

# Abflammen

## KURZINFO

### Abflammen

- bedeutet nicht Abbrennen
- führt zu keinen Rückständen in Grundwasser und Nahrungsmitteln
- wirkt kurzfristig; deshalb keine Resistenzbildung möglich
- grosse Arbeitseinsparung
- nur Teilwirkung gegen ausdauernde Unkräuter
- erfordert relativ grossen Energieaufwand

### Autor:

Hansueli Dierauer, FiBL

### Entwicklung der Abflammtchnik

Die Abflammtchnik ist keine neue Erfindung. Erste Abflammgeräte auf der Basis von Petroleum oder Benzin wurden bereits 1852 in Amerika erprobt. Diese primitiven Geräte hatten aber noch Mühe, eine stabile Flammenform und einen störungsfreien Betrieb zu gewährleisten. Praktikable und effektive Konstruktionen, die Flüssiggas verwendeten, kamen erstmals 1948 auf amerikanischen Farmen in Mais-, Baumwoll- und Zuckerrohrkulturen zum Einsatz. Seit-her wurden diese Geräte immer weiter verbessert. Bezüglich Sicherheit und Gasverbrauch sind die modernen Geräte kaum mehr mit jenen aus der Anfangszeit zu vergleichen.

### Anwendung

#### Heute werden Abflammgeräte vor allem eingesetzt auf:

- Biobetrieben mit einem hohen Anteil Gemüsebau zur Unkrautregulierung im Vorauffauf.
- Zur Krautbeseitigung in Kartoffeln (vor allem IP-Betriebe).
- Im Kommunalbereich anstelle von Herbiziden.

### Vorgaben von Bund und Label

#### Stoffverordnung des Bundes

Die Stoffverordnung des Bundes (814.013) ist für alle verbindlich. Sie verbietet die Anwendung von Herbiziden:

- auf Dächern und Terrassen
- auf Lagerplätzen
- auf und an Strassen, Wegen und Plätzen; ausgenommen sind Einzelstockbehandlungen von Problempflanzen bei National- und Kantonsstrassen, sofern diese mit anderen Massnahmen, wie regelmässiges Mähen, nicht erfolgreich bekämpft werden können.
- auf Böschungen und Grünstreifen entlang von Strassen und Geleiseanlagen; ausgenommen sind Einzelstockbehandlungen von Problempflanzen, sofern diese mit anderen Massnahmen wie regelmässigem Mähen nicht erfolgreich bekämpft werden können.
- In der Zone S2 von Grundwasserschutz-zonen, wenn die Bewilligungsbehörde für Pflanzenschutzmittel, die aufgrund ihrer Mobilität und Abbaubarkeit in eine Trinkwasserfassung gelangen können, eine entsprechende Auflage verfügt hat.

### Richtlinien BIO SUISSE, Migros-Bio, Demeter, Bio-Verordnung des Bundes:

#### Verboten

- Jegliche Anwendung von Herbiziden, Wachstumsregulatoren (Halmverkürzer, chemische Fruchtausdünnung, Bodendesinfektionsmittel sowie Stielweichmacher u.a.) und Welkemitteln.
- Dämpfen des Bodens im Freiland.

#### Erlaubt

- Unkrautregulierung durch Kulturmassnahmen und mechanische Geräte.
- Abflammen.

### Funktionsprinzip und Wirkung

#### Funktionsprinzip

Bei der Erwärmung der Pflanzenzellen während einer Sekunde auf 60–70 °C gerinnt das Eiweiss. Bei schockartiger Erhitzung während einer Zehntelsekunde auf 110 °C platzen die Zellwände, tritt die Zellflüssigkeit aus, und die Pflanze vertrocknet.

#### 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. In der Praxis hat sich dazu Propan besser bewährt als Butan.

#### Wirkung

Die momentane Wirkung des Abflammens kann ebenso gut sein wie diejenige eines Kontaktherbizides, also 100 Prozent.

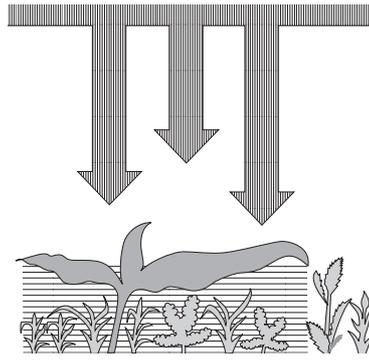
#### Der Wirkungsgrad ist sehr variabel und hängt vom richtigen Einsatzzeitpunkt und von der Witterung, aber auch von Anzahl und Arten der Unkräuter ab.

