

Umwelt

Begrünungspflege und Biodiversität im Deutschschweizer Rebbau¹

Robert Baur und Daniel Gut, Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau (FAW), CH-8820 Wädenswil
Auskünfte: Robert Baur, e-mail: robert.baur@faw.admin.ch, Fax +41 (0)1 780 63 41, Tel. +41 (0)1 783 63 33

Die Förderung der biologischen Vielfalt ist heute ein Ziel des Schweizer Rebbaus. Massnahmen, um die Biodiversität in Rebparzellen zu erhöhen, werden im Rahmen der Unterstützung des integrierten und biologischen Anbaus teilweise finanziell abgegolten. In der vorliegenden Arbeit untersuchten wir Zusammenhänge zwischen der Intensität der Unterwuchspflege und der botanischen sowie faunistischen Vielfalt. Die Resultate bestätigen, dass die Unterwuchsbewirtschaftung die Biodiversität fördert und gleichzeitig die Rebe optimal mit Wasser und Stickstoff versorgt wird.

Bodenpflege hatte im Rebbau von alters her den Zweck, Unkraut zu bekämpfen und damit dank günstiger Wachstumsbedingungen für die Rebe eine maximale Traubenproduktion zu ermöglichen. Mechanische Unkrautbekämpfung während Jahrhunderten prägte den Weinbau und führte zu einer typischen Flora mit Zwiebelpflanzen und

Annuellen (*Hackflora*). Möglichst weitgehende Unkrautfreiheit während des ganzen Jahres war bis in die 60er Jahre üblich. Mit dem Einsatz von Herbiziden veränderte sich die Flora rasch: Herbizide selektionierten Wurzelunkräuter wie Windenarten oder Quecke (*Agropyron repens*) und zunehmend auch herbizidresistente Unkräuter wie Hirse- und Amaranthus-Arten.

Von der Unkrautbekämpfung zur Unterwuchslenkung

Mit zunehmender Effizienz der Unkrautbekämpfung wurden die negativen Folgen ganzjähriger Unkrautfreiheit immer offensichtlicher: Erosion, Bodenverschlammung nach zu feiner Bearbeitung, Überhandnehmen

Vorteile begrünter Rebbergböden im Vergleich zu offen gehaltenen:

- Problemunkräuter werden zurückgedrängt
- Schutz des Bodens vor Verschlammung und Erosion
- Erhöhte Humusgehalte des Bodens mit günstigen Effekten auf Wasser- und Nährstoffhaushalt des Bodens
- Erhöhte biologische Bodenaktivität
- Gesundheitszustand der Trauben wird verbessert (Botrytisbefall vermindert durch geringe Stickstoffverfügbarkeit im Boden während der Traubenreife)
- Dauerhafte Ansiedelung von Raubmilben als Antagonisten von Schadmilben möglich, dank alternativem Nahrungsangebot in Form von Pollen der Begrünungspflanzen
- Befahrbarkeit der Böden wird verbessert

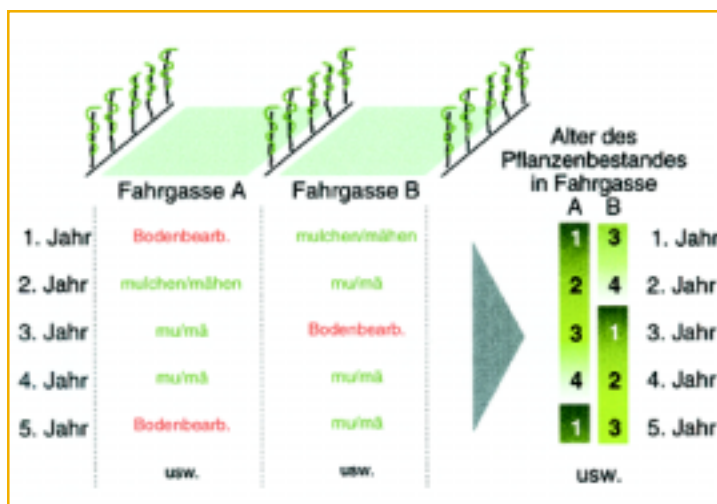


Abb. 1. Frühlingsaspekt einer alternierend bewirtschafteten Rebberg-Begrünung, etwa zur Zeit des Stadiums E der Reben. In den kürzlich gemulchten Fahrgassen sind keine blühenden Kräuter zu finden. In den anderen Fahrgassen dominieren Blüten von Kriechendem Hahnenfuss (*Ranunculus repens*), Margerite (*Chrysanthemum leucanthemum*) sowie Löwenzahn (*Taraxacum officinale*).

schwierig bekämpfbarer Wurzelunkräuter und Herbizidresistenter. Diese Probleme führten zu einer grundsätzlich neuen Beurteilung der «Unkräuter». Durch die Umstellung von engem Stoppelbau mit niedrigem Laubansatz auf Drahtbau mit höherem Ansatz der Rebschosse störte höher wachsendes Unkraut weniger. Neue Geräte ermöglichten eine effizientere Mäharbeit. Gleich-

¹Diese Arbeiten wurden im Rahmen des interdisziplinären Projektes «Ökopilotbetriebe Weinbau» der FAW in den Jahren 1994-99 durchgeführt (E. Boller/Projektleitung, R. Baur/Zoologie, D. Gut/Herbologie, W. Siegfried und E. Holliger/Phytopathologie, P. Basler/Weinbau)

Abb. 2. Einfluss einer fahrgassenweise alternierenden Bodenbearbeitung (hacken oder spaten) auf das Alter des Pflanzenbestandes: Im Jahr nach der Bodenbearbeitung dominieren im jungen Bestand annuelle Kräuter (als Pionierpflanzen). Mit zunehmendem Alter steigt der Anteil an ausdauernden Kräutern und an Gräsern. Benachbarte Fahrgassen weisen so jeweils unterschiedliche Pflanzenbestände auf.



zeitig stiegen die Anforderungen an die Qualität der Trauben, was nur mit niedrigeren Erträgen erreichbar war. All diese Faktoren erhöhten die Toleranz der Praxis gegenüber Unkräutern.

