

# Unter Strom



**UNTERSTOCK**  
Die Beikräutregulierung mit Strom stellt eine nachhaltige und effektive Lösung für die Bodenbearbeitung im Weinberg dar.

**Text und Abbildungen:** Dr. Carina Paola Lang, Dr. Matthias Petgen und Oliver Kurz, Institut für Weinbau und Oenologie des DLR Rheinpfalz

**B**eikräuter unter dem Stock mit Strom abtöten? Geht das? Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, genau das herauszufinden. In Versuchen am DLR Rheinpfalz wird das neuartige Electroherb-Verfahren im Weinberg getestet. Bei dieser Technik soll der Beikrautbewuchs mittels Stromabgabe abgetötet werden. In einem drei Jahre andauernden und von der EU geförderten Verbundprojekt sollen erste Fragen in Bezug auf Wirksamkeit, Nachhaltigkeit und eventuelle Einsatzgrenzen analysiert werden. Des Weiteren wird der Einfluss auf das Bodenleben im Weinberg an der TH Bingen untersucht. Im folgenden Artikel werden die ersten Ergebnisse aus dem Weinberg des Versuchsjahres 2020 vorgestellt.

## DAS ELECTROHERB-VERFAHREN

Bei diesem neuartigen Verfahren wird der Beikrautbewuchs mittels Strom zerstört.

Dabei streichen unter Hochspannung stehende Elektroden über den Bewuchs, der Strom dringt durch den Kontakt über die Blätter in die Pflanze ein, erreicht die Wurzel und fließt zurück zum Gerät. Die Leitbahnen und damit die Versorgungsleitungen der Pflanzen für Wasser und Nährstoffe sowie andere membranabhängige metabolische Prozesse der Pflanze werden zerstört. Das Ergebnis ist ein nicht-selektives Welken des Beikrautes. Dieses elektrophysikalische Prinzip gilt als nachhaltige und umwelt-

freundliche Alternative in der Vegetationskontrolle. Ähnlich eines Herbizides beeinflussen auch hier Tageszeit und Temperatur nur im geringen Maße. Es ist jedoch anzunehmen, dass eine Anwendung um die Mittagszeit und bei voller Sonneneinstrahlung die Wirkung intensiviert bzw. beschleunigt.

Das Schweizer Unternehmen Zasso ist aktuell der einzige Anbieter eines solchen Systems und hat auf dieser Grundlage die Produktionsreihe »XPOWER« und ein speziell für den Weinbau angepasstes Gerät »XPS«

**Tab. 1: Detaillierte Übersicht der Versuchsvarianten an allen drei Versuchsstandorten**

Versuchsvariante	Fahrgeschwindigkeit [km/h]	Behandlungstermin	Stromstärke [Hochspannungseinheiten]
Zasso 1	2 (langsam)	3 Termine	6
Zasso 2	4 (weinbau-typisch)	3 Termine	6
Zasso 3	4 (weinbau-typisch)	1. & 3. Termin	6
Zasso 4	4 (weinbau-typisch)	1. & 3. Termin	8
Betrieb (mechanisch/chemisch)		1. & 3. Termin	

entwickelt (Abb. 1/ Titelbild). In Front oder Heck angebracht wird der Applikator mit den Elektroden an den Rebstöcken entlanggeführt. Diese verfügen bis zu 3.000 Watt Leistung und werden über Geschwindigkeit und patentierte Spannungsumrichter reguliert. Der benötigte Strom wird von einem über die Zapfwelle angetriebenen Generator in der Versorgungseinheit, welches sich im Heck befindet, versorgt. Das Gerät »XPS« verfügt über einen ausschwenkbaren Applikatorarm und ermöglicht so die Behandlung auch im Unterstockbereich. Um eine bestmögliche Wirkung zu erzielen, können sowohl Applikatorarm, als auch Elektroden an vorherrschende Bedingungen angepasst und eingestellt werden.

