

Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen

Release and establishment of predatory mites for the sustainable control of spider mites in hops

FKZ: 12NA014

Projektnehmer:

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Hopfenforschungszentrum Hüll
Kellerstraße 1, 85283 Wolnzach
Tel.: +49 8442 9257-32
Fax: +49 8442 9257-70
E-Mail: Florian.Weihrauch@LfL.bayern.de
Internet: www.LfL.bayern.de

Autoren:

Jereb, Marina; Weihrauch, Florian

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft.

Die inhaltliche Verantwortung für den vorliegenden Abschlussbericht inkl. aller erarbeiteten Ergebnisse und der daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen liegt beim Autor / der Autorin / dem Autorenteam. Bis zum formellen Abschluss des Projektes in der Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft können sich noch Änderungen ergeben.

Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen



BÖLN-Projekt, Förderkennzeichen 2812NA014

Laufzeit:

01.06.2013 – 31.05.2016

Ausführende Stelle:

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Hopfenforschungszentrum Hüll
Arbeitsgruppe Pflanzenschutz im Hopfenbau (IPZ 5b)
Hüll 5 1/3
85283 Wolnzach

Projektleitung:

Dr. Florian Weihrauch

Projektbearbeitung:

Marina Jereb

Kooperationspartner:

Bioland-Hof Norbert & Markus Eckert GbR
Färberstraße 3, 90542 Eckental-Herpersdorf

Bioland-Hof Georg Prantl jun.
Ursbach 2, 93352 Rohr i. NB

Maria und Johann Ostler
Obere Dorfstraße 1, Oberulrain, 93333 Neustadt a. d. Donau

Alois Widmann
Hüll 3, 85283 Wolnzach

Abschlussbericht

zum 31.05.2016

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft

Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen

BÖLN-Projekt, Förderkennzeichen 2812NA014

Autoren:

Marina Jereb, Dr. Florian Weihrauch
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Hopfenforschungszentrum Hüll
Arbeitsgruppe Pflanzenschutz im Hopfenbau (IPZ 5b)
Hüll 5 1/3
85283 Wolnzach

E-Mail: Florian.Weihrauch@LfL.bayern.de

Kurzfassung

In den Jahren 2013 bis 2015 wurden im Rahmen eines von der BLE geförderten Forschungsprojektes der Einsatz und die Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle an fünf Versuchsstandorten im bayerischen Anbaugebiet Hallertau mit den autochthonen Raubmilben (a) *Typhlodromus pyri* und (b) *Amblyseius andersoni* sowie einer Mischung aus den allochthonen Raubmilbenarten (c) *Phytoseiulus persimilis* und *Neoseiulus californicus* untersucht. Im Fokus des Projektes stand die dauerhafte Ansiedlung der heimischen Art *Typhlodromus pyri*. Dafür wurden in den Fahrgassen Einsaaten von Rohrschwengel *Festuca arundinacea*, einer Grünlandmischung (BQDSM-2a) sowie Erdbeeren als Mischkultur angelegt. Im Zuge der dreijährigen Forschungsarbeiten mit insgesamt 15 Versuchen lieferten nur zwei Versuche eindeutige Ergebnisse. Es stellte sich heraus, dass die effektivste und kostengünstigste Methode der Ausbringung von *T. pyri* zur Bekämpfung von *T. urticae* der Transfer einjähriger Bugruten von Weinreben, die während des spätwinterlichen Rebschnittes anfallen, auf die Hopfenpflanzen ist. Daneben erwies sich der Mix aus *P. persimilis* und *N. californicus* als sehr effektiv. Bei Beprobungen von Rohrschwengel im Frühjahr 2015 und 2016 wurden in geringem Umfang Raubmilben aufgefangen, womit ein erster Beleg erbracht werden konnte, dass Rohrschwengel als Überwinterungsrefugium für Raubmilben dienen kann. Weitere Beprobungen und Beobachtungen sind nötig, um zu diesem Themenkomplex gesicherte Aussagen treffen zu können.

