

# ENTWICKLUNG NACHHALTIGER STRATEGIEN ZUR UNKRAUTREGULIERUNG IM OBSTBAU

Die Regulierung des Unkrauts ist im Obstbau eine der wichtigsten Kulturmassnahmen, da eine unerwünschte Begleitflora negative Folgen auf den Obstbaum haben kann. Welche Auswirkungen mechanische, chemische oder kombinierte Verfahren zur Unkrautregulierung haben, wurde in einem Interreg-Projekt untersucht, das hier vorgestellt wird.

**Teil 1:** Unkrautwachstum, Bodenklima und Bodenleben

Während im Bioanbau auf mechanische Verfahren zur Unkrautregulierung gesetzt wird, werden in der Integrierten Produktion (IP) in der Regel Herbizide eingesetzt. Im Zuge der Bestrebungen nach einer Reduktion des Einsatzes chemisch-synthetischer Wirkstoffe gewinnen mechanische Verfahren auch für die IP zunehmend an Bedeutung. Die Durchführung der Feldversuche erfolgte unter Koordination der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (D) an der Versuchsstation für Obstbau Schlachters (D), am Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee Bavendorf (KOB, D) sowie am Agroscope Standort Wädenswil (CH). Als Praxispartner waren die Marktgemeinschaft Bodenseeobst (D), die Württembergische Obstgenossenschaft (D) sowie die Landwirtschaftskammer Vorarlberg (A) beteiligt.

## Wirkung einzelner Strategien auf das Wachstum der Unkräuter

Bei der Bonitur der Unkräuter in der Anlage wurde die Häufigkeit einzelner Arten, der Bedeckungsgrad in Prozent sowie die durchschnittliche bzw. maximale Wuchshöhe bestimmt. Im Folgenden werden die Ergebnisse zu den einzelnen Geräten und Kombinationen für alle drei Standorte kompakt zusammengefasst. Detaillierte Beschreibungen der Resultate werden in einem Leitfaden Ende Jahr publiziert. Eine abschliessende Bewertung der Verfahren nach drei Jahren Versuchsarbeit wird aber noch nicht möglich sein. Die Wirksamkeit einzelner Massnahmen ist immer von den jeweiligen

Standortbedingungen wie den Niederschlägen oder Bodeneigenschaften abhängig, sodass keine pauschalen, für alle Standorte gültigen Aussagen möglich sind.

**Unbehandelte Kontrolle:** Die Variante ohne Regulierung der Unkräuter während der Vegetationsperiode wies erwartungsgemäss den höchsten Bedeckungsgrad sowie die grösste Wuchshöhe auf. In Schlachters führte die ständige Bedeckung des Bodens mit einem hohen Unkrautbesatz zu Wuchsdepressionen der Bäume sowie zu massiven Ausfällen durch Scher- und Wühlmäuse. Bei Agroscope hingegen konnten bisher keine negativen Auswirkungen in der Altanlage bezüglich Mäusebefall, Wachstum oder Ernte in der Kontrolle festgestellt werden. In der Junganlage in Wädenswil stehen die Resultate noch aus.

**Krümler-solo (ganzjährig):** Selbst bei hohem Unkrautdruck konnte mit dem Krümler eine gute Regulierung erzielt werden. Durch den zweiten Messerkranz mit Taster wird der Zwischenstammbereich gut erfasst und ein sauberer Abschluss zur Fahrgasse geschaffen. Bei etablierten Horsten wird der stammnahe Bereich allerdings nicht optimal erfasst (Abb. 1). Bei alleiniger Bearbeitung mit dem Krümler kann ein einmaliges Nacharbeiten pro Jahr mit der Handhacke im Stammbereich notwendig werden.

**Fadengerät-solo:** Durch die langen Fäden wird der stammnahe Bereich gut erfasst, sodass in allen Varianten, in denen das Fadengerät zum Einsatz kam, auf ein Nacharbeiten mit der Handhacke verzichtet werden konnte. In der Solovariante führte das oberflächliche Abschlagen der Beikräuter zu einem raschen Wiederaufbau-



Abb. 1 a): Krümler: gute Regulierung und sauberer Abschluss zur Fahrgasse; b): Etablierte Unkrauthorste im stammnahen Bereich werden durch die alleinige Regulierung mit dem Krümler nicht optimal erfasst.



fen sowie zur Etablierung einer geschlossenen Grasnarbe. Beim Einsatz des Fadengeräts kann es in Junganlagen und vor allem bei schräg gepflanzten Bäumen zu Stammschäden durch die herabschlagenden Fäden kommen.