### VERSUCHSDESIGN

Die Projektlaufzeit beträgt drei Jahre (2020-2023). In dieser Zeit werden auf drei Versuchsstandorten (VS) verschiedene Varianten getestet. Ein besonderes Augenmerk wird vor allem auf die Behandlung des Unterstockbereiches gelegt. Hier stehen neben der Stromstärke (abgegebene Leistung über Hochspannungseinheiten) und der Fahrgeschwindigkeit (langsam (2 km/h) vs. weinbau-typisch (4km/h), vor allem die Anzahl der Behandlungstermine im Fokus (Tab. 1). Aufgrund der sehr trockenen Witterung und des dadurch verringerten Beikrautbefalls waren auf den Versuchsflächen VS 1 und VS 2 nur zwei Behandlungstermine (1. u. 3. Termin) bei allen Versuchsvarianten von Nöten, behandelt wurde zwischen April und Juli 2020.

Als Kontrollvariante dient die betriebsübliche Bearbeitung zur Beikrautkontrolle. Diese ist am ersten Versuchsstandort (VS 1) der Einsatz von Herbizid (Glyphosat), am zweiten Versuchsstandort (VS 2) die mechanische Bodenbearbeitung mit Scheibenpflug und am dritten Versuchsstandort (VS 3) die mechanische Bodenbearbeitung mittels Scheibenpflug und Rollhacke. Der Unterschied zwischen VS 2 und VS 3 ist, dass am VS 2 in den vorherigen Jahren mit Her-

## 2 Digitale Bildanalyse mittels GIMP und WinDias

am Beispiel des VS 3, Versuchsvariante Zasso 2 (weinbau-typische Fahrgeschwindigkeit (4 km/h, 3 Termine, 6 Hochspannungseinheiten) zu den Zeitpunkten T0 und T01. Auf den Originalbildern ist der Schätzrahmen für das Vegetationsmonitoring nach Braun-Blanquet zu sehen. Rechts daneben sind die Prozentanteile des jeweiligen Untersuchungsfaktors (Biomasse, Streu und Boden)