Summary

In the course of a three-year research project from 2013 to 2015, the release and establishment of predatory mites for the control of two-spotted spider mites, *Tetranychus urticae*, was conducted in five hop gardens of the Bavarian 'Hallertau' hop growing region. The species compared were the autochthonous mites (a) *Typhlodromus pyri*, (b) *Amblyseius andersoni* and (c) a mix of the two allochthonous species *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis*. Main objective of the project was the establishment of a permanent population of *T. pyri* in a hop garden by providing the predators with structures for their hibernation by undersown crops. We chose seedings of tall fescue *Festuca arundinacea*, a grassland seed mixture (BQDSM-2a) and strawberries as an intercrop in the wheel lanes. During the three project years, 15 trials were conducted of which however only two yielded meaningful results. We found that the cheapest and most effective way to release *T. pyri* in hops is the transfer of vine cuttings gathered during the pruning of vines in late winter. Besides, the mixture of *P. persimilis* und *N. californicus* proved to be very effective. During samplings of the undersown crop of tall fescue in spring 2015 and 2016, predatory mites were recorded in low numbers. This is evidence that tall fescue can serve as a hibernation quarter for predatory mites. More studies are however needed to give more detailed answers to this thematic constellation.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	5
1.1	Gegenstand des Vorhabens	5
1.2	Ziele und Aufgabenstellung des Projektes, Bezug des Vorhabens	5
1.3	Planung und Ablauf des Projektes	6
2	Wissenschaftlicher und technischer Stand	8
3	Material und Methoden	10
3.1	Versuchsstandorte	10
3.2	Versuchsaufbau und Varianten	11
3.3	Einsatz der Nützlinge	13
3.3.1	<i>Typhlodromus pyri</i>	13
3.3.2	<i>Amblyseius andersoni</i>	14
3.3.3	<i>Phytoseiulus persimilis</i> , <i>Neoseiulus californicus</i> (Mix)	14
3.3.4	<i>Amblyseius cucumeris</i>	14
3.4	Bonituren und Ertragsermittlung	17
3.5	Statistik	17
3.6	Untersaaten	18
3.7	Bestimmung von <i>T. pyri</i>	19
3.8	Methode Austreibeverfahren	19
4	Ergebnisse	20
4.1	Ursbach	20
4.2	Hüll	23
4.3	Großbellhofen	27
4.4	Benzendorf	31
4.5	Oberulrain	37
4.6	Raubmilben	43
4.6.1	Beprobung 2015	44
4.6.2	Beprobung 2016	44
5	Diskussion	45
6	Angaben zum Nutzen und zur Verwertbarkeit der Ergebnisse	53
7	Hinweise auf weitere Fragestellungen	53
8	Zusammenfassung	55
9	Literaturverzeichnis	56
10	Öffentlichkeitsarbeit	59
10.1	Vorträge	59
10.2	Veröffentlichungen	60
10.3	Presseberichte zum Forschungsvorhaben	60

1 Einführung

1.1 Gegenstand des Vorhabens

Die Gemeine Spinnmilbe *Tetranychus urticae* ist einer der beiden Hauptschädlinge des Kulturhopfens, zu dessen Kontrolle auf einem Großteil der Anbauflächen nicht nur in Deutschland, sondern europa- wie weltweit regelmäßig und oft rein prophylaktisch Akarizide eingesetzt werden. Die nachhaltige Spinnmilbenkontrolle durch eine dauerhafte Ansiedlung der Populationen von Raubmilben im Bestand, wie sie in Deutschland z.T. im Wein- oder Obstbau praktiziert wird, war Gegenstand dieses Vorhabens. Im Hopfen werden bei der Ernte die oberirdischen Pflanzenteile fast komplett vom Feld entfernt und somit stehen keine brauchbaren Strukturen für eine Überwinterung der Nützlinge zur Verfügung. Mit Untersaaten in den Fahrgassen wurde versucht geeignete Überwinterungsquartiere zu schaffen, die es ermöglichen eine konstante Population der Raubmilben über mehrere Vegetationsperioden hinweg im Bestand aufzubauen und anzusiedeln

1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projektes, Bezug des Vorhabens

In der ‚Richtlinie zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sowie von Maßnahmen zum Technologie- und Wissenstransfer für eine nachhaltige Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung von landwirtschaftlichen Produkten‘ des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft vom 29. Juli 2015 wird unter Punkt 1.1 (Zuwendungszweck) allgemein aufgeführt, dass über eine Förderung „bedeutsame Wissens- und Erfahrungslücken für nachhaltige Wirtschaftsformen geschlossen ... werden“, um die „Rahmenbedingungen für die Ausdehnung einer ökologisch tragfähigen und ökonomisch existenzfähigen nachhaltigen Landwirtschaft zu verbessern“. Konkreter wird unter Punkt 2.1.2 (Umweltgerechter Pflanzenbau; allgemeine Weiterentwicklung des integrierten Pflanzenbaus und integrierten Pflanzenschutzes) als ‚Gegenstand der Förderung‘ an erster Stelle die „Risikominderung im Pflanzenschutz, insbesondere durch nichtchemische und biologische Pflanzenschutzverfahren“ genannt. Das erklärte Ziel des Vorhabens war es, für die Hopfenbauern – zunächst für ökologisch wirtschaftende, dann schließlich auch für konventionell wirtschaftende Betriebe – eine funktionierende und wirtschaftlich akzeptable, rein biologische Alternative zum regelmäßigen Einsatz von Akariziden bzw. im Öko-Bereich von anderen Spritzmitteln wie Molke oder Schwefel zu entwickeln.

Aus diesem Grund wurden Rohrschwengel *Festuca arundinacea*, Kleinblütiges Franzosenkraut *Galinsoga parviflora* und Große Brennnessel *Urtica dioica* als Untersaaten ausgewählt und auf ihre Überwinterungstauglichkeit für Raubmilben untersucht.

