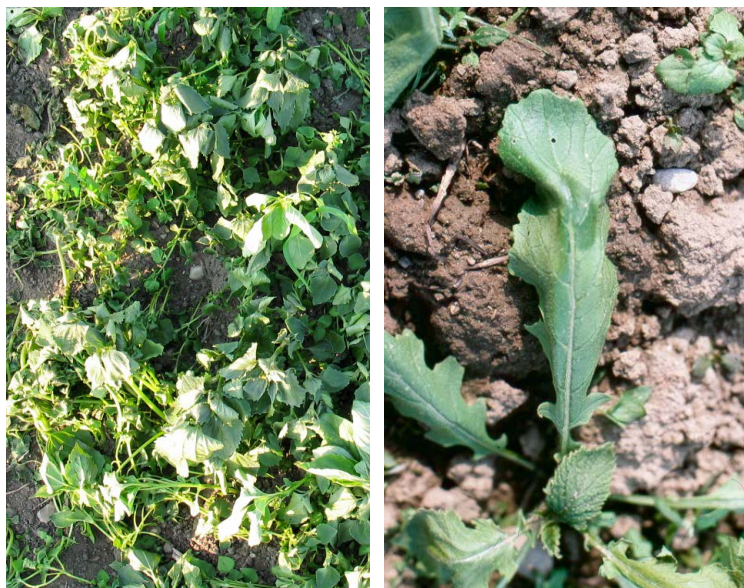
- Grösse der Pflanzen: Je grösser die Unkräuter sind, desto geringer ist der Wirkungsgrad. (Samenunkräuter sind bis zum 4-Blattstadium sehr empfindlich auf Hitze.)
- Behaarte oder ledrige Blattoberfläche
- Tau auf den Pflanzen: bildet einen Schutzfilm gegen die Hitze.
- Wind kann bei seitlich nicht optimal abgedeckten Geräten die Wirkung stark abschwächen.
- Wärmeschatten: Ein scholliger Acker kann bei noch kleinen Unkräutern die Wirkung des Abflammens reduzieren. Auf sorgfältig vorbereiteten, feinkrümeligen, eventuell sogar gewalzten Saatbeeten gibt es dagegen keine «Wärmeschatten».
- Keine ausreichende Wirkung hat das einmalige Abflammen bei Wurzelunkräutern, hitzetoleranten Pflanzen und Gräsern, da diese rasch erneut austreiben.

Wirkungskontrolle

Ob die Wirkung des Abflammens ausreichend ist, kann mit der sogenannten Fingerdruckprobe geprüft werden. Nach dem Abflammen muss beim Zusammendrücken des Blattes der Abdruck des Fingers sichtbar sein, sonst ist die Wirkung ungenügend.

Die Fingerdruckprobe ist die wichtigste Einstellhilfe für die Arbeitsgeschwindigkeit, den Gasdruck, sowie die Stellung des Brenners und den Brennerabstand.

Bei der Wirkungskontrolle muss bei Pflanzen, bei denen der Vegetationskegel besonders geschützt liegt (z.B. Senf), darauf geachtet werden, dass auch die kleinen, schützenden Hüllblättchen ausreichend geschädigt sind. Diese können sonst neu austreiben.



Die Wirkung des Abflammens wird sofort nach der Durchfahrt sichtbar: Pflanzen sind dunkler und schlaff (Bild links). Die Wirkungskontrolle geschieht mit der Fingerdruckprobe. Im Bild rechts ist der Fingerabdruck gut zu erkennen.

Einsatzstrategien

Falsches Saatbett

Eine raffinierte Methode besteht darin, das Saatbett schon einige Tage vor der Saat definitiv herzurichten, eventuell sogar schon ein wenig zu bewässern, um möglichst viele Unkräuter zum Keimen anzuregen. Vor der Saat werden diese frisch gekeimten Unkräuter noch einmal beseitigt, um der Kultur ein konkurrenzarmes Umfeld zu schaffen. Je weniger Boden dabei bewegt wird, desto weniger Unkrautsamen gelangen wieder an die Bodenoberfläche, wo sie keimen könnten. Deshalb eignet sich das Abflammen gut für diese Methode. Bei ausreichender Zeit kann für diesen Zweck auch ein mehrmaliges Striegeln ein gutes Ergebnis erzielen. Das ist die ökologischere Option. Bei Dammkulturen aber ist das Abflammen eher geeignet.