#### Faktoren, welche die Wirkung reduzieren:

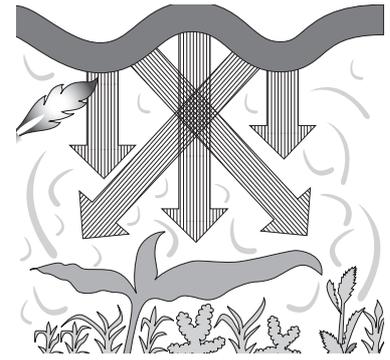
- *Grösse der Pflanzen:* Je kleiner die Unkräuter, desto höher der Wirkungsgrad. Samenunkräuter sind bis zum 4-Blattstadium empfindlich auf Hitze.
- *Behaarte oder ledrige Blattoberfläche.*



**Direkt, mit offener Flamme arbeitende Brenner.** Die Ausgangstemperatur an den Stabbrennern beträgt etwa 1'800 °C, die Lufttemperatur in Bodennähe noch 300 bis 400 °C. Dadurch schnellere Wirkung als bei Infrarotbrennern und relativ hohe Arbeitsgeschwindigkeit möglich.



**Indirekt, durch Infrarot-Wärmestrahlung wirkende Brenner.** Temperatur am Brenner: 925 °C. Geringer Energieverbrauch, aber vergleichsweise tiefe Arbeitsgeschwindigkeit. Diskret im Betrieb. Kleine Unkräuter im Wärmeschatten werden nicht erfasst.



**Kombiniertes Wirkungsprinzip mit direkter und indirekter Wärmestrahlung.** Geringster Energieverbrauch. Vereinigt die Vorteile der beiden Systeme. Durch das gewellte Strahlungsgitter entstehen Wärmerturbulenzen, was den Wärmeschatten überwindet.

- **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 genügende Wirkung hat das einmalige Abflammen gegen Wurzelunkräuter, hitzetolerante Pflanzen und Gräser.

#### Wirkungskontrolle:

Ob die Wirkung des Abflammens genügend gross 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 Arbeitsgeschwindigkeit, Gasdruck, Brennerstellung und -abstand.**

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, sonst können diese neu austreiben.

#### Problematik des Abflammens

##### Nachteile des Abflammens:

- Relativ hoher Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoss.
- Obwohl die Geräte immer sicherer und besser konstruiert sind, ist im Umgang mit Gas besondere Vorsicht geboten.
- Gefährdung bodenbewohnender Nützlinge: Der trockene Boden als schlechter Wärmeleiter erwärmt sich beim Abflammen mit Infrarotbrennern in einem halben Zentimeter Tiefe um 6–7 °C und in einem Zentimeter Tiefe um nur 3–4 °C. 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 geschützt einige Zentimeter unter der Bodenoberfläche auf. In der Abenddämmerung sollte hingegen nicht mehr abgeflammt werden, da viele Nützlinge nachtaktiv sind.

#### Hitzeempfindlichkeit verschiedener Unkrautarten

##### Abflammen bis ins 4-Blattstadium möglich:

Weisser Gänsefuss (*Chenopodium album*)  
 Vogelmiere (*Stellaria media*)  
 Klettenlabkraut (*Galium aparine*)  
 Kleine Brennessel (*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 arvensis*)  
 Ackerwinde (*Convolvulus arvensis*)  
 Ampfer, Blacke (*Rumex obtusifolius*)  
 Grosse Brennessel (*Urtica dioica*)  
 Ackervergissmeinnicht (*Myosotis arvensis*)  
 Geissfuss, Giersch (*Aegopodium podagraria*)  
 Portulak (*Portulaca oleracea*)  
 Sumpfkresse (*Rorippa sylvestris*)

- Kurze Einsatzperiode und kurze Wirkungsdauer: Im Unterschied zu Herbiziden besteht beim Abflammen eine viel 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, dieses Missgeschick nachträglich zu korrigieren.