Des Weiteren wurde die Optimierung des Einsatzes gezüchteter Raubmilben hinsichtlich der Ausbringungsmethode, der Freilassungsmenge und des Ausbringungszeitpunkts angestrebt, um eine Standardmethode zu entwickeln die eine zuverlässig wirksame Methode gegen Spinnmilben darstellt. Dabei wurden die autochthonen Raubmilben (a) *Typhlodromus pyri* und (b) *Amblyseius andersoni* eingesetzt, deren dauerhafte Ansiedlung im Fokus stand. Vergleichend wurde eine Mischung aus den allochthonen Raubmilbenarten (c) *Phytoseiulus persimilis* und *Neoseiulus californicus* auf ihre Effektivität im Freiland untersucht.

1.3 Planung und Ablauf des Projektes

Alle geplanten Maßnahmen erfolgten in zwei konventionellen und drei ökozertifizierten Hopfengärten, in Kooperation mit vier Betrieben die einen Teil ihrer Flächen unter praxisüblicher Bewirtschaftung zur Verfügung stellten. Alle notwendigen produktionstechnischen Arbeiten sowie feste und variable Kosten wurden von den Betrieben eingebracht. Qualitäts- und Ertragsverluste, die durch die Versuchsarbeiten verursacht wurden, wurden den Hopfenpflanzern entschädigt.

Die erste Projektsaison mit Beginn im Juni 2013 diente in erster Linie der Anlage der Versuchsflächen mit Aussaat der Untersaaten sowie der Beschaffung der Nützlinge. Die Aussaat in den entsprechenden Parzellen erfolgte zwischen Juni und Juli 2013 durch die jeweiligen Landwirte. Es stellte sich heraus, dass Rohrschwengel unter den gegebenen Umständen nur sehr schlecht keimte und Brennnessel sowie Franzosenkraut wenig geeignet und praktikabel für eine dauerhafte Untersaat waren. Daher wurden im Frühjahr 2014 Anpassungen vorgenommen. Rohrschwengel musste nochmals ausgesät werden, anstatt Franzosenkraut wurde eine Grünlandmischung (BQSM-D2a) gewählt und Brennnessel durch Erdbeeren (*Fragaria x ananassa* cv. Asia) ersetzt. Erst im Frühjahr 2015 in der letzten Saison waren die Untersaaten allesamt gut etabliert, sodass zum ersten Mal planmäßig Beprobungen der Untersaaten stattfinden konnten. Dank einer kostenneutralen einmonatigen Verlängerung des Projektes im Mai 2016 konnte sogar eine zweite Beprobung auch in diesem Frühjahr erfolgen.

Die Ausbringung der Raubmilben mittels unterschiedlicher Methoden und die regelmäßigen Bonituren wurden vom Projektteam des Hopfenforschungszentrums Hüll durchgeführt.

Im Frühjahr 2014 traten Schwierigkeiten mit der Verfügbarkeit von *T. pyri* bei unserem bisherigen Züchter auf. Bis auf weiteres hatten alle kommerziellen Nützlingsanbieter die Zucht von *T. pyri* eingestellt, sodass *T. pyri* nirgends käuflich erhältlich war und eine Ausbringung unterbleiben musste. Kurzfristig wurde stattdessen am Ver-

suchsstandort Oberulrain die heimische Raubmilbenart *Amblyseius cucumeris* eingesetzt. Der Einsatz von *A. cucumeris* wurde im darauffolgenden Jahr nicht weiter verfolgt, da die Prädationsleistung nicht zufriedenstellend war. Alle anderen Maßnahmen konnten jedoch nach Plan erfolgen.

Jahr Quartal	2013			2014				2015				2016	
	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	
Vorarbeiten, Recherche	grün												
Versuchsanlage in den Feldern	grün				grün				grün				
Freilassung von Raubmilben	grün				gelb				grün				
Anlage von Untersaaten	grün				gelb								
Bonituren der Versuchspartellen	grün	grün			grün	grün			grün	grün			
Doldenextraktion Berlese-Trichter		grün	grün			grün	grün			rot	rot		
Versuchsernten		grün	grün			grün	grün			grün	grün		
Bonitur der Untersaaten			rot		rot		rot		grün		grün		
Doldenbonituren			grün				grün				grün	grün	
Auszählung Berlese-Proben			grün				grün				rot	rot	
Erstellung Zwischen-/Endbericht			grün	grün			grün	grün			grün	grün	
Erstellung Projektflyer												grün	
Meilensteine	①	①			①	①			①	②	①		③

① Vorstellung, Diskussion und Evaluierung des Konzepts im AK 'Ökologischer Hopfenbau'; wenn nötig, Modifikation des Konzepts

② Internationale Vorstellung des Konzeptes bei Tagung der 'Scientific Commission IHGC'

