

# Unkraut auf dem Baumstreifen fördert die Bodenfruchtbarkeit ohne Ertragsreduktion

Daniel Gut, Ernst Barben, Walter Riesen und Jasmin Huber, Eidgenössische Forschungsanstalt Wädenswil

*Können Baumstreifen intensiver Apfelanlagen zumindest im Winter verunkrautet bleiben, ohne dass Ertragseinbussen befürchtet werden müssen? Eine Begrünung würde den Boden schützen vor negativen physikalischen Einflüssen - wie sie sich auf Ertrag und Bodenfruchtbarkeit auswirkt, ist Gegenstand des folgenden Beitrags.*

gold auf M9 vf 1990 gepflanzt, in Landquart Golden Delicious auf M9 vf 1991. Die geprüften Verfahren sind aus der Tabelle (S. 658) ersichtlich. Alle besprochenen Parameter wurden mit Standardmethoden erhoben.

## Ständig offener Boden hat auch Nachteile ...

Ganzjährig unkrautfreie Baumstreifen sind aus praktischen Gründen bis heute weit verbreitet. Die Angst vor unkontrollierbaren Mäuseschäden im hohen Unkraut auf den Baumstreifen im Winter sowie die einfach durchführbare und kostengünstige Herbizidanwendung nach der Ernte verhindern, dass sich die Winterbegrünung in der Praxis bisher stärker durchgesetzt hat, obwohl sowohl die schweizerischen als auch die internationalen Richtlinien für die Integrierte Produktion eine Winterbegrünung empfehlen.

Allerdings gibt es verschiedene Hinweise und Untersuchungen, die klar belegen, dass ganzjährig offene Böden langfristig im Vergleich zu bewachsenen schlechtere Bodeneigenschaften aufweisen (Hipps und Samuelson 1991, Merwin et al. 1994). In verschiedenen Kulturen sind - neben Nachteilen - diverse Vorteile von Unkräutern schon erkannt. Auch im Obstbau sind die Fahrgassen ja schon seit Jahrzehnten aus verschiedenen Gründen bewachsen.

Es stellt sich deshalb die Frage, ob nicht auch Baumstreifen bewachsen sein können, um zumindest den Boden zu schützen vor Erosion, Verschlammung und Strukturschäden, und um im Idealfall zusätzlich die Bodenfruchtbarkeit zu erhöhen.

## Hat Apfel eine kritische Periode für Unkraut-Konkurrenz?

Da eine Dauerbegrünung unter ostschweizerischen Bedingungen die Bäume auf schwachwüchsigen Unterlagen meistens zu stark konkurrenziert, stellt sich die Frage, ob wenigstens im Winter eine Verunkrautung tolerierbar ist. Seit 1993 wird abgeklärt, ab wann die Bäume im Frühjahr einen unkrautfreien Baumstreifen benötigen und wie lange diese unkrautfreie Periode mindestens dauern muss, damit die Baumleistung im Ver-

gleich zum ganzjährig unkrautfreien Baumstreifen nicht vermindert wird (kritische Periode der Unkrautkonkurrenz bzw. «Zeitbezogene Schadensschwelle», Gut et al. 1995).