**Krümler und Fadengerät:** Diese Standardstrategie aus dem Bioanbau kombiniert die Vorteile beider Verfahren und zeigte insgesamt einen guten Bekämpfungserfolg während der ganzen Vegetationsperiode. Die Nährstoff- und Wasserkonkurrenz während der Blüte konnte durch den Einsatz des Krümlers ausgeschaltet werden.

**Glyphosat und Fadengerät:** Die Bodenbedeckung wird zur Blüte mit dem einmaligen Einsatz von Glyphosat entfernt. In der Folge erreicht die Grasnarbe erst im Sommer eine geschlossene Bodenbedeckung (Abb. 2). Im Vergleich zur Variante Fadengerät-solo konnte die Anzahl Durchfahrten zur Unkrautregulierung um ein bis zwei reduziert werden.

**Rollhacke-solo:** Mit alleiniger Anwendung der Rollhacke konnte keine zufriedenstellende Unkrautregulierung erzielt werden. Der Bereich in der Mitte des Baumstreifens sowie der Stammbereich wurden nicht erfasst und der Regulierungserfolg im bearbeiteten Bereich erwies sich weniger nachhaltig als die Vergleichsvarianten. Selbst bei optimalen Bedingungen sind die Unkräuter im Vergleich zum Krümler rascher aufgelaufen.

**Roll- und Fingerhacke:** Zum Erzielen guter Ergebnisse mit der Gerätekombination Rollhacke und Fingerhacke ist es wichtig, die Behandlungen rechtzeitig durchzuführen (Wuchshöhe der Beikräuter max. 10 cm). Durch die häufigen Überfahrten mit derselben Gerätekombination bildete sich durch die Fingerhacke in der Mitte des Baumstreifens ein Damm (Abb. 3). Bei den weiteren Bearbeitungen konnten die Beikräuter in der Folge nicht mehr optimal reguliert werden.

**Herbizid ohne Glyphosat:** Mit Pelargonsäure statt Glyphosat konnte keine ausreichende Bekämpfung erzielt werden. Der Baumstreifen war teilweise vollständig bedeckt und die Wuchshöhe der Unkräuter erreichte über 30 cm. Zudem zeigte sich, dass die Pelargonsäure hauptsächlich gegen zweikeimblättrige Arten und dort vor allem im Jugendstadium wirkt. Schwierig bekämpfbare Arten wie z.B. der Geissfuss oder die Einjährige Rispse konnten mit Pelargonsäure nicht ausreichend bekämpft werden (Abb. 4a). Eine länger anhaltende Wirkung konnte nur in Kombination mit anderen Wirkstoffen und bei frühem Anwendungszeitpunkt erzielt werden (Abb. 4b).

**Herbizid mit Glyphosat:** In den Herbizidvarianten mit Glyphosat konnte der Baumstreifen fast nahezu frei von Bewuchs gehalten werden. Gleiches gilt für die Kombinationsvarianten Krümler und Glyphosat sowie Glyphosat und Rollhacke mit Fingerhacke.

**Grasskiller:** Das Gerät Grasskiller zeigte eine mit dem Krümler vergleichbare unkrautregulierende Wirkung (Abb. 5). Die Bedeckungsgrade beider Varianten entwickelten sich im Versuchszeitraum weitgehend identisch. Durch die Bearbeitung mit dem Grasskiller verringerte sich jedoch der bearbeitete, von Unkraut freigehaltene Baumstreifenbereich von durchschnittlich 110 cm (Krümler) auf 90 cm. Auch lag der Anteil an Unkrauthorsten im Stammbereich deutlich über dem der Vergleichsvariante Krümler. Nachteile ergaben sich bei diesem Gerät darüber hinaus durch die geringe Fahrgeschwindigkeit (1,5 km/h) sowie durch die Notwendigkeit des mehrmaligen Nachfüllens von Wasser pro Hektar.