③ Gesamtbeurteilung, Festlegung und Vorstellung des Konzepts, u.a. in Hopfenbauversammlungen und über Projektflyer

grün= geplant / durchgeführt gelb= geplant / verändert rot= geplant / nicht durchgeführt

Abb. 1 Balkenplan zur Planung und Durchführung des Projektes

2 Wissenschaftlicher und technischer Stand

Im Verlauf der letzten 20 Jahre wurden am Hopfenforschungszentrum Hüll kontinuierlich Versuche mit Raubmilben durchgeführt. Bereits 1991 wurde der Einsatz der allochthonen Raubmilbenart *P. persimilis* im Rahmen dreier Diplomarbeiten untersucht (HIRSCHBERGER 1991; MÖLLERS 1991; WEIDINGER 1991). Die damaligen Ergebnisse waren jedoch nicht befriedigend, so dass begonnen wurde, Spinnmilben mit der heimischen Raubmilbenart *Typhlodromus pyri* zu bekämpfen (BENKER 1999). Der Einsatz von *T. pyri* erfolgte damals auf Blättern aus Weinlagen oder durch Zukauf bei kommerziellen Züchtern. In diesen Versuchen konnte mehrfach eine effektive Reduzierung der Spinnmilben mit hohen Wirkungsgraden nachgewiesen werden. Jedoch waren die Ergebnisse ebenfalls heterogen, sodass zusätzlich wieder der Einsatz der allochthonen Arten *P. persimilis* und *N. californicus* in den Fokus geriet und damit teilweise hervorragende Bekämpfungsergebnisse erzielt werden konnten (WEIHRAUCH 2005a; ENGELHARD & WEIHRAUCH 2008). Parallel dazu wurde in den darauffolgenden Jahren nach Möglichkeiten gesucht eine dauerhafte Etablierung der Raubmilben in den Hopfengärten zu ermöglichen. Erprobte Varianten waren u.a. die Pflanzung von Weinstöcken (ENGELHARD & BENKER 1999) oder die Anbringung von Filzbändern an Hopfenmasten (WEIHRAUCH 2003, 2005a; ENGELHARD & WEIHRAUCH 2005). Diese Maßnahmen zeigten jedoch keinen Erfolg. Die Filzstreifen dienten höchstens zur Ansiedlung von Spinnmilben, wurden von den Raubmilben jedoch nicht angenommen. In Versuchen aus den Jahren 2004-2007 wurde erstmals ein Nachweis einer erfolgreichen Überwinterung erbracht. Aus damaligen Beobachtungen ging hervor, dass auf Brennesselpflanzen entlang eines Hopfengartens eine dichte Raubmilbenpopulation existierte, die dort offenbar überwintern konnte (WEIHRAUCH 2008). Dies führte zu der Annahme, dass Brennesseln ein wichtiges Refugium für Raubmilben darstellen könnten, so dass auf die damaligen Beobachtungen aufbauend für die Versuche 2013-2016 jene als geeignete Untersaat getestet werden sollte.

AGUILAR-FENOLLOSA et al. (2011a, b) führten im spanischen Mandarinenanbau Versuche mit Rohrschwingel *Festuca arundinacea* als Untersaat durch und konnten nachweisen, dass die Spinnmilbenpopulation an der Hauptkultur reduziert auftrat. Ein zweiter Effekt, den AGUILAR-FENOLLOSA et al. (2011c) beobachteten war, dass Rohrschwingel von Raubmilben als Winterquartier und allgemeiner Lebensraum angenommen wurde. Daher wurde im Rahmen dieses Forschungsvorhabens Rohrschwingel als vielversprechendste Untersaat ausgewählt.

SCHWEIZER (1992) konnte belegen, dass manche Beikräuter in Hopfengärten eine Reduktion des Spinnmilbendruckes am Hopfen bewirkten, da sich die Spinnmilben eine gewisse Zeit an diesen Pflanzen aufhielten und erst später auf den Hopfen übersie-

delten. Untersuchungen durch WEIHRAUCH (1997) in der Hallertau mit Kleinblütigem Franzosenkraut *Galinsoga parviflora* als Untersaat konnten bestätigen, dass der Befall des Hopfens in den jeweiligen Parzellen deutlich reduziert wurde.

Versuche von MARKO et al. (2012) zeigten, dass die Diversität und das Vorkommen der Raubmilben im Frühling und Herbst mit der Anwesenheit von blühenden Untersaaten stiegen. Demnach könnten Untersaaten sowohl die Spinnmilbenpopulationen am Hopfen beeinflussen als auch die Abundanz und Diversität von Raubmilben fördern und als natürlicher Lebens- und Überwinterungsraum fungieren.