Der Einfluss von Begrünungen wurde in der weinbaulichen Forschung Gegenstand intensiver Untersuchungen. Es zeigte sich, dass die Rebe vor allem von Juni bis August empfindlich auf Konkurrenz um Wasser und Stickstoff reagiert (vgl. in Perret *et al.* 1993). Rasch zeigten sich auch positive Effekte von Begrünungen (siehe Kästchen).

«Unkräuter» als Unterwuchs
Bodenpflege und Unterwuchsenlenkung beschränken sich heute in der Deutschschweiz weitgehend darauf, am Standort natürlich vorhandenen Bewuchs in

Abhängigkeit der Bedürfnisse der Reben zu mähen oder zu mulchen (intensiveres Mähen mit Zerkleinern des liegengelassenen Schnittguts). Wo eine erhöhte Stickstoffzufuhr nötig ist, wird der Boden vor der Blüte der Reben gespatet oder grob gefräst, um die Mineralisation von Stickstoff zu fördern. Parallel zur Optimierung des Wasser- und Stickstoffangebots durch Unterwuchsbewirtschaftung (Perret *et al.* 1993) wurden auch Zusammenhänge zwischen botanischer und faunistischer Vielfalt untersucht - ursprünglich mit der Zielsetzung einer gezielten Nützlingsförderung als Unterstützung direkter Pflanzenschutzmassnahmen (Remund *et al.* 1992; Boller *et al.* 1997). Grosse Erfolge wurden erzielt mit der Bekämpfung von Schadmilben durch Raubmilben, die

dank Begrünungen permanent in Rebbergen angesiedelt werden konnten (Boller und Frey 1990). Weiter wurde gezeigt, dass in Rebbergen mit hoher botanischer Diversität (besonders an ausdauernden Kräutern) die Vielfalt und Abundanz von Arthropodenarten, die weder nützlich noch schädlich sind (Indifferente), ebenfalls höher war als in Rebparzellen mit geringer Pflanzenartenzahl (Remund *et al.* 1992). Dies erlaubt oftmals auch grösseren Nützlingspopulationen das Überleben in Phasen, wo nur wenig Rebschädlinge vorhanden sind.

Das sporadische Spaten der Fahrgassen hat neben der Stickstoffmineralisation auch den erwünschten Nebeneffekt, dass die botanische Vielfalt zumindest erhalten bleibt: In bearbeiteten Fahrgassen dominieren im ersten Jahr annuelle Pflanzen, die erst in den darauf folgenden Jahren im Rahmen der Sukzession wieder abgelöst werden durch vorwiegend ausdauernd wachsende Pflanzen (Abb. 2 und 3).

Heute gängige Bodenpflege

In der Deutschschweiz hat sich folgendes System der Bodenpflege durchgesetzt: Rebberge sind im Allgemeinen mit der natürlichen Begleitflora begrünt. Damit permanent ein Mindestangebot an Blüten vorhanden ist, werden die Fahrgassen alternierend bewirtschaftet, das heisst nicht ganzflächig zum gleichen Zeitpunkt gemäht oder gemulcht (Abb. 1). Die Bodenbearbeitung erfolgt innerhalb eines Jahres nicht ganzflächig, sondern nur in jeder zweiten Fahrgasse (Abb. 2).

Mit diesem System können die Ansprüche der Rebe erfüllt und unter den heutigen Ertragsbeschränkungen qualitativ und quantitativ optimale Erträge produziert werden. Gleichzeitig wird die biologische Vielfalt im Habitat Rebberg gefördert.

Abb. 3. Unterschiedlich bewirtschaftete Bereiche im Unterwuchs erhöhen die botanische Vielfalt: Im regelmässig geöffneten Unterstockbereich dominiert der annuelle Frühblüher Rote Taubnessel (*Lamium purpureum*), während die nur gemähten Fahrgassen von Gräsern dominiert werden.



Umsetzung in Richtlinien zur Integrierten Produktion

Im Bonuspunktesystem der Richtlinien zur Integrierten Produktion im Weinbau für die Deutschschweiz wurde die Erkenntnis, dass eine grosse pflanzliche Vielfalt auch die Fauna fördert, folgendermassen berücksichtigt (vgl. Kontrollprotokolle für die IP im Weinbau 1993-98):

1. Eine hohe botanische Vielfalt (Kräuterartenzahl) wurde durch Bonuspunkte belohnt.
2. Der Kräuteranteil im Unterwuchs wurde auf Kosten der Gräser möglichst hoch gehalten (alle Gräserarten zählten zusammen nur als eine Art), da die Blüten von Kräutern für viele Insekten und Spinnentiere attraktiver sind als Gräserblüten (Remund *et al.* 1992).
3. Eine alternierende Bewirtschaftung der Fahrgassen wurde belohnt.

Dieses System der Integrierten Richtlinien für den Deutschschweizer Weinbau wurde ansatzweise auch in die Direktzahlungsverordnung (1998) aufgenommen, die den Ökologischen Leistungsnachweis regelt und das Element der «Rebflächen mit hoher Artenvielfalt» enthält. Verschiedene der für den Vollzug zuständigen Kantone setzen heute die notwendigen Anforderungen an eine «artenreiche Begleitflora» und deren Pflegeregime ähnlich um wie vorgängig die Richtlinien für die Integrierte Produktion.