Abb. 2: Herbizid und Fadengerät: durch das Fadengerät ist ein permanenter Bedeckungsgrad gegeben.



Abb. 3: Herbizid und Rollhacke mit Fingerhacke: Dammbildung durch die Fingerhacke im Zwischenstammbereich.



Abb. 5: Die Wirkung beschränkt sich beim Grasskiller auf die Arbeitsbreite des Geräts. Ein weiterer Nachteil ist die mangelnde Erfassung von stammnahen Unkräutern und Stockausschlägen.



Abb. 4a): Pelargonsäure zeigt bei stark aufgelaufenen Unkräutern keine Wirkung; b): Vorox (CH nicht zugelassen) und Natrel Mitte April appliziert, Foto Anfang Juli. (Foto: D. Hagel)

Herbizidanwendungen führten zu einer starken Selektion der Unkräuter, sodass nur noch eine geringe Anzahl an Arten zu finden war (vor allem Einjähriges Rispengras, Gemeines Kreuzkraut, Rote Taubnessel, Gemeine Hühnerhirse, Weidenröschen). In den rein mechanisch bearbeiteten Parzellen hingegen konnte mit bis zu 15 Arten das grösste Spektrum an Unkräutern ermittelt werden.

schlagsmenge (Regensensoren), der Wasserspannung (Watermark-Sensoren), des volumetrischen Wassergehalts (10HS-Sensoren) und der Bodentemperatur installiert. Die Sensoren zur Messung der Bodentemperatur und des Wassergehalts wurden in einer Tiefe von 20 cm vergraben, die der Saugspannung in 20 sowie in 35 cm Tiefe. Bei Agroscope sowie am KOB wurde der Wassergehalt mithilfe eines Handmessgeräts (TDR 350, Fieldscout) regelmässig in einer Tiefe von 12 bzw. 15 cm gemessen

**Auswirkungen auf das Bodenklima (Bodenfeuchtigkeit, Bodentemperatur)**

Für die Messung der Bodenfeuchtigkeit wurden in Schlachters in den einzelnen Varianten Messsysteme zur Erfassung der Nieder-

Im Gegensatz zum volumetrischen Wassergehalt lässt die Saugspannung mehr Aussagen über die Pflanzenverfügbarkeit des Bodenwassers zu. Je höher die gemessene Saugspannung, desto trockener ist der Boden. Eine Konkurrenz der Unkräuter mit den