Leider erwies sich Brennnessel im Lauf der Versuchsjahre im Management ungeeignet und wurde durch eine Grünlandmischung ersetzt, die unter anderem die Gräser Wiesenfuchsschwanz *Alopecurus pratensis*, Wiesenrispe *Poa pratensis* und Wiesen-schwingel *Festuca pratensis* enthält. Diese Gräserpollen spielen nach Untersuchungen von ENGEL (1991) eine wichtige Rolle in der Ernährung von *T. pyri*, da zur Blüte Ende Mai die Pollen fast ausschließlich zur Ernährung genutzt werden. *T. pyri* ist aufgrund seiner Lebensweise in der Lage, über längere Zeit ohne Spinnmilben überleben zu können. Als alternative Nahrungsquellen dienen Pollen verschiedener Süßgräser, Blattgallmilben und Thripse, die wichtige Komponenten der Ernährung im Jahresverlauf sind. Erst nach deren Nutzung kann sich eine hohe Raubmilbenpopulation aufbauen, die dann im Spätsommer Spinnmilbenkalamitäten verhindern kann. In Fraßversuchen im Labor konnte ENGEL (1991) nachweisen, dass Pollen von Wiesenfuchsschwanz als Nahrungsquelle bei *T. pyri* eine hohe Reproduktionsrate zur Folge hatte. Aufgrund dieser Erkenntnisse bestand die Annahme, dass diese Grünlandmischung möglicherweise als alternative Nahrung für *T. pyri* dienen und die Art im Frühjahr anlocken bzw. auch im Bestand halten könnte, wenn noch keine Spinnmilben als Nahrung dienen.

3 Material und Methoden

3.1 Versuchsstandorte

Die Versuche verteilen sich auf fünf Standorte innerhalb der Hallertau und dem Anbauggebiet Hersbruck.

- **Standort Ursbach, Bioland**
 - Tertiäres Hügelland
 - 426 m ü. NN
 - Jahresniederschlag 741 mm
 - Sandiger Boden

- **Standort Hüll, konventionell**
 - Tertiäres Hügelland
 - 465 m ü. NN
 - Jahresniederschlag 825 mm
 - Lehmiger, schwerer Boden

- **Standort Großbellhofen, Bioland**
 - Franken
 - 344 m ü. NN
 - Sandiger Boden; bewässert

- **Standort Benzendorf, Bioland**
 - Franken
 - 344 m ü. NN
 - Jahresniederschlag 571 mm
 - Sandiger Boden; unbewässert

- **Standort Oberulrain, konventionell**
 - Tertiäres Hügelland
 - 354 m ü. NN
 - Sandiger Boden; bewässert

3.2 Versuchsaufbau und Varianten

Die On-Farm Versuche wurden in Großraum-Parzellen angelegt. In Abhängigkeit des jeweiligen Pflanzabstandes in der Reihe umfasste die Größe jeder Einzelparzelle ca. 500 m² (etwa 30 m lang und 20 m breit). Dementsprechend ergab sich folgende Anzahl an Pflanzen bzw. Aufleitungen pro Parzelle:

- Versuchsflächen in Benzendorf, Ursbach und Hüll: 108 Pflanzen, 216 Aufleitungen pro Parzelle
- Versuchsflächen in Oberulrain und Großbellhofen: 126 Pflanzen, 252 Aufleitungen pro Parzelle

Die Versuche wurden im ersten Projektjahr 2013 als einfaktorielle Blockanlagen in vierfacher Wiederholung angelegt. Um Wechselwirkungen und eventuelle Synergieeffekte zwischen Untersaat und Raubmilben feststellen zu können, wurde der Standort Oberulrain in der Versuchsplanung 2014 verändert und als zweifaktorielle Blockanlage angelegt. In Tabelle 1-5 sind die Varianten der einzelnen Standorte in den Versuchsjahren 2013-2015 dargestellt.

Tab. 1 Varianten der Versuchsfläche Ursbach 2013-2015

Ursbach	2013	2014	2015
Var 1	Kontrolle	Kontrolle	Kontrolle
Var 2	<i>T. pyri</i>	Mix (Bohnenblätter)	<i>T. pyri</i> /Rohrschwengel
Var 3	Mix	Mix (Airbug)	Mix

Tab. 2 Varianten der Versuchsfläche Hüll 2013-2015

Hüll	2013	2014	2015
Var 1	Kontrolle	Kontrolle	Kontrolle
Var 2	<i>T. pyri</i> /Rohrschwengel	Rohrschwengel	<i>T. pyri</i> /Rohrschwengel
Var 3	<i>T. pyri</i> /Brennnessel	Brennnessel	<i>T. pyri</i> /Erdbeere
Var 4	<i>T. pyri</i> /Franzosenkraut	Grünland	<i>T. pyri</i> /Grünland
Var 5	-	-	<i>T. pyri</i> /ohne Untersaat

Tab. 3 Varianten der Versuchsfläche Großbellhofen 2013-2015

Großbellhofen	2013	2014	2015
Var 1	Kontrolle	Kontrolle	Kontrolle
Var 2	<i>T. pyri</i> /Rohrschwengel	Rohrschwengel	<i>T. pyri</i>
Var 3	<i>A. andersoni</i>	<i>A. andersoni</i>	<i>A. andersoni</i>