Pilotbetriebe, Versuchspartellen und Unterwuchspflege

Ziel der vorliegenden Arbeit war, Zusammenhänge zwischen der Intensität der Unterwuchsbewirtschaftung und der botanischen sowie faunistischen Vielfalt zu untersuchen. Auf elf Betrieben in klimatisch unterschiedlichen Weinbauregionen (Abb. 4) wurde 1994 je eine dauerbegrünte,

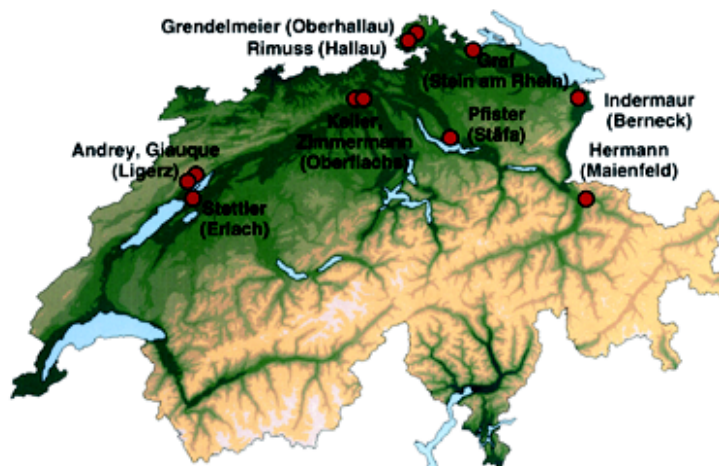


Abb. 4. Standort der elf Versuchspartellen in verschiedenen Reblagen der Deutschschweiz.

bezüglich Bestockung und Unterwuchs möglichst homogene, Rebparzelle ausgewählt (Mindestfläche 0,3 ha). Die von den Bewirtschaftenden durchgeführte, für die jeweiligen Rebbaugebiete typische Unterwuchspflege dieser Parzellen folgte im Wesentlichen dem Schema in Abbildung 2 und bestand aus jährlich mehrmaligem Mähen oder Mulchen (alternierend in benachbarten Fahrgassen) sowie teilweise einem Umbruch durch Hacken oder Spaten alle ein bis zwei Jahre (ebenfalls alternierend). Der Unterstockbereich wurde in einigen Parzellen jährlich einmal mit Blattherbizid behandelt, teilweise aber auch nur gemäht oder gemulcht. Wir wollten abklären, ob auf diesen fortschrittlich bewirtschafteten Parzellen eine weitere Extensivierung einen wesentlichen Beitrag zur Förderung der

Pflanzen- und Insektenvielfalt leisten würde.

Die Parzellen wurden zu Versuchsbeginn zweigeteilt. In einer Hälfte extensivierten wir die Unterwuchspflege leicht, in der anderen blieb sie unverändert («intensiv»). Das Ausmass der Extensivierung durfte Ertrag und Vitalität der Reben nicht beeinflussen und beschränkte sich deshalb auf das Weglassen eines Mäh- oder Mulchdurchgangs, das Ersetzen von Mulchen durch Mähen und/oder eine Erhöhung des Hackintervalls von zwei auf vier Jahre. In beiden Teilparzellen wurden in Dauerbeobachtungsflächen (15-20 m auf ca. 8 m) die Entwicklung von Flora und Fauna verfolgt sowie die Bewirtschaftungsdaten erhoben.

Tab. 1. Resultate der botanischen Erhebungen in den Versuchspartellen

	intensiv	extensiv
a) Veränderung der Anzahl Pflanzenarten 1994 bis 1999 (7 Parzellen, Frühlings- und Sommeraspekt kombiniert)		
Anzahl 1994: Mittelwert (Minimum, Maximum)		53,1 (39, 77)
Anzahl 1999: Mittelwert ± Standardfehler (Minimum, Maximum)	55,8 ± 4,5 (27, 59)	51,2 ± 5,1 (26, 55)
b) Blütenangebot 1997 (9 Parzellen, je 9 Erhebungen von März bis Oktober)		
Saisonaler Mittelwert der Anzahl blühender Arten (Mittelwert ± Standardfehler)	10,4 ± 3,4	11,3 ± 3,1
Deckungsgrad der Blüten in Prozent	6,8 ± 2,3	7,7 ± 2,8

Entwicklung der Anzahl Pflanzenarten

Die durchschnittliche Anzahl vorhandener Pflanzenarten veränderte sich bei unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität von 1994 bis 1999 praktisch nicht (Tab. 1). Je nach Standort ergaben sich bewirtschaftungsbedingt allerdings grosse Schwankungen im Verlauf der Versuchsjahre. Diese Dynamik war vor allem bedingt durch die Bodenbearbeitungen: In den intensiveren Parzellenhälften waren vor den botanischen Aufnahmen 1998/99 mehr Bodenbearbeitungen realisiert worden als in den extensiveren Hälften, was zu einer deutlicheren Differenzierung der Pflanzenbestände in benachbarten Fahrgassen führte und die etwas höheren Artenzahlen bei den Schlusserhebungen (1999) miterklärt. Insgesamt nahm in den intensiveren Parzellenhälften an 4 von 7 auswertbaren Standorten die Artenzahl zu und an 3 Standorten ab. Umgekehrt war bei extensiverer Unterwuchspflege an 2 von 7 Standorten eine deutliche Zunahme, an 4 Standorten eine geringe bis deutliche Abnahme zu verzeichnen.

Saisonaler Verlauf des Blütenangebotes

Im saisonalen Mittel der Anzahl blühender Arten und deren Dek-

kungsgrad unterschieden sich intensiv und extensiv im Durchschnitt aller Standorte nicht (Tab. 1), im Gegensatz zu den Einzelstandorten: An 5 von 9 auswertbaren Standorten wies extensiv eine deutlich höhere Anzahl blühender Arten auf als intensiv, nur an einem Standort war es umgekehrt. Der Deckungsgrad der Blüten (geschätzt als vertikale Projektion der Blüten auf den Boden) zeigte die gleiche Tendenz: Extensiver bewirtschaftete Parzellenhälften wiesen eher eine grössere Bodenbedeckung durch Blüten auf als die intensiveren (an 4 von 9 Standorten deutliche Unterschiede, an zwei Standorten wiesen die intensiveren Hälften leicht höhere Deckungsgrade auf).