## Versuchsmethodik

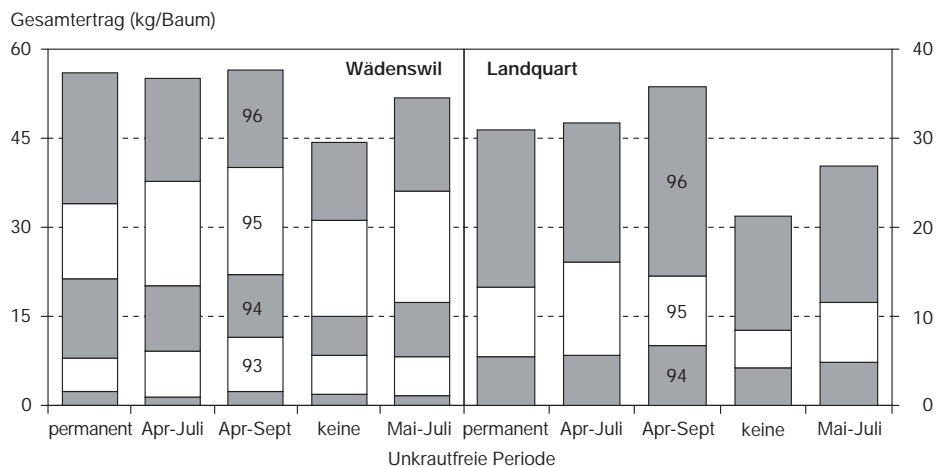
Die hier vorgestellten Versuche wurden in Wädenswil (900 mm Niederschlag während der Vegetationsperiode, sandiger Lehm) und Landquart (500 mm, Lehm) durchgeführt. In Wädenswil wurde Jona-

## Unkraut im Winter reduziert den Ertrag nicht ...

Im Vergleich zum ständig unkrautfreien Verfahren reduzierten Winterbegrünungen den Gesamtertrag nicht, sofern der Baumstreifen während der Blüte wieder bewuchsfrei war (Abb. 1, Verfahren Apr-Juli und Apr-Sept unkrautfrei).

Konkurrenz während der Blüte führte dagegen zu einer deutlichen Ertragsein-

**Abb. 1: Kumulierter Gesamtertrag pro Baum in Abhängigkeit der Dauer der unkrautfreien Periode in Wädenswil (1992-1996) und Landquart (1994-1996).**



**Abb. 2: Kumulierter Ertrag an Früchten 1. Klasse pro Baum in Abhängigkeit der Dauer der unkrautfreien Periode in Wädenswil (1992-1996) und Landquart (1994-1996).**

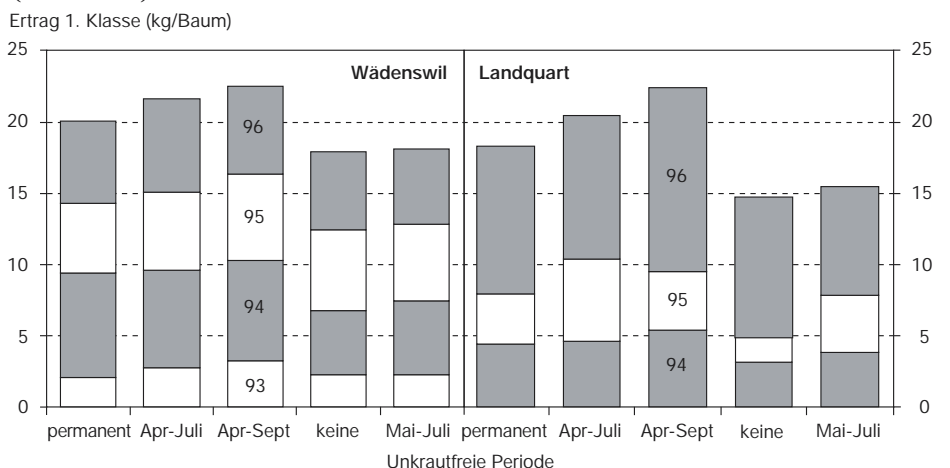




Abb. 3: Das Weidenröschen (*Epilobium* sp.).

busse, auch wenn der Baumstreifen nachher vollständig unkrautfrei blieb bis in den Sommer (Abb. 1, Verfahren Mai–Juli unkrautfrei). Die Blühperiode ist offensichtlich sehr kritisch für den späteren Fruchtansatz.