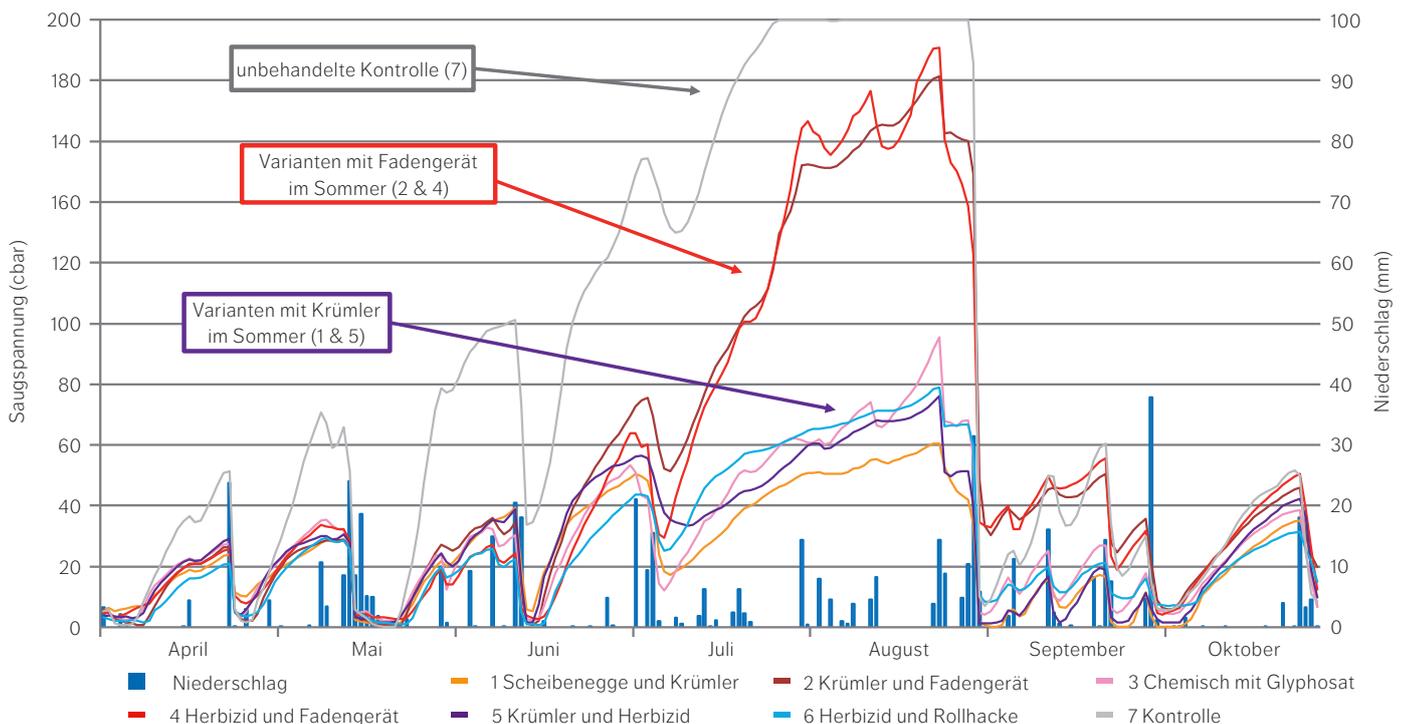


Abb. 6: Verlauf der Wasserspannungskurven (cbar) in 20 cm Tiefe von April bis Oktober 2018 in einer Junganlage der Sorte Jonagold am Standort Schlachters.



Apfelbäumen um Wasser konnte an den Versuchsstandorten vor allem bei trockenen Bedingungen nachgewiesen werden. Wie Abbildung 6 beispielhaft für das niederschlagsarme Jahr 2018 zeigt, war die Kontrollvariante ohne Unkrautregulierung am Standort Schlachters von Anfang Juni bis Ende August 2018 deutlich trockener (hohe Saugspannung) als die Varianten mit Unkrautregulierung, wobei im August das Maximum des Messbereichs der Sensoren erreicht war. Die Varianten, die im Sommer mit dem Fadengerät behandelt wurden, waren 2018 ebenfalls trockener als die Varianten mit Hackgeräten oder Herbiziden. Vergleichbare Ergebnisse nach Einsatz des Fadengeräts zeigten sich auch am KOB und bei Agroscope. Dies kann dadurch erklärt werden, dass bei der Bearbeitung mit dem Fadengerät die Unkräuter oberflächlich abgeschlagen, jedoch nicht ent wurzelt werden. Der permanente wenn auch niedrig gehaltene Bedeckungsgrad des Baumstreifens scheint die Verdunstung des Bodenwassers zu begünstigen respektive durch Wasseraufnahme der wachsenden Unkräuter dem Boden entsprechende Mengen an Wasser zu entziehen. Die bodenbearbeitenden Varianten (bzw. Kombinationen) sowie die Herbizidvariante mit «blankem» Baumstreifen hatten eine höhere Bodenfeuchte zur Folge. Vor allem die Behandlung mit dem Krümmler über die Sommermonate bewirkte durch das regelmässige Hacken eine geringere Verdunstung des Bodenwassers.

Ob die gemessene Trockenheit für die Obstbäume relevant ist, hängt von den Standortbedingungen sowie dem jährlichen Witterungsverlauf ab. In Schlachters und Wädenswil konnten im niederschlagsreichen Jahr 2019 zwischen den Fadengerätvarianten und den sonstigen Strategien keine relevanten Unterschiede beobachtet werden. Am KOB waren die Fadengerätvarianten hingegen in jedem Jahr trockener als die restlichen Varianten. Visuell konnten an den drei Standorten jedoch keine Welkeerscheinungen, z.B. hängende Blätter beobachtet werden.