Im saisonalen Verlauf des Blütenangebotes unterschieden sich intensiv und extensiv bewirtschaftungsbedingt teilweise stark. Der extremste Unterschied war in einer Parzelle zu verzeichnen, wo der erste Schnitt im intensiven Teil gegen Ende Mai erfolgte, im extensiven Teil Mitte Juni. Dadurch dominierte im extensiven Teil das Einjährige Berufkraut (*Eriogon annuus*) den Blühaspekt im Juni/Juli, während es im intensiven Teil praktisch nicht zur Blüte kam. Der Verlauf des Blütenangebotes ist anhand eines

Beispiels aufgezeigt, wo sich im Durchschnitt der gesamten Beobachtungsperiode Blüten-Dekungsgrad und Anzahl blühender Arten zwischen den unterschiedlich bewirtschafteten Parzellenhälften nicht gesichert unterschieden (Abb. 5). An diesem sommertrockenen Standort wurden in der intensiven Parzellenhälfte jede zweite Fahrgasse zweimal, in der extensiven dagegen nur einmal gespatet und die ungespateten Gassen wurden gemulcht (intensiv) beziehungsweise gemäht (extensiv). Durch die intensivere Bodenbearbeitung war der Anteil des annuellen Persischen Ehrenpreises (*Veronica persica*) bis zum ersten Mulchdurchgang gegen Ende April recht hoch und prägte den Blühaspekt in intensiv. Beim zweiten Anstieg des Blütenangebots im Mai unterschieden sich die Verfahren nur wenig. Die Margerite (*Chrysanthemum leucanthemum*) leistete im Unterstockbereich einen wesentlichen Beitrag zum Gesamtangebot. Ebenfalls überwiegend im sehr extensiv bewirtschafteten Unterstockbereich war die Schafgarbe (*Achillea millefolium*) angesiedelt, die am raschen Wiederanstieg des Blütenangebots im Juli beteiligt war (v.a. in intensiv). Die einzelnen Bewirtschaftungseingriffe waren im vorliegenden Beispiel deshalb nicht so gravierend, weil jeweils benachbarte Fahrgassen völlig unterschiedlich und zeitlich verschoben bewirtschaftet wurden und der Unterstockbereich das Blütenangebot zusätzlich durch seine fromentalwiesen-ähnliche Zusammensetzung abpufferte (Habitatvielfalt, vgl. Gut 1997).

Zusammenfassend zeigte sich, dass durch die Bewirtschaftung zwar der zeitliche Verlauf und die Amplitude des Blütenangebots stark beeinflusst werden können, dass aber für dessen Zusammensetzung, Vielfalt und potenzielle Höhe der Standort

Glossar

Annuelle Pflanzen:	mit einjährigem Zyklus, Vermehrung durch Samen
Abundanz:	Häufigkeit des Auftretens
Arthropoden:	Gliederfüssler (Insekten und Spinnentiere)
Geophyt:	Erdpflanze, die Trocken- und Kältezeiten mit unterirdischen Knospen überdauert
Habitat:	Standort, an dem eine Tier- oder Pflanzenart regelmässig vorkommt
Sukzession:	zeitliche Veränderung der Zusammensetzung einer Gesellschaft von Pflanzen und/oder Tieren in einem Ökosystem
Parasitoide:	Organismen (z.B. Insekten), die sich von einem tierischen Wirt ernähren und ihn im Verlauf ihrer Entwicklung töten
Hymenopteren (<i>Hymenoptera</i>):	Insektenordnung der Hautflügler (z.B. Bienen, Schlupfwespen, Pflanzenwespen)

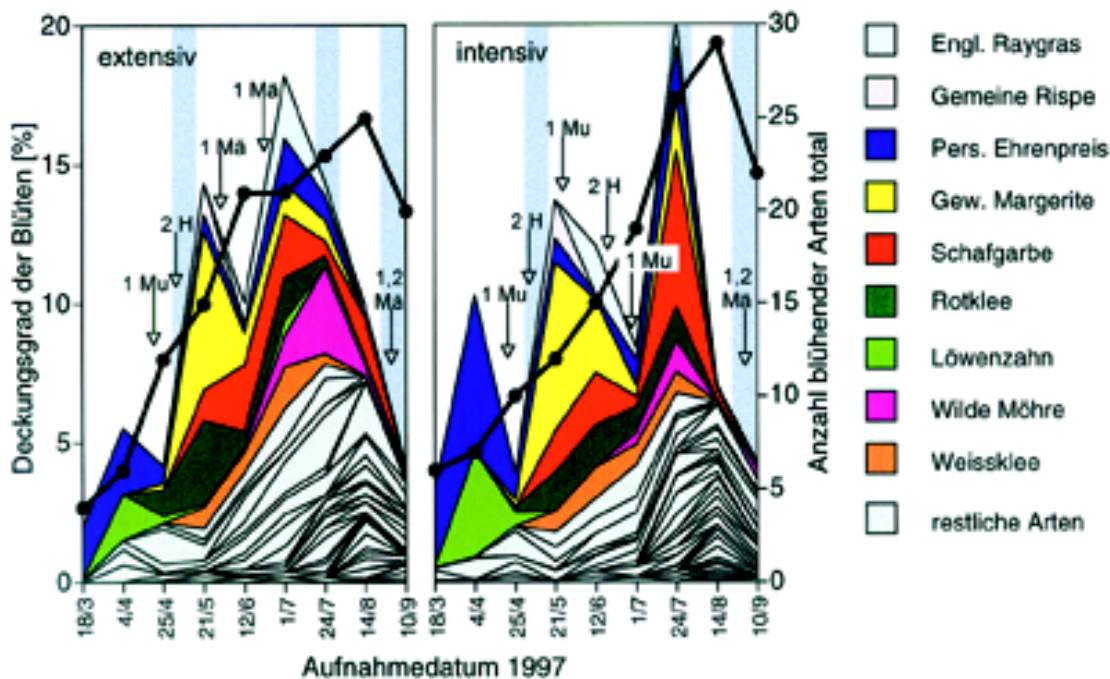


Abb. 5. Parzellenbewirtschaftung und saisonaler Verlauf des Blütenangebots auf der Parzelle Stettler im Jahr 1997 (farbige Flächen, linke Skala = Deckungsgrad der Blüten einzelner Arten; schwarze Linie, rechte Skala = Anzahl blühender Arten total; Pfeile bezeichnen Bodenpflege-massnahmen (Mä = mähen, Mu = mulchen, H = hacken oder spaten), wobei die Zahlen angeben, welche von jeweils zwei benachbarten Gassen bearbeitet wurde. Die jeweils drei hellblauen Balken stellen die Perioden der Gelbfallenexposition dar. Charakteristisch für diese Parzelle waren ein überdurchschnittlich hohes Blütenangebot und geringe Bewirtschaftungsunterschiede zwischen «intensiv» und «extensiv».