Abflammen im Voraufbau

Bei Kulturen mit langer Keimdauer haben frisch keimende Unkräuter teils erheblichen Entwicklungsvorsprung. Kommt das Blindstriegeln wegen zu flacher Saatablage (unter 3 cm) nicht in Frage, so kann kurz vor dem Auflaufen der Kultur abgeflammt werden. 3–5 mm Erdüberdeckung des Keimschlauches reichen in der Regel zum Schutz der Kultur. So läuft die Kulturpflanze auf einem unkrautfreien Feld auf. Mit diesem bedeutenden Vorsprung werden im Voraufbauverfahren fast alle keimfähigen Unkräuter erfasst. Da die Keimzeiten je nach Jahreszeit und Witterung sehr verschieden sein können, ist es oft schwierig, den optimalen Einsatzzeitpunkt, also den Tag direkt vor dem Durchstossen der Keimblätter zu erkennen.



Abflammen im Voraufbau

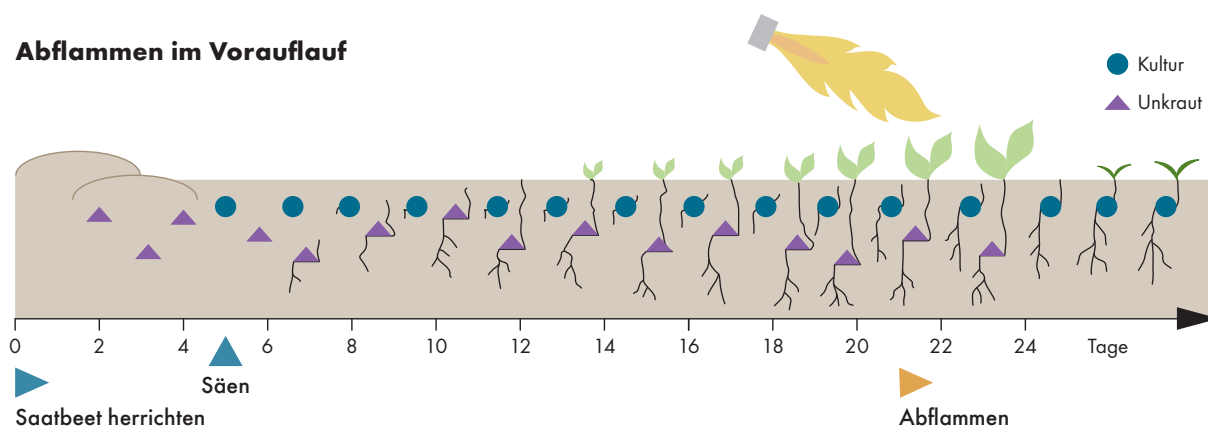
Das Bandabflammen mit kleinen Brennern nur über den gesäten Reihen wäre eine Möglichkeit, den Energieaufwand im Vergleich zum ganzflächigen Abflammen wesentlich zu reduzieren. Zwischen den Saatreihen könnte gleichzeitig mit einem Hackgerät gearbeitet werden, damit Luft in den Boden kommt und Stickstoff mineralisiert werden kann.

Abflammen im Nachaufbau

Abflammen bei bereits sichtbaren Kulturpflanzen ist bei Mais, Zwiebeln und Lauch möglich, da der Vegetationskegel geschützt im Boden liegt. Allerdings sollte dann nur von der Seite abgeflammt werden. Wie alle Gräser (Monokotyledonen) können diese Pflanzen nach dem Abflammen sofort wieder austreiben.

Das Abflammen im Nachaufbau kann aber zu Qualitätsverlusten und einem Wachstumsrückschlag führen. Der Striegel ist hier das besser geeignete Gerät.

Abflammen im Voraufbau



Die Wahl des Abflammzeitpunktes ist von entscheidender Bedeutung. Idealerweise wird kurz vor dem Auflaufen der Kultur abgeflammt.