Die Messungen der Bodentemperatur zeigten in der unbehandelten Kontrolle durch die Bedeckung des Bodens geringere Werte als in den anderen Varianten. So war z.B. in den Monaten Juni und Juli 2019 ein Unterschied zwischen der Kontrolle und der Variante «Krümmler Frühjahr und Herbst und Herbizid Sommer» von 3 °C im Monatsmittel in einer Bodentiefe von 20 cm messbar. Auch wenn die restlichen Varianten nahe beieinander lagen, war festzustellen: Je weniger der Pflanzstreifen begrünt war (z.B. durch Bodenbearbeitung oder Herbizid), umso höher waren die Bodentemperaturen. Ob dies eine mögliche Auswirkung auf das Wachstum und den Ertrag der Bäume hat, z.B. über eine Beeinflussung der Mineralisation im Boden, wird in der SZOW 14/2020 näher beleuchtet.

## Auswirkungen auf das Bodenleben

Die Auswirkungen der Unkrautregulierung auf das Bodenleben wurde mittels Abbau von organischer Substanz als Folge der mikrobiellen Aktivität im Boden erfasst. Als Methode wurde dafür die Teebeutelmethode nach Keuskamp (2013) verwendet, bei der getrocknete und gewogene Teebeutel in einer Tiefe von 20 cm im Boden vergraben werden. Zu definierten Zeitpunkten werden die Beutel ausgegraben und wiederum gewogen. Anhand der Menge des abgebauten Tees können Rückschlüsse auf die Aktivität der Mikroorganismen gezogen werden. Zwar konnte an allen Standor-

ten ein deutlicher Abbau der organischen Substanz (70-90 %) festgestellt werden, jedoch zeigten sich dabei keine Unterschiede zwischen den Varianten. Ob die gewählte Methode für diese Fragestellung zu ungenau ist oder die Verfahren keinen Einfluss auf das mikrobielle Bodenleben hatten, konnte nicht geklärt werden. Um die Auswirkungen einzelner Verfahren der Unkrautregulierung auf das Bodenleben zu bewerten, ist es notwendig, ein breiteres Spektrum der Bodenfauna, z.B. bodenbrütende Insekten im Baumstreifen genauer zu betrachten.

## Auswirkungen auf das Auftreten von Schädlingen und Krankheiten

Eine quantitative Erfassung des Wühlmausbefalls ist im Rahmen von Versuchen schwierig. Die Versuche bestätigten jedoch, dass Baumauffälle durch Wühlmausschäden bei bewachsenem Baumstreifen zunehmen können. So mussten am Standort Schlachters in der unbehandelten Kontrolle mehr Bäume infolge eines Wühlmausschadens gerodet werden als in den sonstigen Varianten. In Wädenswil hingegen wurden in der Gala-Anlage im Vollertrag bei tiefem Mäusedruck keine Baumauffälle verzeichnet. Die Auswertungen in der Junganlage stehen noch aus. Eine Zunahme sonstiger Schädlinge und Krankheiten konnte an keinem der drei Standorte als Folge der verschiedenen Varianten mit Herbiziden oder mechanischer Unkrautregulierung beobachtet werden.

Der zweite Teil der Serie wird sich mit dem Einfluss der Versuchsvarianten auf das Wachstum der Bäume, die Nährstoff- bzw. Stickstoffverfügbarkeit sowie die mikrobielle Biomasse im Boden beschäftigen (SZOW 14/2020). Im 3. Teil werden die Auswirkungen auf den Ertrag, die Lagerung sowie ökonomische Bewertungen beschrieben (SZOW 15/2020). ■



**JOHANNES WERTH**

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT)  
johannes.werth@hswt.de



**THOMAS KUSTER**

Agroscope, Wädenswil  
thomas.kuster@agroscope.admin.ch

### In Zusammenarbeit mit

Dominikus Kitemann und Michael Beck, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf HSWT (D) ■ Esther Bravin, Agroscope (CH) ■ Sascha Buchleither, Michael Zoth und Christian Scheer, Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee Bavendof KOB (D)

### LITERATUR

Keuskamp J. A., Dingemans B.J.J., Lehtinen T. et al.: Tea Bag Index: a novel approach to collect uniform decomposition data across ecosystems. *Methods in Ecology and Evolution*, 2013.