und die langfristigen Bewirtschaftungspraktiken einen dominanteren Einfluss ausüben dürften.

Bewirtschaftung und mittlere Dichte ausgewählter Insektengruppen

Ein Teil der Insektenfauna in den Teilparzellen wurde an drei Zeitpunkten im Jahr mit gelben, in der Laubwand exponierten Leimfallen erfasst (Abb. 6). Die Fallen wurden jeweils während den folgenden Entwicklungsstadien der Rebe für zwei Wochen aufgehängt: 2-5 Blätter entfaltet (Stadium E), Nachblüte/Fruchtansatz (Stadium J), Beginn Farbumschlag (Stadium M). Das Auftreten verschiedener Insektenarten und -gruppen wurde mengenmässig erfasst, darunter Rebschädlinge und Parasitoide sowie Räuber mit breitem Beutespektrum (erfasste Arten und Gruppen vgl. Tab. 2). Je nach Betrieb, Jahr und Zeitpunkt der Fallenexposition wurden für bestimmte Insektengruppen grosse Unterschiede zwischen intensiv und extensiv gefunden (Abb. 7). Eine statistische Auswertung der Resultate aller Betriebe ist, nach Jahren getrennt, in Tabelle

2 dargestellt. Mit Ausnahme der Werte für den Rebenthrips im Jahr 1995 und für Zwergwespen 1996 ergaben sich nie gesicherte Unterschiede zwischen intensiv und extensiv. Selbst statistisch nicht gesicherte Trends wurden nur selten festgestellt. Über alle Versuchsjahre und Betriebe betrachtet sind für keine Art oder Gruppe eindeutige Einflüsse der Bewirtschaftungsintensität feststellbar. Es fällt allerdings auf, dass die für einzelne Jahre beobachteten Unterschiede und Tendenzen in ihrer Mehrzahl auf höhere Populationen in den Extensiv-Teilparzellen hinweisen. Dieser schwache Trend könnte in Zusammenhang mit einem tendenziell höheren Blütenangebot in diesen Teilparzellen (wie z.B. 1997 beobachtet, vgl. oben) stehen.

Weshalb beeinflusste die unterschiedliche Bewirtschaftung die mittleren Populationsdichten der untersuchten Insektengruppen nicht stärker? Die botanischen Unterschiede zwischen intensiv und extensiv waren kaum markant genug, um die Nahrungswahl und damit den Aufenthaltsort der untersuchten

Insekten nachhaltig zu beeinflussen. Für grössere mobile Insektenarten («gute Flieger») waren zudem die Teilparzellen möglicherweise zu klein, um die Ausbildung von unterschiedlichen Populationsdichten zu erlauben.

Da die untersuchten Rebparzellen eine für die jeweiligen Reblagen typische Grösse hatten, darf angenommen werden, dass viele mobile Insektenarten durchaus in der Lage sind, in einem Mosaik unterschiedlich bewirtschafteter Parzellen temporäre Habitat-Optima auszunützen, was jeweils lokal zu höheren Abundanzen führen kann. Aktive (Flug) und passive (Verfrachtung) Verbreitung gleichen aber Populationsdichten längerfristig wieder aus.

Habitatsansprüche: Der Effekt von «Bottle-Necks»

Die Adulten vieler parasitisch lebender Mikrohymenopteren sind darauf angewiesen, dass sie in ihrem Habitat sowohl Wirte (andere Insekten) für die Eiablage als auch Nahrung in Form von Pollen oder Nektar finden. Die Bedeutung blühender Kräuter im Unterwuchs für das kleinräu-

Abb. 6. Gelbe Leimfallen (hier der Typ RE-BELL giallo) wirken attraktiv für viele fliegende Insekten und können deshalb zur Beurteilung der lokal vorhandenen Vielfalt verschiedener Insektengruppen eingesetzt werden.



Abb. 7. Beispiel eines Datensatzes von den faunistischen Erhebungen mit Gelbfallen (Betrieb Stettler, 1997).

Daten wurden während den drei phänologischen Stadien E (2-5 Blätter entfaltet), J (Nachblüte/Fruchtansatz) und M (Farbumschlag) erhoben. Erfasst wurden Rebzikaden (RZ), die Gesamtheit aller Thripse (T), Reben-thripse (RT), parasitische Hymenopteren mit Körperlänge über 3 mm (PARA), kleine parasitische Hymenopteren (< 3 mm = para), Mymariden (Mym), Trichogrammatiden (Tri), Syrphiden (Syr), Staphiliniden (Sta), Anthocoriden (Ant) und räuberisch lebende Thripse (Aeolothripidae = Aeo).

mige Auftreten von parasitischen Mikrohymenopteren wurde am Beispiel der Zwergwespen (Mymaridae, potenzielle Ei-parasitoide der Rebzikade, vgl. Abb. 8) an folgender Hypothese überprüft:

i) Die Populationsdichte wird nicht durch das im Mittel vorhandene Nahrungsangebot, sondern vor allem durch Engpässe («Bottle-Necks») bestimmt. Zeitperioden mit sehr geringem Blütenangebot wirken sich deshalb besonders negativ aus. Solche Engpässe sind typisch für viele Deutschschweizer Rebparzellen in der Zeit nach der Löwenzahnblüte im Frühsommer. In Anbetracht

der kurzen Lebensdauer der adulten Parasitoide (einige Wochen) und ihrer beschränkten Mobilität, sollten sich «Bottle-Necks» im Blütenangebot besonders dann auswirken, wenn sie länger als zwei bis vier Wochen dauern.