Abflammen von zuvor geschlegelten Frühkartoffeln

Einsatzbereiche für das Abflammen

Gemüsebau

Im Gemüsebau ist das ganzflächige Abflammen im Voraufbau sehr verbreitet. Hauptkulturen dafür sind Karotten, Zwiebeln, Spinat, Rando und Feldsalat. Wichtig ist, den idealen Moment zu erwischen und die richtige Einstellung des Gerätes, um keinesfalls die keimenden Samen oder die Keimschläuche zu beschädigen. Bei Steckzwiebeln kann auch nach dem Stecken noch abgeflammt werden.

Ackerbau

Abflammen bei Monokotyledonen wie Mais oder Weizen wäre grundsätzlich sogar im Nachaufbau möglich. Aus ökologischen Gründen ist es aber nicht sinnvoll, da es genügend gute, mechanische Alternativen gibt.

Kartoffeln

Das Beseitigen des Krautes ist im Kartoffelanbau unerlässlich, um eine ausgeglichene Qualität zu produzieren. Durch die beschleunigte und gleichmässige Abreife kann rascher gerodet werden und Schadorganismen wie etwa der Drahtwurm, *Rhizoctonia*, *Colletotrichum* haben weniger Zeit, um Schaden anzurichten. Bei der Pflanzgut- oder Frühkartoffelproduktion ist das Abflammen der Regelfall. Muss das Kraut bei noch recht grünen Beständen beseitigt werden, beispielsweise bei Frühkartoffeln oder zur Pflanzgutproduktion, so empfiehlt sich ein

mehrstufiges Verfahren wie Schlegeln und darauf folgendes Abflammen im Abstand von 3–4 Tagen. So werden Gefässbündelnekrosen verhindert und das Risiko für Wiederaustrieb/Zwiewuchs vermindert sich. Weitere Informationen dazu finden sich auf Bioaktuell > Pflanzenbau > Ackerbau > Kartoffeln > Krautregulierung.

Obst-, Reb- und Beerenanbau

Hier hat sich der Einsatz von Abflammgeräten nicht bewährt. Es gibt bessere mechanische Alternativen.

Anwendung im Kommunalbereich

Abflammen im Kommunalbereich ist auf befestigten Flächen mittlerweile der Standard, denn chemische Mittel sind dort verboten und Alternativen häufig unwirtschaftlich. Sträucher können jedoch durch aufsteigende Wärme nachhaltig geschädigt werden. Im Kommunalbereich sind die Ansprüche an die Unkrautfreiheit besonders hoch. Bei einer Mischverunkrautung mit ausdauernden Unkräutern müsste jedoch alle 2–4 Wochen abgeflammt werden, was im Vergleich zu Herbiziden hohe Kosten verursacht.

Welche Unkrautarten lassen sich gut regulieren?

Abflammen bis ins 4-Blattstadium möglich

- Weisser Gänsefuß (*Chenopodium album*)
- Vogelmiere (*Stellaria media*)
- Klettenlabkraut (*Galium aparine*)
- Kleine Brennnessel (*Urtica urens*)
- Erdrauch (*Fumaria officinalis*)
- Storchschnabel (*Geranium spp.*)
- Ehrenpreis (*Veronica spp.*)

Abflammen vom Keim- bis 2-Blattstadium wirksam

- Echte Kamille (*Matricaria chamomilla*)
- Saatwucherblume (*Chrysanthemum segetum*)
- Ampferknöterich (*Polygonum lapathifolium*)
- Flohknöterich (*Polygonum persicaria*)
- Hirtentäschelkraut (*Capsella bursa-pastoris*)
- Schwarzer Nachtschatten (*Solanum nigrum*)
- Kreuzkraut (*Senecio vulgaris*)

Abflammen nur im Keimblattstadium effizient

- Windenknöterich (*Polygonum convolvulus*)
- Vogelknöterich (*Polygonum aviculare*)
- Ackersenf (*Sinapis arvensis*)
- Raps (*Brassica napus*)
- Ackerstiefmütterchen (*Viola arvensis*)
- Rote Taubnessel (*Lamium purpureum*)
- Bleifarbiges Amarant (*Amaranthus lividus*)

Hitzetolerante Pflanzen (treiben nach einmaligem Abflammen wieder aus)