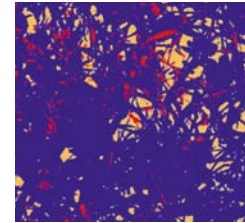
Originalbild VS 3 T0 Zasso 2



Bearbeitet mit GIMP



Bearbeitet mit WinDias



### VS 3 T0, Zasso 2

Biomasse (Blau): 82,04 %  
Streu (Rot): 6,20 %  
Boden (Orange): 7,00 %

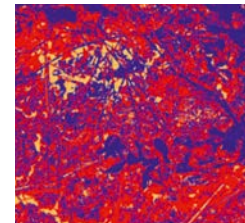
Originalbild VS 3 T1 Zasso 2



Bearbeitet mit GIMP



Bearbeitet mit WinDias

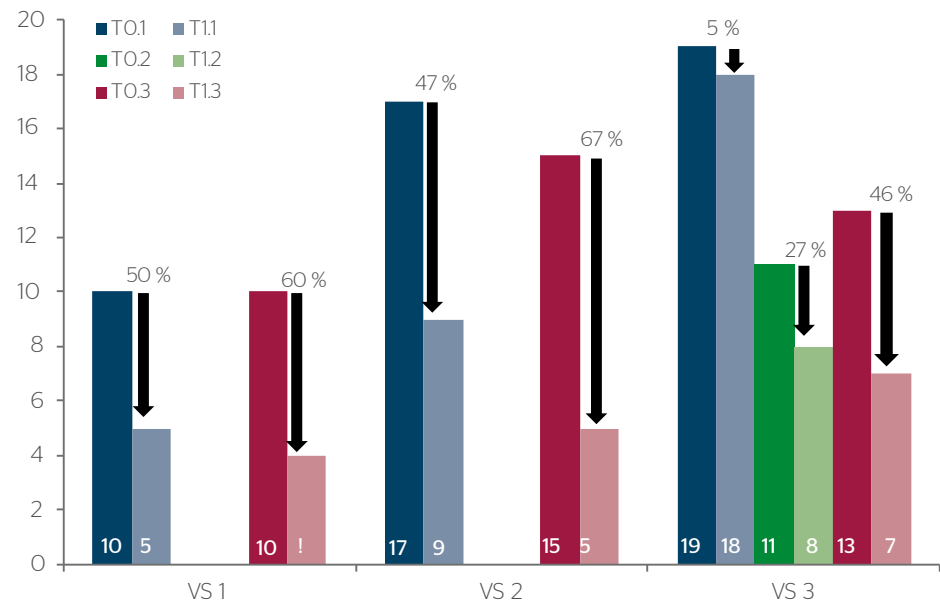


### VS 3 T1, Zasso 2

Biomasse (Blau): 56,92 %  
Streu (Rot): 35,97 %  
Boden (Orange): 7,11 %

➔ Biomasse (Blau): 31% ↓ Streu (Rot): 574% ↑ Boden (Orange): 40% ↓

## 3 Veränderung der Artenanzahl an allen drei Standorten



Schneiden – Hegen – Pflegen

### Patentierte Weltneuheit:

- breitenverstellbarer Weinbau-Schlegelmulcher VINIFERA mit 2 verschiebbaren Sichelmessern.
- Arbeitsbreite von 123 bis 193 cm, stufenlos verstellbar.
- Nur eine Universalmaschine für Grasschnitt und Holzerkleinerung.
- Bessere Mulchergebnisse als Sichelmulcher

[www.fischer-maschinenbau.de](http://www.fischer-maschinenbau.de) Tel.: 07143-89510

Fischer Maschinenbau GmbH & Co. KG, Niedere Klinge 16, 74376 Gemmrigheim





**Tab. 2: Liste der bonitierten Pflanzenarten an allen drei Versuchsstandorten (VS 1-VS 3) vor und nach dem dritten Behandlungstermin**

Die rosa hinterlegten Arten zeigen die Pflanzenarten, die auch nach der Behandlung noch eine aktive Biomasse aufwiesen

VS 1 T0.3 vs. T1.3	
Sorte	Lat. Name
Ackerkratzdistel	Cirsium arvense
Löwenzahn	Taraxacum
Persischer Ehrenpreis	Veronica persica
Quecke	Elymus repens
Rauhaariger Amarant	Amaranthus retroflexus
Taubnessel	Lamium
Vogelmiere	Stellaria media
Winde	Convolvulus arvensis
Weißer Gänsefuß	Chenopodium album
Wilde Rose *	

VS 3 T0.3 vs. T1.3	
Sorte	Lat. Name
Ackerkratzdistel	Cirsium arvense
Brombeere	Rubus sect. Rubus
Baltischer Efeu	Hedera helix Baltica
Klettenlabkraut	Galium aparine
Malve	Malva sylvestris
Pfeilkresse	Lepidium draba
Quecke	Elymus repens
Rauhaariger Amarant	Amaranthus retroflexus
Stumpfbältriger Ampfer	Rumex obtusifolius
Schwarzer Nachtschatten	Solanum nigrum
Winde	Convolvulus arvensis
Zottige Wicke	Vicia villosa
Weißer Gänsefuß	Chenopodium album

VS 2 T0.3 vs. T1.3	
Sorte	Lat. Name
Gänseblümchen	Bellis perennis
Hirtentäschel	Capsella bursa-pastoris
Kleine Brennnessel	Urtica urens
Kleinköpfige Pippau	Crepis capillaris
Löwenzahn	Taraxacum
Malve	Malva sylvestris
Quecke	Elymus repens
Rauhaariger Amarant	Amaranthus retroflexus
Schafgabe	Achillea millefolium
Schwarzer Nachtschatten	Solanum nigrum
Vogelknöterich	Polygonum aviculare
Winde	Convolvulus arvensis
Weißer Gänsefuß	Chenopodium album
Weißklee	Trifolium repens

derung bzw. die Wirkung nach einer Woche zu jedem Behandlungstermin zu dokumentieren.

Folgende Untersuchungen wurden im ersten Versuchsjahr 2020 zu allen Versuchsterminen und auf allen drei Versuchsstandorten durchgeführt.