ii) Im direkten Vergleich benachbarter Teilflächen müssten die grössten Unterschiede in der Parasitoiden-Abundanz dort gefunden werden, wo bei generell geringem Blütenangebot in einer Teilfläche zeitweilig besonders wenig Blüten zu finden sind. Bei höherem Blütenangebot sollten sich Unterschiede zwischen Teilflächen weniger stark auswirken.

iii) Bewirtschaftungseingriffe wie Spaten oder Mulchen treffen vor allem die Larvalstadien der Ei-parasitoide, weil diese nicht mobil sind und mit ihren Wirtseiern zugrunde gehen. Deshalb

sollte jeweils im Zeitraum von ein bis drei Wochen nach einem Eingriff lokal ein Rückgang der Adulten festzustellen sein.

Wie die Beispiele in Abbildung 9 zeigen, wurde das postulierte Phänomen in den untersuchten Rebparzellen mehrfach gefunden. In den ersten beiden dargestellten Fälle sank der Deckungsgrad der Blüten im Mai jeweils unter 5 %. Dies dürfte einem Nahrungsengpass für Nektar- und Pollenkonsumenten entsprechen. In beiden Fällen war die Anzahl der gefangenen Zwergwespen in jener Teilparzelle höher, in der das Blütenangebot zum Zeitpunkt der Fallenexposition sowie in der Periode davor höhere Werte erreichte. In der Parzelle Stettler hingegen sank der Deckungsgrad der Blüten nur kurz unter 5 % und lag in der Zeit der Fallenexposition in

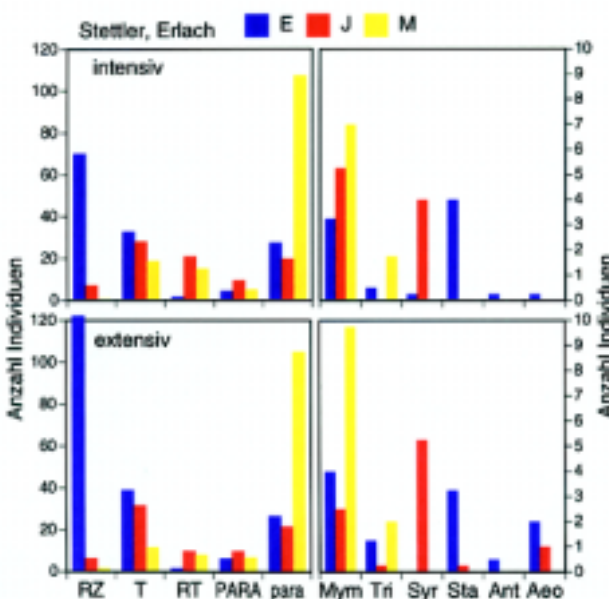
Tab. 2. Unterschiedliche Abundanz (Jahrestotal der Fänge) einzelner Insektengruppen auf Gelbfallen in Intensiv- und Extensiv-Teilparzellen. Die angegebenen Begriffe bezeichnen das Verfahren mit der höheren Abundanz.¹

	1994	1995	1996	1997
Rebschädlinge				
Grüne Rebzikade (<i>Empoasca vitis</i>)				i
Rebenthrips (<i>Drepanothrips reuteri</i>)		extensiv		
Parasitoide				
Zwergwespen (<i>Mymaridae</i>) ²			extensiv	i
Trichogrammen (<i>Trichogrammatidae</i>) ³				e
Total aller parasitischen Hymenopteren				
Räuber mit breitem Beutespektrum				
Marienkäfer (<i>Coccinellidae</i>)		e		ext.
Schwebfliegen (<i>Syrphidae</i>)		e		
Florfliegen (<i>Chrysopidae</i>)			ext.	ext.
Kurzflügler (<i>Staphilinidae</i>)		ext.	e	
Blumenwanzen (<i>Anthocoridae</i>)		int.		
räuberische Thripse (<i>Aeolothripidae</i>)	ext.		i	

¹Ausgeschriebene Begriffe: Unterschiede statistisch gesichert ($P < 0,05$); abgekürzt (int., ext.): Trend ($P < 0,2$); Einzelbuchstaben (i, e): schwache Anzeichen ($P < 0,33$); leere Felder: keine Unterschiede. Test: Wilcoxon-Mann-Whitney mit den jeweiligen Wertepaaren aus Intensiv- und Extensivparzelle jedes Betriebes (für jedes Jahr 9-11 Betriebe).

²Ei-parasitoide der Grünen Rebzikade

³Ei-parasitoide von Lepidopteren und damit Gegenspieler der Traubenwickler (Beispiel in Abb. 9)



beiden Teilparzellen hoch. (vgl. Abb. 5). In dieser Situation wird kein «Bottle-Neck» erwartet und es erstaunt nicht, dass die Anzahl gefangener Mymariden in beiden Teilparzellen relativ hoch liegt.

In acht von elf untersuchten Betrieben wurde bezüglich Blütenangebot eine ähnliche Situation gefunden wie in den ersten beiden Beispielen von Abbildung 9. In fünf dieser acht Betriebe folgte das Verhältnis der gefangenen Zwergwespen klar der Hypothese, in zwei Betrieben wurde die Hypothese tendenziell bestätigt und nur in einem Betrieb lagen die Fänge in der Teilparzelle mit tieferem Blütenangebot leicht höher.

Engpässe im Blütenangebot wirken sich also unmittelbar auf die Populationsdichte von Parasitoiden aus. Wie Resultate aus hier nicht publizierten Versuchen zeigen, erfolgt aber eine rasche Neukolonisierung, sobald bezüglich Nahrung wieder günstige Bedingungen herrschen, zumindest wenn die Flächen mit solchen Engpässen klein sind.