## Anwendung im Gemüse- und Feldbau

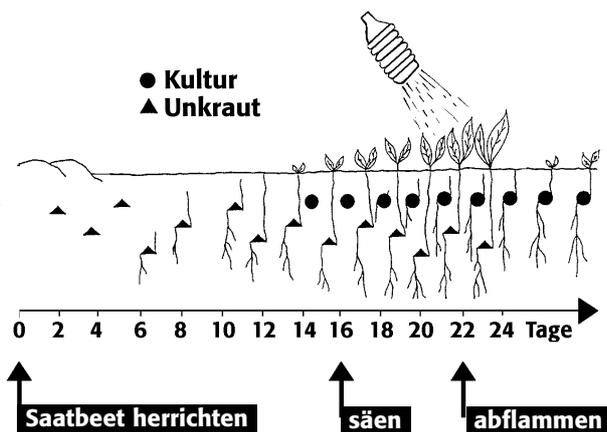
### Strategien

#### Falsches Saatbett

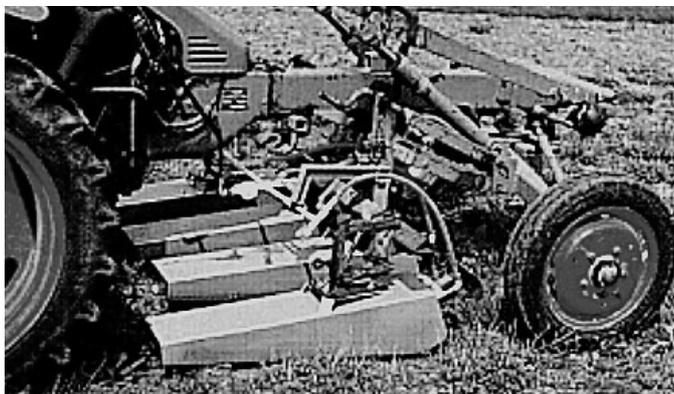
Eine raffinierte Methode besteht darin, das Saatbett schon einige Tage vor der Saat definitiv herzurichten, eventuell sogar schon ein wenig zu bewässern, um möglichst viele Unkräuter zum Keimen anzuregen. Mit diesem Vorsprung werden im Voraufverfahren fast alle keimfähigen Unkräuter erfasst.

Da die Keimzeiten je nach Jahreszeit und Witterung sehr verschieden sein können, ist es vielfach schwierig, den optimalen Einsatzzeitpunkt, also den Tag unmittelbar vor dem Durchstossen der Keimblätter zu erkennen.

#### Abflammen im Vorauf



#### Abflammen in Reihen



In Kulturen mit 50 bis 75 cm Reihenabstand kann zwischen den Reihen problemlos gehackt werden. Mit einer Bandabflämmung über den Reihen und einer Abdeckung gegen den Wind kann gegenüber dem ganzflächigen Abflammen bis zur Hälfte an Energie (40 kg/ha) eingespart werden.

### Die Zukunft des Abflammens liegt im Bandabflammen zusammen mit mechanischer Bearbeitung zwischen den Reihen.

#### Abflammen im Nachauf

Abflammen im Nachauf ist nur bei Mais, Zwiebeln und Lauch möglich, da der Vegetationskegel geschützt im Boden liegt. Wie alle Gräser (Monokotyledone) können sie nach dem Abflammen sofort wieder austreiben.

Das Abflammen im Nachauf kann aber zu Qualitätsverlusten und einem Wachstumsrückschlag führen.

#### Einsatz in den Kulturen



Im Gemüsebau ist das ganzflächige Abflammen im Vorauf sehr verbreitet. Wichtig ist die richtige Einstellung des Gerätes.

#### Getreide

Abflammen in Getreide wäre im Nachauf möglich. Aus ökologischen Gründen ist es aber nicht sinnvoll, da es genügend gute, mechanische Alternativen gibt.

#### Kartoffeln

Das Abflammen des Kartoffellaubes vor der Ernte statt Abbrennen hat vor allem in der Integrierten Produktion Verbreitung gefunden. Im biologischen Anbau wird das Kartoffelkraut mit modernen Krautschlägern vernichtet, was billiger ist.

Wegen der kurzen Wirkungszeit und dem daraus folgenden Wiederaustreiben entspricht die thermische Krautbeseitigung den Anforderungen für Saatkartoffeln nicht. Dafür müssen im biologischen Anbau die teuren Krautzupfmaschinen verwendet werden.

### Anwendung im Obst-, Reb- und Beerenanbau

Das Abflammen kommt vor allem auf schweren Böden, wo Hackgeräte nur bedingt einsetzbar sind, in Frage.