Tab. 4 Varianten der Versuchsfläche Benzendorf 2013-2015

Benzendorf	2013	2014	2015
Var 1	Kontrolle	Kontrolle	Kontrolle
Var 2	<i>T. pyri</i> /Rohrschwengel	Rohrschwengel	<i>T. pyri</i> /Rohrschwengel
Var 3	Mix	Mix	Mix

Tab. 5 Varianten der Versuchsfläche Oberulrain 2013-2015

Oberulrain	2013	2014	2015
Var 1	Kontrolle	Kontrolle	Kontrolle
Var 2	<i>T. pyri</i>	Rohrschwengel	Rohrschwengel
Var 3	<i>A. andersoni</i>	<i>A. cucumeris</i>	<i>T. pyri</i>
Var 4	Mix	<i>A. cucumeris</i> / Rohrschwengel	<i>T. pyri</i> /Rohrschwengel
Var 5	-	<i>A. andersoni</i>	<i>A. andersoni</i>
Var 6	-	<i>A. andersoni</i> / Rohrschwengel	<i>A. andersoni</i> / Rohrschwengel

3.3 Einsatz der Nützlinge

3.3.1 *Typhlodromus pyri*

a) Filzstreifen

2013 stammte *T. pyri* aus einer Zucht des biologischen Labors BIOLA der tschechischen Firma Zemcheba; die Raubmilben wurden auf Filzstreifen Anfang Juni geliefert. (Abb. 2)

In der Saison 2014 war *T. pyri* weder bei unserem bisherigen Züchter noch bei anderen kommerziellen Nützlingsanbietern erhältlich, so dass 2014 keine Ausbringung erfolgen konnte.

2015 konnte mit der Firma BIOFA ein deutscher Anbieter für *T. pyri* gefunden werden. Der Versand erfolgte im Februar auf Filzstreifen. Nachdem im Hopfen zu diesem Zeitpunkt keine brauchbaren Strukturen vorhanden sind, wurden die Filzstreifen für weitere drei Monate bis Ende Mai bei 5-8°C in der Kühlung gelagert.

Die Ausbringungsdichte der Raubmilben auf Filzstreifen lag etwa bei 5.000 Raubmilben/ha. An jeder vierten Aufleitung wurde jeweils versetzt links und rechts im Bifang ein Filzstreifen auf Brusthöhe zwischen die Reben geklemmt.

b) Rebschnitt

In der Saison 2015 wurde eine weitere Möglichkeit zur Ansiedlung von *T. pyri* getestet (Abb. 3). Dabei stellte das DLR Rheinpfalz einjährige Bugruten der Weinreben aus ihren Versuchsanlagen zur Verfügung. In den Knoten der verholzten Triebe befanden sich die überwinterten *T. pyri*. Ende Februar wurden die Bugruten geschnitten, nach Hüll transportiert und bis Ende Mai in der Kühlung bei 5-8°C untergebracht. Die einzelnen Rebschnitte wurden möglichst gleichmäßig in den Parzellen verteilt, wobei an jeder dritten Aufleitung ein „Holz“ zwischen die Hopfenreben geklemmt wurde.

Mithilfe des Austreibeverfahrens wurde die durchschnittliche Anzahl an Raubmilben pro Knoten ermittelt. Die Bugruten wiesen nach dem Schnitt durchschnittlich 37 Raubmilben pro Knoten auf. Nach dreimonatiger Lagerung lag die Mortalität bei ca. 50 %, so dass durchschnittlich 18 Raubmilben pro Knoten überlebt hatten. Insgesamt wurden 900 Rebschnitte (bzw. 1.800 Knoten) in der Versuchsanlage Hüll ausgebracht. Dies entsprach etwa 30.000 Raubmilben/ha.

3.3.2 *Amblyseius andersoni*

a) Tütchen

2013 stammten die eingesetzten *A. andersoni* von der Firma Syngenta und wurden in der Einheit 250 Raubmilben pro Tütchen versandt. Die Ausbringungsdichte betrug 50.000 Raubmilben/ha. In jeder Parzelle wurden punktuell zwölf Tütchen aufgehängt.

b) Streuware

2014 erfolgte die Ausbringung von *A. andersoni* in Streuware durch das „Airbug“-Verblasegerät der Firma Katz Biotech (Abb. 4). Die kalkulierte Aufwandmenge betrug 125.000 Raubmilben/ha, wobei dies 31 Raubmilben pro Aufleitung entsprach.

2015 wurde die gleiche Aufwandmenge beibehalten.