Auf dauerbegrüntem Baumstreifen reduzierte die Unkraut-Konkurrenz den Gesamtertrag in der Jugendphase der Bäume (Abb. 1, Verfahren «keine unkrautfreie Periode»). Mit der gewählten Unterlage M9 vf war zudem nicht nur die generative Leistung der Bäume reduziert, sondern auch die vegetative. Der Stammumfang als Mass für die vegetative Entwicklung blieb schon kurz nach der Umstellung auf die

### Dauer der unkrautfreien Periode. Geprüfte Verfahren in Landquart und Wädenswil.

Name des Verfahrens	Erklärung
ständig (unkrautfrei)	ganzjährig offener, unkrautfreier Boden (Kontrolle)
nie (unkrautfrei)	ganzjährig verunkrauteter Baumstreifen, im Winter begrünt
Apr–Juli (unkrautfrei)	unkrautfrei von April bis Juli, im Winter begrünt
Apr–Sept (unkrautfrei)	unkrautfrei von April bis September, im Winter begrünt
Mai–Juli (unkrautfrei)	unkrautfrei von Mai bis Juli, im Winter begrünt

Begrünung (zwei Jahre nach der Pflanzung) in seinem Wachstum hinter den anderen Verfahren zurück (Gut et al. 1995).

### ... fördert aber die Qualität!

Auch die Qualität der Früchte wurde durch eine Winterbegrünung nicht negativ beeinflusst - im Gegenteil, sie wurde gefördert (Abb. 2, klassiert nach schweizerischen Qualitäts-Anforderungen). Insbesondere die Ausfärbung wurde durch Begrünungen bei beiden untersuchten Apfelsorten stark verbessert, was allgemein beobachtet wird. Bei Jonagold-Jungbäumen wurde der Anteil übergrosser Früchte durch ganzjährige Begrünung, aber auch durch Winterbegrünungen, die vor der Blüte eliminiert wurden, reduziert. Insgesamt am stärksten wurde die Qualität durch die Ertragshöhe beeinflusst: Diverse Inhaltsstoffe (Zucker, Säure) sowie die Fruchtfleischfestigkeit waren relativ betrachtet vor allem an die Ertragshöhe gekoppelt, weniger direkt an das Begrünungsverfahren.

### Unkraut-Bodenbedeckung und Herbizid-Einsatz

Eine Winterbegrünung kann im Normalfall durch eine Anwendung von Gly-

phosphate zwei bis drei Wochen vor der Apfelblüte rechtzeitig und zuverlässig eliminiert werden (Abb. 4, Verfahren «winterbegrünt», entspricht Apr–Sept). Glufosinate ist dagegen zur Abtötung einer Winterbegrünung weniger geeignet, da immer vorhandene mehrjährige Pflanzenarten wie Gemeines Rispengras, Wiesenrispe, Englisches Raygras, Gundelrebe, Hahnenfuss usw. rasch wieder austreiben (Glufosinate ist ein Kontakt-Herbizid, das nur die direkt von Spritzbrühe getroffenen Pflanzenteile abtötet, jedoch praktisch nicht in die Wurzeln verlagert wird und diese somit auch nicht stark schädigen kann).

Anzahl Herbizid-Anwendungen: Je nach Dauer der unkrautfreien Periode waren in Wädenswil und Landquart sowie an zwei weiteren Versuchsstandorten in Mauren (TG) und Eschikon (ZH) eine unterschiedliche Anzahl Behandlungen mit Blattherbiziden nötig: Bei jungen Bäumen ohne grossen Schattenwurf auf den Baumstreifen waren für die Freihaltung von April bis Juni zwei, von April bis September zwei bis drei Applikationen nötig, je nach Witterung und Wüchsigkeit des Standortes. Mit zunehmender Beschattung durch die Bäume reduzierte sich der Unkrautdruck, so dass ein bis zwei (Apr–Juli) bzw. zwei (Apr–Sept) Applikationen von Blattherbiziden genühten.