- » Vegetationsmonitoring und Bestimmung der Beikrautarten im Unterstockbereich nach der Methode von Braun-Blanquet (verändert nach Tremp, 2004)
- » Digitale Bildanalyse mittels Bildbearbeitungssoftware und Blatt-Analyse-Software
- » Berechnung des prozentualen Deckungsgrades von aktiver Biomasse, Streugehalt und Rohboden
- » Berechnung des Wirkungsgrades jeder Versuchsvariante
- » Zusätzlich VS 3: Qualitätsanalyse am Most (FTIR)

**VEGETATIONSMONITORING**

Das Vegetationsmonitoring für jeden Standort geht mit der Bestimmung der Beikrautarten nach Braun-Blanquet einher. Dazu wurden zu den Zeitpunkten T0 und T1 in jeder Behandlung und in jeder technischen Wiederholung ein Edelstahlrahmen (40x40cm) mittig zwischen zwei vorher markierten Rebstöcken im Unterstockbereich positioniert und fotografiert. Anhand dieses Fotos konnte die Dominanz sowie die Abundanz (Häufigkeit) der Beikrautarten nach der Methode von Braun-Blanquet geschätzt und ausgewertet werden. Dabei werden die Beikräuter neben der Abundanz, in sieben Stufen der Artenmächtigkeit in Kombination mit der Deckung (%) eingeteilt.

Die Fotos des jeweiligen Bereiches wurden weiterhin für die digitale Bildanalyse verwendet. Es wurde die Veränderung des prozentualen Deckungsgrades von unbedecktem Rohboden, des Streugehaltes und der aktiven Biomasse zwischen den Zeitpunkten T0 und T1 zu jedem Behandlungstermin berechnet (Abb. 2). Des Weiteren wurde der Wirkungsgrad zwischen den Behandlungszeiträumen zu allen Behandlungsterminen berechnet.

**EINFLUSS AUF DEN MOST**

Die Bestimmung der chemischen Qualitätsparameter des Mostes wurde mittels FTIR-Analyse im Labor durchgeführt. Hier konnte festgestellt werden, dass die Behandlung mit Strom keinen signifikanten Einfluss auf die Qualitätsparameter der Mostanalyse hat.

**PROBLEMUNKÄUTER**

Erste Ergebnisse (Abb. 3) zeigen, dass die Artenanzahl durch die Behandlung mit Strom reduziert werden konnte. Des Weiteren zeigte sich, dass eine zwei-

te Behandlung, und im Fall von VS 3, auch eine dritte Behandlung einen noch besseren Erfolg brachte und die Anzahl der Beikrautarten wiederholt deutlich reduziert wurde. Dies war je nach Versuchsstandort zwischen 45% und 70%. Generell kann man sagen, dass erste Schädigungen am Beikraut, wie Welkerscheinungen und bräunlich-schwarze Verfärbungen, bereits in den ersten Minuten sichtbar waren. Eine vollständige Wirkung trat nach ca. 8 bis 14 Tagen in Kraft. Wichtig ist jedoch, dass Regenereignisse die Wirkung verzögern können und es gegebenenfalls zu einem Neuaustrieb der Pflanze kommen kann. Dies gilt es im Versuchsjahr 2021 zu überprüfen. In Tabelle 2 sind die Arten vor und nach (rosa markiert) dem zweiten bzw. dritten Behandlungstermin aufgelistet.

Die Resultate zur Berechnung des Wirkungsgrades (Tab. 3) zeigen einen unterschiedlichen Bekämpfungserfolg. Dies ist an allen drei Versuchsstandorten zu sehen. Gleich ist jedoch, dass nach dem zweiten bzw. dritten Behandlungstermin ein besserer Erfolg erzielt werden konnte (bis zu -93%). Die Varianten Zasso 1 und Zasso 2 schneiden ähnlich ab, wie die Varianten Zasso 3 und Zasso 4. Bei den letztgenannten Varianten wird einerseits mit einer schnelleren Fahrgeschwindigkeit (4 km/h) und andererseits mit weniger Behandlungsterminen gearbeitet und ist deshalb zu bevorzugen, aber auf Grund der nicht eindeutigen Ergebnisse kann noch keine abschließende Empfehlung für die Behandlungsvariante ausgesprochen werden.

Die betriebliche Variante auf VS 1 (Herbizideinsatz) hat die geringsten Wirkungsgrade nach beiden Behandlungsterminen gezeigt (T0.1 vs. T1.1 - 64 %; T0.3 vs. T1.3 - 16 %), Variante

bizid behandelt wurde, VS 3 ist ein nach ökologischen Richtlinien bewirtschafteter Standort.