3.3.3 *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus* (Mix)

a) Bohnenblätter

2013 wurde die Ausbringung auf Bohnenblättern erprobt. Die Raubmilben wurden auf Bohnenblätter in Päckchen zu je 5.000 Stück geliefert. Die Bohnenblätter wurden möglichst gleichmäßig von Hand oberhalb des entlaubten Bereiches (ca. 1,60 m) an jeder einzelnen Rebe mit einer Dichte von 50.000 Raubmilben/ha verteilt (Abb. 5).

b) Streuware

2014 wurde die Ausbringungsform mittels Streuware am Standort Ursbach vergleichend dazu genommen. Die Ausbringung der Streuware erfolgte mit dem „Airbug“-Verblasegerät. Die kalkulierte Aufwandmenge betrug 50.000 Raubmilben/ha.

3.3.4 *Amblyseius cucumeris*

Diese Raubmilbenart wurde 2014 als heimischer Ersatz für *T. pyri* am Standort Oberulrain getestet.

Bezogen wurden die Raubmilben von Katz Biotech AG als Streuware, sodass die Ausbringung mit einem „Airbug“-Verblasegerät erfolgen konnte. Dabei wurde die Streuware gleichmäßig Reihe für Reihe in den entsprechenden Parzellen verteilt. Die Ausbringung erfolgte zweimalig im Abstand von drei Wochen in KW 27 und KW 30 mit jeweils 100.000 Raubmilben/ha bzw. 25 Raubmilben pro Aufleitung.



Abb 2 Filzstreifen zur Ausbringung von *Typhlodromus pyri*. Foto: F. Weihrauch



Abb 3 geschnittene einjährige Bugruten von Weinreben zur Ausbringung von *Typhlodromus pyri*. Foto: M. Jereb



Abb. 4 „Airbug“-Verblasegerät zur Ausbringung von *Amblyseius andersoni* als Streuware. Foto: M. Jereb



Abb. 5 Bohnenblätter mit *Phytoseiulus persimilis* und *Neoseiulus californicus*. Foto: D. Eisenbraun

Tab. 6 Ausbringungsmengen der Raubmilben im Versuchsjahr 2013

Ausbringung 2013	Raubmilben/ Einheit	Raubmilben/ha
<i>Typhlodromus pyri</i>	Filzstreifen: 5/Einheit	1000 Filzstreifen/ha = 5000 <i>T. pyri</i> /ha ➤ Jede 4. Aufleitung ein Filzstreifen
Mix	Bohnenblätter: 5.000/Einheit	50.000 Raubmilben/ha ➤ 12,5 Raubmilben/Aufleitung ➤ Bohnenblätter
<i>Amblyseius andersoni</i>	Tütchen: 250/Einheit	50.000 Raubmilben/ha ➤ 2 Tütchen/ Bifang

Tab. 7 Ausbringungsmengen der Raubmilben im Versuchsjahr 2014

Ausbringung 2014	Raubmilben/ Einheit	Raubmilben/ ha
<i>Typhlodromus pyri</i>	Filzstreifen: 5/Einheit	Keine <i>T. pyri</i> zur Verfügung
Mix	Bohnenblätter: 5.000/Einheit Streuware: 1.500/Einheit	50.000 Raubmilben/ha ➤ 12,5 Raubmilben/Aufleitung ➤ Bohnenblätter ➤ Airbug
<i>Amblyseius andersoni</i>	Streuware: 25.000/Einheit	125.000 Raubmilben/ha ➤ 31 Raubmilben/Aufleitung ➤ Airbug
<i>Amblyseius cucumeris</i>	Streuware (2014): 10.000/Einheit	100.000 Raubmilben/ha ➤ 25 Raubmilben/Aufleitung ➤ Airbug

Tab. 8 Ausbringungsmengen der Raubmilben im Versuchsjahr 2015

Ausbringung 2015	Raubmilben/ Einheit	Raubmilben/ha
<i>Typhlodromus pyri</i>	Filzstreifen: 5/Einheit	5.000 Raubmilben/ha
	Rebstöcke: 18 /Einheit	30.000 Raubmilben/ha
Mix	Bohnenblätter: 5.000/Einheit Streuware: 1.500/Einheit	50.000 Raubmilben/ha ➤ 12,5 Raubmilben/Aufleitung ➤ Bohnenblätter ➤ Airbug
<i>Amblyseius andersoni</i>	Streuware: 25.000/Einheit	125.000 Raubmilben/ha ➤ 31 Raubmilben/Aufleitung ➤ Airbug
<i>Amblyseius cucumeris</i>	Streuware (2014): 10.000/Einheit	100.000 Raubmilben/ha ➤ 25 Raubmilben/Aufleitung

3.4 Bonituren und Ertragsermittlung

Zu Beginn der Saison wurden in allen Gärten stichprobenartig Blätter entnommen und auf Befall untersucht. Beim ersten Auftreten von Spinnmilben erfolgte eine vollständige Ausgangsbonitur aller Parzellen. Dazu wurden in jeder Parzelle zehn Pflanzen markiert und im unteren, mittleren und oberen Rebenbereich je ein Blatt entnommen. Anschließend wurden die Anzahl der Spinnmilben- und Raubmilben sowie deren Eier mit dem Fadenzähler gezählt. Auf diese Weise wurde jeder Versuch im zweiwöchigen Rhythmus bis zur Ernte bonitiert.