Abb. 4: Verlauf der Bodenbedeckung (%; Mittelwert ± Standardfehler) durch natürliche Verunkrautung auf den Baumstreifen in Landquart. Pfeile markieren Herbizid-Einsätze bei den jeweiligen Verfahren. Winterbegrünt entspricht Verfahren «Apr–Sept» unkrautfrei.

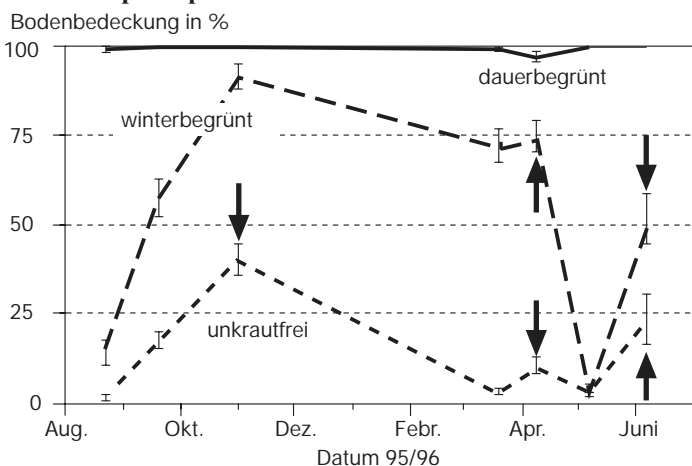


Abb. 5: Erosion und Verschlammung auf Baumstreifen kann durch eine Winterbegrünung entscheidend vermindert werden.



Abb. 6: Zwei Jahre hintereinander Glyphosate als einziges Herbizid genügen, um Weidenröschen-Monokulturen zu selektionieren! Abhilfe kann mit zusätzlichen Herbizid-Wirkstoffen oder nichtchemischen Methoden geschaffen werden.



Abb. 7: Weidenröschen 6 Tage nach Behandlung mit Glyphosate: Die Rotverfärbung ist nur vorübergehend, die Pflanzen wachsen weiter und kommen sogar zur Samenreife. Beachtenswert ist auch die starke Neukeimung zwischen den vorhandenen Rosetten (Keimung nach der Behandlung).

Bei der Kontrolle wurden vorhandene Unkräuter im April mit einem Blattherbizid abgetötet, ca. drei bis sechs Wochen später wurde der Boden mit einem Bodenherbizid versiegelt (Simazin oder Oryzalin/Diuron). War die Verunkrautung im April sehr schwach, wurde erst nach der Blüte eine Kombination von Boden- und Blattherbizid in einem Durchgang ausgebracht. Zusätzlich wurde nach der Ernte im Falle einer stärkeren Verunkrautung meistens Glufosinate appliziert, wie dies in der obstbaulichen Praxis meistens der Fall ist.

Zu beachten ist, dass bei den Verfahren mit Winterbegrünung der Unkrautbewuchs im Herbst unbedingt ein- (Apr–Sept) oder zweimal (Apr–Juli) gemäht oder gemulcht werden muss, damit sich nicht unkontrolliert Mäuse ansiedeln können.

Die Unkrautflora entwickelte sich je nach Verfahren unterschiedlich: Mit Dauerbegrünung dominierten schon im ersten Jahr zwei bis drei Gräserarten, die – durch das Mulchen gefördert – einen dichten Filz bildeten (v.a. Wiesenrispe und Ausläufer-Straussgras). Wurde das Unkraut jährlich mindestens einmal bekämpft, so stellten sich auf dem offenen Boden als erstes verschiedene breitblättrige Samenunkräuter ein, die erst gegen den Herbst hin immer stärker von mehrjährigen wie Gundelrebe, Wiesenrispe, Kriechendem Hahnenfuss oder Weissklee verdrängt wurden. Damit war die Artenvielfalt bedeutend höher als in dauerbegrüntem Baumstreifen. Mit zunehmendem Alter der Bäume nahm bei ausschliesslichem Einsatz von Glyphosate und Wuchsstoffen der Anteil von Moos an der Bodenbedeckung stark zu, was schliesslich die

Etablierung einer Winterbegrünung immer mehr erschwerte. Wurde Glufosinate und insbesondere Diuron eingesetzt, so war der Moosanteil nur unbedeutend.