Das Abflammen hat eine gute Wirkung auf auflaufende Unkräuter. Bei einem hohen Besatz an ausdauernden Unkräutern müsste das Abflammen alle 2–4 Wochen wiederholt werden, damit die Unkräuter nicht zu gross werden können. Durch Abdeckungen sind die Kulturen vor aufsteigender Wärme geschützt.

Das Abflammen ist nur in älteren Anlagen ratsam. Junge Stämme sind zu wenig verholzt und ertragen keine Erwärmung. Mechanische Verfahren werden aus Kostengründen dem Abflammen vorgezogen. Mechanische Verfahren regen zudem Mineralisierung und Durchlüftung im Boden an.



In Zukunft wird das Abflammen an Bedeutung gewinnen. Besonders im Kommunalbereich hat ein Umdenken stattgefunden.

### Anwendung im Kommunalbereich

Das Herbizidverbot in vielen Gemeinden und in Wasserschutzgebieten hat in den letzten Jahren Impulse für den Einsatz von Abflammgeräten gegeben. Im Kommunalbereich hat sich schon ein grosser Markt von Abflammgeräten entwickelt.

**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 gegenüber Herbiziden hohe Kosten verursacht.**

Abflammen im Kommunalbereich ist jedoch viel einfacher als in der Landwirtschaft, da weniger Rücksicht auf Gewicht und Reihenabstände genommen werden muss.

Sträucher können durch aufsteigende Wärme nachhaltig geschädigt werden. Im Kommunalbereich wird deshalb mit Geräten mit Abdeckung und Infrarotstrahlung gearbeitet. Infrarotstrahler sind zudem diskreter im Betrieb als Geräte mit offener Flamme.

### Bezugsadressen für Abflammgeräte in der Schweiz

#### Schaffner Terra-Tech AG

Oltenstrasse 45, 4702 Oensingen  
Tel. 062 396 22 85, Fax 062 396 30 80  
www.terratech.ch, E-mail: terratech@bluewin.ch

- Unkrautbeseitigungs-Systeme «Schaffner-Thermflex»
- Geräte mit offenem Brenner mit Abdeckung
- Geräte mit kombinierten Brennersystemen
- Brennersystem vorwiegend aus der Flüssigphase
- Flächengeräte ab 1.5–8 m für Gemüse- und Kartoffelbau
- Bandbrenner ab 15–75 cm
- Verschiedene Modelle für den Kommunalbereich
- Spezialgeräte und Kombinationen auf Anfrage

#### Brühwiler Maschinen AG

8362 Balterswil  
Tel. 071 971 15 15, Fax 071 971 31 11

- Vertrieb «Puzzy-Boy»
- Infrarotstrahler, geräuschlos und ohne offene Flamme
- Geräte mit kombinierten Brennersystemen
- Modelle von 43–80 cm für den Kommunalbereich
- Modelle für die Landwirtschaft

### Wirtschaftlichkeit des Abflammens

#### Kosten

Die jährlichen fixen Kosten sind sehr stark von der Auslastung abhängig. Die Kosten teilen sich ungefähr je zur Hälfte in fixe und variable Kosten auf.

**Im Kommunalbereich sind die entscheidenden Kosten die Personalkosten zur Bedienung und nicht die Gerätekosten.**

Der Preis für eine Gasflasche mit 11.5 kg Inhalt kostet Fr. 38.–.

	<b>Landwirtschaft (Kartoffeln) offene Flamme mit Abdeckung (für Traktoranbau)</b>	<b>Gemüsebau (Karotten) offene Flamme mit Abd. (für Traktoranbau)</b>	<b>Kommunalbereich Infrarot mit Abdeckung (Stossgerät)</b>
Anschaffungspreis	Fr. 25'000.–	Fr. 7'000.–	Fr. 4'000.–
Arbeitsbreite	3 m	1.5 m	0.5 m
Nutzungsdauer in Jahren	15 Jahre	10 Jahre	12 Jahre
Auslastung pro Jahr	30 ha	3 ha	50 h
Gasverbrauch	100 kg pro ha	50 kg pro ha	3.5 kg pro h
Arbeitsleistung	2.5 h pro ha	3 h pro ha	500–700 m <sup>2</sup> pro h
Entschädigung pro Stunde (ohne Bedienung)	Fr. 220.–	Fr. 100.–	Fr. 20.–
Entschädigung pro Flächeneinheit (ohne Bedienung)	Fr. 540.– pro ha	Fr. 300.– pro ha	Fr. 0.04 pro m <sup>2</sup>