Gute Rebbaupraxis und Ökologie gehören zusammen

Die Unterwuchsbewirtschaftung in Deutschschweizer Rebbergen folgt heute schon Richtlinien, die der Förderung der biologischen Vielfalt Rechnung tragen. Die in den Versuchspartzen durchgeführten Boden- und Begrünungspflegemassnahmen widerspiegeln die in den entsprechenden Rebbaugebieten gängige Praxis. Die Bewirtschaftenden der Versuchspartzen erkannten schnell die arbeitswirtschaftlichen Vorzüge einer Extensivierung der Begrünungspflege und reduzierten deshalb auch die Anzahl Bewirtschaftungsdurchgänge in den Intensiv-Teilparzellen. Dies führte in der Folge zu noch geringeren

Bewirtschaftungsunterschieden zwischen den Teilparzellen als ursprünglich geplant.

Diese geringen Bewirtschaftungsunterschiede wirkten sich nur schwach auf die Zusammensetzung der Flora aus, beeinflussten aber die Dynamik des Blütenangebots. Die festgestellten Trends bestätigen, dass die botanische Vielfalt und wahrscheinlich auch die Arthropoden-Diversität gefördert wird durch die Schaffung möglichst vieler unterschiedlich alter Pflanzenbestände in den verschiedenen Zonen der Begrünung (vgl. Gut 1997 und Abb. 3). Schonende, das heisst nicht zu feinschollige Bodenbearbeitung jedes zweite bis vierte Jahr dient also nicht nur der Steuerung der Stickstoffmineralisation, sondern leistet auch einen wesentlichen Beitrag zur Förderung der botanischen Vielfalt.



Das durchgeführte Programm bestätigt, dass eine Ausrichtung der Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Förderung der Biodiversität kompatibel ist mit den Anforderungen an eine Begrünungspflege, die der optimalen Versorgung der Rebe mit Wasser und Stickstoff Rechnung trägt. Es zeigte sich, dass eine weitere Extensivierung der Unterwuchspflege wohl zu erreichen wäre, aber zur Förderung der Pflanzen- und Insektenvielfalt nicht im Vordergrund steht. Wichtiger ist die zeitlich und räumlich optimale Bewirtschaftung zur Schaffung vieler

Abb. 8. Eine Zwergwespe (*Mymaridae*) der Gattung *Anagrus* misst in der Länge nur etwa 0,3 mm und durchläuft bei sommerlichen Temperaturen eine Generation etwa drei Wochen. Zwergwespen parasitieren Eier einer Vielzahl von verschiedenen Insektengruppen. *Anagrus*-Arten sind bekannt als Parasitoiden von Kleinzikaden, zu denen auch die Grüne Rebzikade (*Empoasca vitis*) zählt.

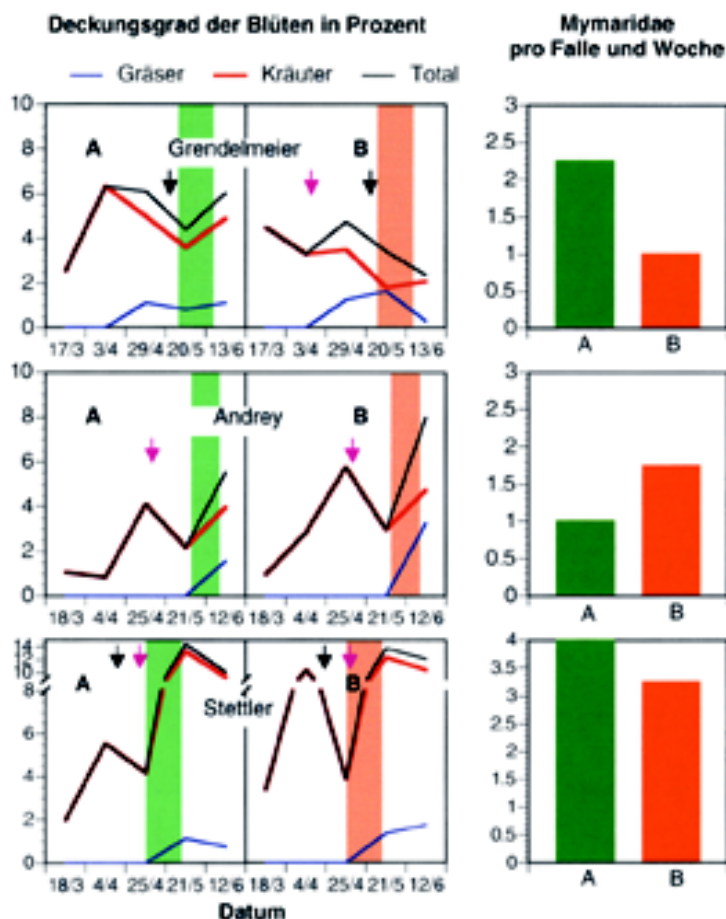


Abb. 9. Einfluss von Engpässen («Bottle-Necks») im Blütenangebot in der Unterwuchsv egetation auf die Abundanz von Zwergwespen (*Mymaridae*). Daten der Partzen Grendelmeier, Andrey und Stettler. A und B bezeichnet die beiden benachbarten Teilparzellen. Die Balken in den Graphiken mit dem Blütenangebot stellen die Zeitperiode der Gelbfallen-Exposition dar. Violette Pfeile: Hacken oder Spaten, schwarze Pfeile: Mähen oder Mulchen.

verschiedener Pflanzenbestände und eines permanenten Blütenangebotes.