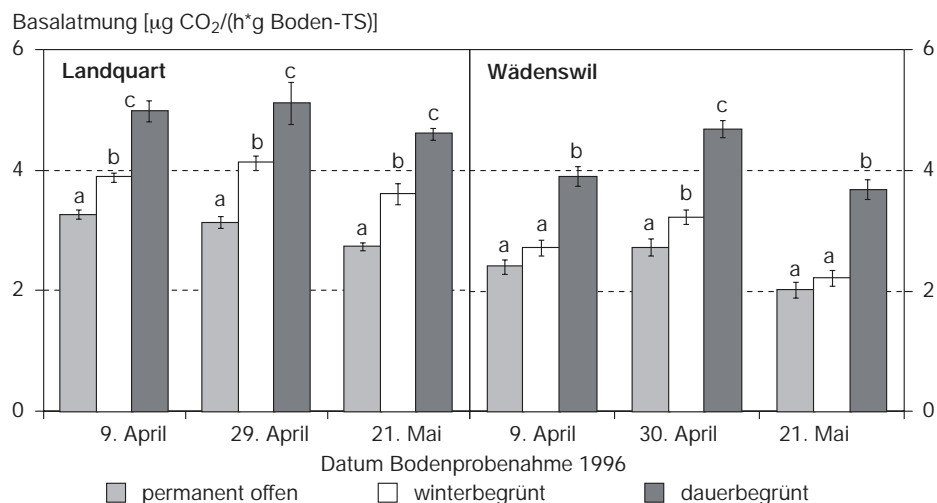
### Wird die Bodenfruchtbarkeit durch Unkraut beeinflusst?

Dass Begrünungen den Boden vor Erosion und Verschlammung schützen und eine günstige Bodenstruktur fördern, zeigten verschiedene Arbeiten, auch für den Obstbau (Hipps und Samuelson 1991, Merwin et al. 1994). Wie sich Winterbegrünungen auf die biologische Aktivität von Böden in Obstanlagen auswirken, ist dagegen unseres Wissens noch nicht gezeigt worden. Diese Frage tauchte unter anderem deshalb auf, weil nach dem Ab-

töten einer Winterbegrünung während der Apfelblüte oft ein etwas höherer Gehalt an mineralisiertem Stickstoff beobachtet wird als bei der schon unkrautfreien Kontrolle (Gut et al. 1995).

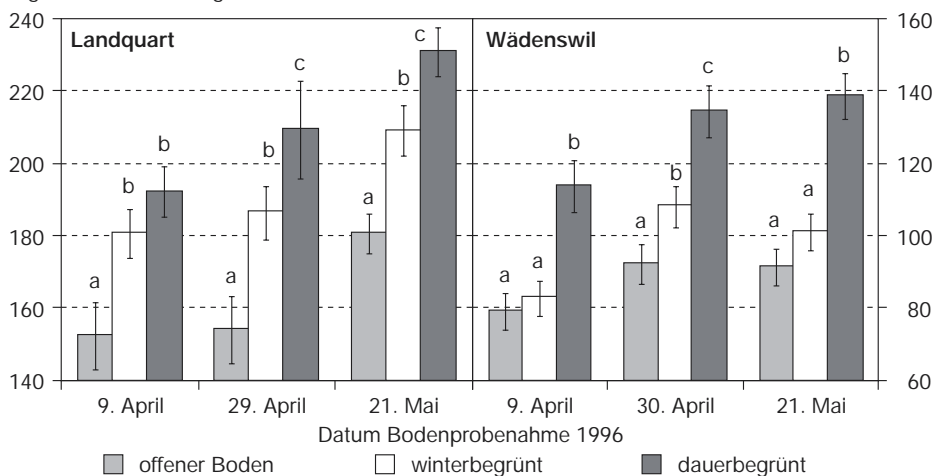
Bodenmikroorganismen spielen eine wichtige Rolle im Nährstoffkreislauf der Böden: Durch ihre Stoffwechselaktivität sind sie zuständig für Um-, Auf- und Abbau organischer Substanzen. Zudem sind sie wesentlich an der Mobilisierung und Immobilisierung anorganischer Nährstoffe beteiligt (Schinner et al. 1993). Nach dem Absterben werden Mikroorganismen sofort wieder mineralisiert, und dadurch freiwerdende Nährstoffe machen einen nicht zu unterschätzenden Anteil der im Boden vorhandenen pflanzenverfügbaren Nährstoffe aus (Anderson und Domsch