- Quecke (*Agropyron repens*)
- Hirsen (alle Arten)
- Einjähriges Rispengras (*Poa annua*)
- Ackerdistel (*Cirsium arvense*)
- Ackerwinde (*Convolvulus arvensis*)
- Ampfer/Blacke (*Rumex obtusifolius*)
- Grosse Brennnessel (*Urtica dioica*)
- Ackervergissmeinnicht (*Myosotis arvensis*)
- Geissfuß/Giersch (*Aegopodium podagraria*)
- Portulak (*Portulaca oleracea*)
- Sumpfkresse (*Rorippa sylvestris*)

Typen von Abflammgeräten

Moderne Abflammgeräte für den flächigen Einsatz im Acker- und Gemüsebau nutzen eine Kombination von effizienten Infrarotstrahlern, offener Flamme und hydraulisch angetriebener Luftunterstützung. Dadurch gelangt die Hitze auch bei schneller Überfahrt an alle Pflanzenteile. Durch eine Isolierschicht nach oben und seitlich in der Haube staut sich die Wärme, der Hitzeverlust wird reduziert und der Gasverbrauch sinkt. Die Flammentemperatur beträgt bis zu 1950 °C.

Im Kommunalbereich werden typischerweise Brenner mit Infrarot-Wärmestrahlung eingesetzt, die nur indirekt wirken. Temperaturen bei diesen Brennern erreichen bis zu 925 °C. Sie haben einen geringeren Energieverbrauch, aber auch eine vergleichsweise langsame Arbeitsgeschwindigkeit. Der Betrieb ist diskret. Kleine Unkräuter im Wärmeschatten werden allerdings mit diesen Brennern nicht erfasst.



Älteres Abflammgerät zum Schieben von Hand für den Kommunalbereich

Was sind die Nachteile des Abflammens?

- Relativ hoher Energieverbrauch und CO₂-Ausstoss
- Obwohl die Geräte immer sicherer und besser konstruiert sind, ist im Umgang mit Gas besondere Vorsicht geboten.
- Gefährdung bodenbewohnender Nützlinge: Bei Temperaturen, wie sie beim Abflammen auf der Bodenoberfläche herrschen, können Nützlinge wie Laufkäfer, Kurzflügler und Spinnen gefährdet werden. An heissen Sommertagen halten sich diese aber in der Regel geschützt, einige Zentimeter unter der Bodenoberfläche auf. Trockener Boden ist prinzipiell ein schlechter Wärmeleiter und erwärmt sich beim Abflammen mit Infrarotbrennern in einem halben Zentimeter Tiefe um ca. 6–7 °C und in einem Zentimeter Tiefe um nur ca. 3–4 °C. In der Abenddämmerung sollte hingegen nicht mehr abgeflammt werden, da viele Nützlinge nachtaktiv sind.
- Kurze Einsatzperiode und Wirkungsdauer
- Im Unterschied zu Herbiziden besteht beim Abflammen eine geringere Toleranz gegenüber dem Einsatztermin. Wird zu früh abgeflammt, so ist ein Grossteil der Unkräuter noch nicht gekeimt. Wird jedoch der ideale Zeitpunkt (z.B. der 7. Tag nach der Saat in Möhren) wegen anhaltender Niederschläge verpasst, so besteht keine Möglichkeit, diesen Umstand nachträglich zu korrigieren.
- Anders als Bodenherbizide wirkt das Abflammen nur für Sekunden und nur auf die oberirdischen Teile der Pflanzen. Pflanzen, die genau zum Einsatzzeitpunkt oder Tage bis Wochen später keimen, werden somit nicht erfasst.

Wirtschaftlichkeit des Abflammens

Kosten

Die jährlichen fixen Kosten sind sehr stark von der Auslastung der Geräte abhängig. Bei einer guten Auslastung sind die Kosten des Verfahrens stark vom Gasverbrauch und damit der Fahrgeschwindigkeit abhängig. Eine zügige Überfahrt in Kartoffeln mit 35 kg Gas/ha zum Öffnen des Laubdaches kostet nur noch halb so viel je Flächeneinheit, wie ein gründliches Brennen bis auf den Stumpf. Da die Geräte im Betrieb ständig heiss werden und wieder abkühlen, leidet die Langlebigkeit der Maschinen.