Die Versuchsvarianten wurden in vierfacher Wiederholung angelegt. Die Bonituren fanden immer jeweils eine Woche vor der Behandlung zum Zeitpunkt T0 (Ausgangssituation) statt, als auch eine Woche nach der Behandlung zum Zeitpunkt T1. Ziel war es, hier die Verän-

**Tab. 3: Wirkungsgrade der Versuchsvarianten in Bezug auf die aktive Biomasse auf allen drei Versuchsstandorten zu allen Behandlungsterminen**

Versuchsstandort	Versuchsvarianten	Zeitpunkte		
		T0.1 vs. T1.1	T0.2 vs. T1.2	T0.3 vs. T1.3
VS 1	Betrieb (chemisch)	64,16		16,46
	Zasso 1	85,64		84,00
	Zasso 2	65,11		88,76
	Zasso 3	86,11		90,43
	Zasso 4	72,49		93,64
VS 2	Betrieb (mechanisch / chemisch)	71,92		81,79
	Zasso 1	50,58		91,34
	Zasso 2	39,90		81,47
	Zasso 3	49,27		86,52
	Zasso 4	47,69		74,44
VS 3	Betrieb (mechanisch)	40,47	49,87	22,30
	Zasso 1	50,65	75,54	87,42
	Zasso 2	31,11	72,95	75,79
	Zasso 3	27,32		69,57
	Zasso 4	39,08		85,07

VS 3 (mechanische Bodenbearbeitung) hat den geringsten Wirkungsgrad zum zweiten Behandlungstermin gezeigt (T0.3 vs. T1.3 - 22%). Natürlich müssen hier auch die Befallsstärke und der Ausgangszustand in Bezug auf den Grad der Verunkrautung und die Homogenität der Flächen mitberücksichtigt werden. Der ökologisch bewirtschaftete VS 3 und der mechanisch bewirtschaftete VS 2 weisen einen höheren Beikrautbewuchs auf. Bei den Varianten mit dem Electroherb-

Verfahren zeichnete sich die Tendenz ab, dass sich grasartige und tiefwurzelnde Wuchsformen, sowie Arten die sich durch Ausläufer und Rhizome vermehren, schwerer bekämpfen lassen und wieder austreiben können.

Problematisch scheinen der Weiße Gänsefuß (*Chenopodium album*) und die Quecke (*Elymus repens*) zu sein. Überraschend ist jedoch, dass sich diese Arten ebenfalls durch beide betrieblichen Varianten (chemisch oder mechanisch) nur schwer oder

nicht bekämpfen lassen (VS 1 und VS 3). Fleischige und krautige Arten dagegen können mit Strom deutlich besser bekämpft werden, z.B. Löwenzahn (*Taraxacum*) und Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*) (Abb.4).

Ein Grund für den besseren Behandlungserfolg ist die Wurzelanatomie. Sowohl der Löwenzahn, als auch die Ackerkratzdistel haben eine fleischige Pfahlwurzel. Sie gilt zudem als Speicherorgan für Wasser und ist somit gleichzeitig ein potenzieller Leiter für Strom. Vor jeder Behandlung ist der Ausgangszustand der Verunkrautung im Weinberg, das heißt Populationsdichte und Entwicklungsstadium, sowie die aktuelle Wetterlage zu beachten. Diese spielen eine entscheidende Rolle in der Wirkung.

Im Versuchsjahr 2020 herrschte, ähnlich wie in den Vorjahren, große Trockenheit und mit durchschnittlich 478mm Niederschlag war der Aufwuchs von Beikräutern nur sehr gering. Dies muss in den kommenden zwei Versuchsjahren berücksichtigt und die Behandlungstermine möglicherweise an den Neuaufwuchs angepasst werden. Unterschiede zu VS 1 sind auf die Nachwirkungen der bereits jahrelangen Herbizidanwendungen zurückzuführen.