**Abb. 8: Basalatmung der Bodenmikroben [ $\mu\text{g CO}_2$  pro Stunde und pro g Bodentrockensubstanz, Mittelwert  $\pm$  Standardfehler] auf den Baumstreifen im Frühjahr 1996. Verschiedene Buchstaben am gleichen Termin bezeichnen statistisch signifikante Unterschiede. Winterbegrünt entspricht Verfahren Apr–Sept unkrautfrei.**



**Abb. 9: Mikrobielle Biomasse [mg Biomasse-C pro 100 g Boden-Trockensubstanz, Mittelwert ± Standardfehler] auf den Baumstreifen im Frühjahr 1996. Verschiedene Buchstaben am gleichen Termin bezeichnen statistisch signifikante Unterschiede. Winterbegrünt entspricht Verfahren «Apr-Sept» unkrautfrei.**

mg Biomasse-C/100 g Boden-TS



1980). Pflanzen sind für ihre Ernährung auf die Stoffwechsel-Leistungen der Bodenmikroorganismen unabdingbar angewiesen.

Die aktuelle biologische Aktivität eines Bodens kann anhand der Bodenatmung erhoben werden. Ein gut strukturierter Boden mit genügend Substrat in Form von organischer Substanz atmet im allgemeinen stärker als ein schlecht durchlüfteter (Schinner et al. 1993). In den vorliegenden Versuchen förderte die Dauerbegrünung sowohl Bodenatmung (Abb. 8) als auch mikrobielle Biomasse (Abb. 9) im Vergleich zu ständig unkrautfreiem Boden. Die Winterbegrünung des Verfahrens «Apr-Sept» lag an beiden Standorten während der ganzen Messperiode zwischen den beiden Extremen. Dies sowohl vor dem Abtöten der Unkräuter am 9. April als auch nach der Herbizidanwendung (Ende April und 21. Mai 96). Durch die Anwendung von Glyphosate kombiniert mit MCP-P/2,4-D wurde die Differenz zwischen dem permanent begrüneten Verfahren ohne Herbizid und dem winterbegrüneten Verfahren nicht grösser, was als Indiz für einen geringen direkten Einfluss dieser Aktivsubstanzen auf das Bodenleben gelten kann. Dies bestätigt die Resultate von Wardle und Parkinson (1992), die für Glyphosate und 2,4-D ebenfalls keine signifikante Beeinflussung von Bodenatmung und mikrobieller Biomasse fanden.

Die biologische Aktivität eines Bodens stellt einen wichtigen Faktor der «Bodenfruchtbarkeit» dar. Eine höhere biologische Aktivität auf einem vergleichbaren Boden weist demzufolge auf höhere Bodenfruchtbarkeit hin. In diesem Sinn zeigte sich deutlich, dass durch eine Winterbegrünung zwar nicht die gleiche Förderung der Bodenfruchtbarkeit möglich ist wie

bei einer Dauerbegrünung, dass aber doch eine deutliche Steigerung vorliegt im Vergleich zum ständig offenen Boden, wie er in der Praxis noch weitverbreitet ist.