Eine bequeme Variante, vor allem bei hoher Auslastung, ist ein grosser Fronttank anstelle von mehreren Gasflaschen. Die Miete eines solchen Tanks ist bei Vitogaz möglich und kostet inklusive Rundumservice ca. 300.– Fr/Jahr.

Im Kommunalbereich sind die entscheidenden Kosten die Personalkosten zur Bedienung und nicht die Gerätekosten. Der Preis für eine Gasflasche des Typs PNS mit Tauchrohr zur Flüssigentnahme und 10.5 kg Inhalt beträgt ca. Fr. 47.–.



Modernes Abflammgerät mit Fronttank an der Fronthydraulik

Tabelle 1: Beispielrechnungen für die Wirtschaftlichkeit von Abflammgeräten.
Preise und Werte können abweichen.

	Acker-/Gemüsebau (Kartoffeln, Karotten) Anbaugerät mit Luftunterstützung	Kommunalbereich Infrarot mit Abdeckung (Stossgerät)
Anschaffungspreis	Fr. 38 000.-	Fr. 5500.-
Arbeitsbreite	3 m	0.5 m
Nutzungsdauer in Jahren	8 Jahre	12 Jahre
Auslastung pro Jahr	70 ha	50 Std.
Gasverbrauch	130 kg pro ha	2 kg pro Std.
Arbeitsleistung	1.5 ha pro Std.	500 m ² pro Std.
Entschädigung pro Stunde (ohne Bedienung)	Fr. 847.50 (inkl. Gastank und Traktor)	Fr. 32.-
Entschädigung pro Flächeneinheit (ohne Bedienung)	Fr. 565.- pro ha (inkl. Gastank und Traktor)	Fr. 0.06 pro m ²

Bezugsadressen für Abflammgeräte in der Schweiz

Aebi Suisse Handels- und Serviceorganisation SA
 Platanenstrasse 1, 3236 Gampelen
 Tel. +41 32 312 70 30
 www.aebisuisse.ch
 E-Mail: info@aebisuisse.ch

- Vertrieb von Hoaf-Geräten
- Modernstes System, AB 1.5–6 m

Keller Technik AG
 Hüttwilerstr. 8, 8537 Nussbaumen
 Tel. +41 52 744 00 11
 www.keller-technik.ch
 E-Mail: info@keller-technik.ch

- Vertrieb von Envo-Dan-Geräten
- Geräte mit Luftunterstützung, AB 1.6–9.2 m

Schaffner Terra-Tech AG
 Oltenstrasse 45, 4702 Oensingen
 Tel. +41 62 396 22 85
 www.terratech.ch
 E-Mail: info@terratech.ch

- Geräte mit kombinierten Brennersystemen
- Flächengeräte ab 1.5–6 m für Gemüse- und Kartoffelbau
- Bandbrenner ab 15–75 cm
- Verschiedene Modelle für den Kommunalbereich

Brühwiler Maschinen AG
 Hauptstrasse 1, 8362 Balterswil
 Tel. +41 71 973 80 40
 www.bruehwiler.com
 E-Mail: info@bruehwiler.com

- Infrarotstrahler, geräuschlos und ohne offene Flamme
- Geräte mit kombinierten Brennersystemen
- Modelle von 4–60 cm für den Haus-/Kommunalbereich

Impressum

Herausgeber
 Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL
 Ackerstrasse 113, Postfach 219, CH-5070 Frick
 Tel. +41 62 865 72 72, Fax -73
 info.suisse@fibl.org, www.fibl.org

Autoren: Tobias Gelencsér, Hansueli Dierauer

Durchsicht: Sophie Thanner, Samuel Hauenstein

Redaktion: Vanessa Gabel

Gestaltung: Brigitta Maurer

Fotos: Tobias Gelencsér (S.1, S.4, S.5, S.7), Hansueli Dierauer (S.3 (1,2)), David Vetterli (S.2), Brühwiler Maschinen AG (S.6)

ISBN: 978-3-03736-395-9

FiBL Best.-Nr.: 1155

Das Merkblatt steht unter shop.fibl.org zum kostenlosen Download zur Verfügung.

2. Auflage 2021

© FiBL