Abb. 4: Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*) nach der Behandlung mit Strom. Oben: Ganze Pflanze ca. 10 Minuten nach der Anwendung; erste Verfärbungen sichtbar. Unten »verwelktes« Leitgewebe in aufgeschchnittener Pfahlwurzel ca. 10 min nach Anwendung

**LIPCO**  
verlustmindernde und mittelreduzierende Sprühtechnik

www.lipco.com

**Josef Flechtle**  
Maschinen & Geräte für jeden Grund und Ihren Garten

**DAS ORIGINAL**

**fischer**  
MULCHGERÄTE  
Mulchgeräte - Tagflaerba - Mowers

Josef Oechsle GmbH & Co. KG  
- Generalimporteur -

+49 (0)7223 93 77 0 · Robert-Bosch-Straße 12d · D-77815 Bühl

## 5 Bedeckungsgrad [%] der aktiven Biomasse auf den Versuchsfeldern VS 1-3 in Abhängigkeit der Behandlungsvariante und des Zeitpunktes

(TO1 vs. T11; TO2 vs. T12; TO3 vs. T13)  
Die grauen Pfeile zeigen die Wirkungsgrade



### AKTIVE BIOMASSE REDUZIEREN

Die mit der digitalen Bildanalyse ermittelten Ergebnisse des Bedeckungsgrades der aktiven Biomasse zeigen ein ähnliches Muster. Die Varianten Zasso 3 und Zasso 4 erzielten ähnlich hohe oder sogar höhere Wirkungsgrade als Zasso 1 oder Zasso 2. Dies lässt wiederum auf einen besseren Bekämpfungserfolg der Varianten Zasso 3 und Zasso 4 schließen. Auch hier darf der Faktor der Bestandsdichte nicht vernachlässigt werden. Zu beachten ist, dass bei der Variante Zasso 4 mit mehr Hochspannungseinheiten gearbeitet wird und somit mehr Strom in den Boden eindringt. Bei einer erfolgreichen Behandlung der aktiven Biomasse, steigen Streu- und Rohbodenanteile bei allen drei Versuchstandorten an. Dies ist ein weiteres Indiz für den Bekämpfungserfolg der Beikrautflora durch Strom. Die betrieblichen Varianten der VS 1 (Herbizideinsatz) und VS 3 (mechanische Bodenbearbeitung) hatten an allen Zeitpunkten einen geringeren Wirkungsgrad als die Varianten mit Strom. Lediglich an VS 2 erzielte die betriebliche Variante zum ersten Versuchszeitpunkt höhere Wirkungsgrade (Abb. 5).

### FAZIT

Zusammenfassend kann man sagen, dass das Elektroherb-Verfahren eine vielversprechende Alternative in der Beikrautbekämpfung im Unterstockbereich darstellen kann. Auch im direkten Vergleich mit den bewährten Methoden, der mechanischen Bodenbearbeitung oder des Herbizideinsatzes konnte sich die Behandlung mit Strom bewähren. Bereits nach der ersten Anwendung sind Erfolge sichtbar, diese werden mit zunehmender Behandlungshäufigkeit größer. Die Anzahl der Beikraut-

arten und die aktive Biomasse kann deutlich reduziert werden. Da die Ergebnisse in Bezug auf die Versuchsvarianten sehr unterschiedlich sind, kann zum aktuellen Zeitpunkt noch keine genaue Aussage getroffen werden, welche Behandlung den größtmöglichen Erfolg bringt. Dennoch hat auch das Electroherb-Verfahren Schwierigkeiten in der Bekämpfung von Problemunkräutern wie Quecke und Weißer Gänsefuß. Zu beachten ist die Aufwuchsstärke der Beikräuter, sowie die Witterung und die damit einhergehende Anzahl der Behandlungen für einen erfolgreichen Einsatz im Weinberg. Weitere Versuche in den nächsten zwei Jahren sollen vor allem diese Punkte aufnehmen und genauer untersuchen. Über den genauen Strombedarf sowie die Kosten des Verfahrens können zum jetzigen Zeitpunkt noch keine Angaben gemacht werden. Die Untersuchungen zur Bodenfauna lassen erkennen, dass es durch das Verfahren keine Auswirkungen auf die im Boden lebenden Tiere gibt. Weitere Untersuchungen hierzu, besonders im Hinblick auf die Abundanz und Biomasse von Regenwürmern, werden von der TH Bingen durchgeführt.



Das Projekt wird gefördert von der Europäischen Innovationspartnerschaft Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit (EIP Agri) und ist Teil des Projektes »E-Herb-RLP«-Implementierung eines Verfahrens zur elektrophysikalischen Vegetationskontrolle (Electroherb-Verfahren) in die rheinland-pfälzische Landwirtschaft zur Reduktion des Herbizideinsatzes und umweltrelevanten Verbesserung der Anbauverfahren.