### Schlussfolgerung

Baumstreifen in Apfelanlagen können im Winter auch mit schwachwüchsigen Unterlagen ohne Ertragseinbusse verunkrautet bleiben, sofern diese natürliche Begrünung über die ganze Zeit kurz gehalten werden kann (Mäusekontrolle und -Bekämpfung). Dadurch wird der Boden geschützt vor negativen physikalischen Einflüssen und seine Fruchtbarkeit bleibt langfristig besser erhalten als mit offenem Boden.

### Dank

Alfred Husistein, Franz Deck, Hans Höhener sowie Familie Reut danken wir herzlich für ihre Mithilfe und vor allem dafür, dass wir in ihren Obstanlagen diese langjährigen Versuche durchführen durften. Werner Jäggi und Thomas Imhof danken wir bestens für die methodische Unterstützung.

### Literatur

Anderson J.P.E. and Domsch K.H.: Quantities of plant nutrients in the microbial biomass of selected soils. *Soil Sci.* 130, 211-216, 1980.  
 FAW (Herausgeber): Pflanzenschutzempfehlungen für den Erwerbsobstbau. Flugschrift Nr. 121, 1997.  
 Gut D., Barben E. und Riesen W.: Winterbegrünung der Baumstreifen in Apfelanlagen durch natürliche Verunkrautung. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* 131, 608-610, 1995.  
 Haldimann G.: Untersuchungen zur zeitbezogenen Unkraut-Schadensschwelle in Apfelanlagen. Diplomarbeit Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich (unveröffentlicht). 1994.

Hipps N.A. and Samuelson T.J.: Effects of long-term herbicide use, irrigation and nitrogen fertilizer on soil fertility in an apple orchard. *J. Sci. Food Agric.* 55, 377-387, 1991.

Merwin I.A., Stiles W.C. und van Es H.M.: Orchard groundcover management impacts on soil physical properties. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 119, 216-222, 1994.

Schinner F., Ohlinger R. und Kandeler E.: *Bodenbiologische Arbeitsmethoden*. Springer-Verlag, Berlin, 1993.

Wardle D.A. und Parkinson D.: Influence of the herbicides 2,4-D and Glyphosate on soil microbial biomass and activity: a field experiment. *Soil Biol. Biochem.* 24, 185-186, 1992.

### Bekämpfung von Weidenröschen (Epilobium sp.)

Bei ausschliesslicher Anwendung von Glyphosate können sich schon innerhalb von zwei, drei Jahren neue Unkraut-Probleme ergeben. Auch Glyphosate hat einige Wirkungslücken, das heisst Pflanzenarten, die schlecht oder gar nicht bekämpfbar sind.

Für den Obstbau wichtig sind insbesondere verschiedene Weidenröschen-Arten (Abb. 3), die nach einer Glyphosate-Applikation (auch der höchsten bewilligten Dosis) ihr Wachstum nur vorübergehend einstellen und sich rot verfärben (Abb. 7), die aber nach einigen Tagen weiter wachsen und schliesslich versamen. Durch die nächste Glyphosate-Anwendung werden wiederum alle anderen Pflanzenarten eliminiert, und die schon vorhandenen Weidenröschen können sich sehr rasch immer stärker ausbreiten (Abb. 6).

Durch die bisher eingesetzten Kombinationen von Bodenherbiziden (insbesondere Wirkstoff Diuron) und Glufosinate wurden Weidenröschen problemlos bekämpft. Obwohl Weidenröschen in jeder Obstanlage vorhanden sind, fallen sie deshalb bei Einsatz dieser Wirkstoffe nicht weiter auf.

Bekämpfbar sind Weidenröschen durch eine Kombination von Glyphosate mit Wuchsstoff-Herbiziden auf Basis MCP-P/2,4-D anstelle von Glyphosate alleine (genauere Angaben in den Pflanzenschutzempfehlungen für den Obstbau, FAW 1997).