Aus ökologischer Sicht ist die kleinparzellierte Struktur vieler Deutschschweizer Reblagen positiv zu werten. Ein kleinräumiges Mosaik an unterschiedlich bewirtschafteten Begrünungen schafft eine Vielfalt an Habitaten, zwischen denen für Flora und vor allem Fauna ein dynamischer Austausch möglich wird. Selbst Parzellen mit häufiger Bodenbearbeitung, wie sie zur Erhaltung von Lebensräumen für die heute gefährdete Hackflora mit Zwiebelgeophyten nötig wäre (Arn *et al.* 1997), hätten in diesem Mosaik ihren Platz. Diesen Folgerungen sollten künftige Richtlinien für Ökobeiträge Rechnung tragen.

Dank

Die Autoren danken den Winzern E. Andrey, E. Giauque, R. Grendelmeier, A. Graf, U. Hermann, F. Indermaur, R. Keller, W. Pfister, S. Rüdiger, P. Stettler und K. Zimmermann für die hervorragende Zusammenarbeit sowie O. Holzgang (Flora), G. Wyss (Datenanalyse) und dem verstorbenen U. Remund (Fauna, Bilder) für ihren grossen Beitrag zu dieser Arbeit.

Literatur

■ Arn D., Gigon A. und Gut D., 1997. Frühjahrs-Zwiebelgeophyten in Rebbergen der Nordostschweiz: Artenschutz und naturnaher Weinbau. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* **6**, 65-74.

■ Boller E. und Frey B., 1990. Blühende Rebberge in der Ostschweiz: 1. Zur Bedeutung des Pollens für die Raubmilben. *Schweizerische Zeit-*

schrift für Obst- und Weinbau **126**, 401-405.

■ Boller E.F., Gut D. and Remund U., 1997. Biodiversity in Three Trophic Levels of the Vineyard Agro-Ecosystem in Northern Switzerland. *Ecological Studies* **130**, 299-318.

■ Gut D., 1997. Rebbergflora: Von der Unkrautbekämpfung zur Förderung der botanischen Vielfalt. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **133**, 248-251.

■ Perret P., Weissenbach P., Schwager H., Heller W.E. und Koblentz W., 1993. «Adaptive nitrogen management» - a tool for the optimisation of N-fertilisation in vineyards. *Viticultural and Enological Sciences* **48**, 124-126.

■ Remund U., Gut D. und Boller E.F., 1992. Beziehungen zwischen Begleitflora und Arthropodenfauna in Ostschweizer Rebbergen. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **128**, 527-540.

RÉSUMÉ

Enherbement et biodiversité dans la viticulture suisse alémanique

En Suisse alémanique, les surfaces entre les rangées de vignes sont souvent couvertes par une végétation herbeuse spontanée. De 1994 à 1999, le rapport entre l'intensité de l'entretien des sols et la diversité de la faune et de la flore a été examiné sur onze exploitations dans des régions viticoles différentes. Dans chaque exploitation viticole, une parcelle homogène au niveau botanique fut partagée en deux. Une moitié fut travaillée de manière légèrement plus extensive (sans pertes de rendement ou de qualité), l'autre restait inchangée (intensive).

Le nombre d'espèces de plantes et leur composition moyenne ont peu évolué en six ans de traitement différent. Par contre, au niveau des demi-parcelles, de grandes fluctuations furent notées en fonction des modes de culture de la couche herbeuse. On observe une évolution des plantes annuelles vers des plantes pérennes avec le temps après le bêchage et le binage. La diversité botanique peut donc être augmentée en alternant les travaux du sol entre les rangées de vigne, ce qui offre simultanément des stades de succession différents. La floraison était nettement influencée par le choix du moment des mesures de culture.

En posant des pièges à glu jaunes dans le feuillage, les groupes suivants d'insectes furent relevés trois fois par an: les ravageurs (*Empoasca vitis*, *Thrips* spp.), les parasitoïdes (*Mymaridae*, *Trichogrammatidae* etc.) et les prédateurs généralistes (*Syrphidae*, *Coccinellidae* etc.). Les différences entre les parcelles étaient petites mais une tendance vers une abondance plus élevée fut observée dans les parcelles à culture plus extensive. On a pu démontrer que des périodes pauvres en fleurs font diminuer les populations de *Mymaridae* (les adultes se nourrissent de pollen et de nectar). Nos résultats confirment qu'une culture qui favorise la biodiversité est compatible avec un entretien des surfaces herbeuses qui permettent une nutrition optimale de la vigne.

SUMMARY

Vegetation management and biodiversity enhancement in vineyards

Vineyards in Northern Switzerland are covered by spontaneous weed vegetation. From 1994 to 1999, the influence of ground cover management on botanical and faunistic diversity was analysed in vineyards of various wine growing regions. Eleven botanically homogenous vineyards were each split into two plots. One plot each was maintained with the cultivation intensity that had been standard measure by the respective farmer (treatment 'high intensity'). Typically, this practise consisted of mowing or mulching the green cover several times during the growth period (alternating sequence for adjacent alleys), and mechanical soil cultivation (e.g. spading) once every second year. In the second plot (called 'low intensity'), the treatment was slightly less intense (no reduction in yield and vine vigour). Six years of different treatment intensity did not result in significant differences in the average number of plant species found (high int.: 55.8, low int.: 51.2). However, with respect to individual plots, we observed a dynamical succession of plant species from annual to perennial species with increasing time after soil cultivation. Alternating spading of adjacent alleys proved to be an excellent measure to increase botanical diversity in vineyards. The abundance of flowering plants (food source for many insects) greatly fluctuated depending on cultivation measures.

Groups of the arthropod fauna (some pest species, hymenoptera parasitoids, predators) were assessed by exposing yellow sticky traps. Treatment differences were not consistent but several trends suggest that some groups of insects may be more abundant in the low-intensity plots. For the family of *Mymaridae* (minute egg parasitoids) it became evident that a temporal shortage in flowers, representing a bottle neck in food availability, resulted in a temporal decrease of the populations.

Our results confirm that ground cover management in vineyards of Northern Switzerland can combine both objectives, high quality production of wine and enhancement of biodiversity.

Key words: biodiversity, habitat management, habitat diversity, beneficials, parasitoids, weed control, insects, *Mymaridae*