Um Effekte auf Ertrag und Qualität der einzelnen Maßnahmen feststellen zu können, erfolgte am Ende der Saison eine Ernte (Tab. 9).

Für jede Variante wurde repräsentativ eine Parzelle herausgesucht und dort viermal zehn Reben (zwei Bifänge, jeweils linke und rechte Aufleitungen) entnommen.

Die anschließende Bestimmung der Alphagehalte erfolgte durch die Arbeitsgruppe Analytik am Hopfenforschungsinstitut.

Tab. 9 Erntetermine aller Versuchsflächen 2013-2015

Standort	Erntedatum 2013	Erntedatum 2014	Erntedatum 2015
Oberulrain	04.09.2013	02.09.2014	07.09.2015
Benzendorf	26.09.2013	19.09.2014	03.09.2015
Großbellhofen	13.09.2013	11.09.2014	-
Hüll	-	-	09.09.2015
Ursbach	-	-	-

3.5 Statistik

Pro Parzelle wurde der Spinnmilbenbefall der einzelnen Blätter zusammengefasst, die durchschnittliche Spinnmilbenzahl pro Blatt errechnet und daraus der Mittelwert aller vier Wiederholungen für eine Variante gebildet. Aufgrund der fehlenden Varianzhomogenität wurden die Daten Log- transformiert und anschließend einer einfaktoriellem Varianzanalyse auf einem Signifikanzniveau $p < 0,05$ unterzogen.

Nach Ermittlung der Erträge [dt/ha] und des Alpha-Säuren-Gehalts [%] wurde der Mittelwert aus den vier Wiederholungen einer Variante gebildet und anschließend mit der einfaktoriellem Varianzanalyse mit Signifikanzniveau $p < 0,05$ getestet.

3.6 Untersaaten

In der Saison 2013 konnten sich keine der Untersaaten etablieren.

Daher musste im Frühjahr 2014 an allen Standorten nochmals Rohrschwengel (30 kg/ha) nachgesät werden. Anstelle der Brennnessel erfolgte Ende Mai 2014 die Aussaat der Grünlandmischung per Hand. Franzosenkraut als einjährige Pflanze musste ebenfalls neu angesät werden, die Kosten für das Saatgut überstiegen jedoch den Nutzen. Daher wurden im Herbst 2014 Erdbeerfechser gepflanzt. Infolgedessen hatten sich sowohl in der Saison 2013 als auch in der Saison 2014 noch keine brauchbaren Untersaaten etabliert.

Die ersten Beprobungen des Rohrschwengels auf Raubmilben konnten im Frühjahr 2015 an den Standorten Oberulrain, Ursbach und Hüll (Abb. 6) durchgeführt werden. Die Untersaaten am Standort Benzendorf und Großbellhofen konnten zu keinem Zeitpunkt beprobt werden, da bedauerlicherweise der Rohrschwengel im zeitigen Frühjahr 2015 ohne Absprache mit der Projektleitung eingearbeitet wurde, bevor die Beprobung erfolgt war.

Aus jeder Parzelle wurde eine Mischprobe von ca. 200 g geschnitten, so dass pro Variante etwa 1 kg Rohrschwengel entnommen wurde. Das Schnittgut wurde in Beutel gepackt und gekühlt nach Hüll transportiert, um dort anschließend über Nacht in der Berlese-Apparatur gedarrt zu werden (Abb. 7). Die darauf befindlichen Arthropoden wurden in Ethanol (70 %) aufgefangen und unter dem Binokular analysiert.



Abb. 6 gut etablierter Rohrschwengel in der Fahrgasse am Standort Hüll nach der Hopfenernte 2014; Foto: M. Jereb



Abb. 7 Berlese-Apparatur mit Rohrschwengel zur Erfassung von Raubmilben; Foto: F. Weihrauch

3.7 Bestimmung von *T. pyri*

Um im Nachhinein bestimmen zu können, welche Arten sich auf den Untersaaten befanden, bzw. ob es sich überhaupt um *T. pyri* handelte, war eine exakte Bestimmung unabdingbar. Nachdem die Untersaaten über Nacht in der Berlese-Apparatur verblieben waren, wurden die Fläschchen mit Alkohol unter dem Binokular untersucht. Alle Milben, die sich darin befanden, wurden separiert. Für die Durchlichtbetrachtung wurden die Milben aufgeheilt, indem Milchsäure in einem Becherglas auf einer Wärmeplatte bei 200°C erwärmt und die Milben darin ca. 20 Minuten erhitzt wurden. Nachdem die Milchsäure abgekühlt war wurde die zu bestimmende Milbe unter einem Durchlichtmikroskop mit 400-facher Vergrößerung betrachtet. Aufgrund der enormen Vielzahl an Milben, wurde bei der Determination der Fokus lediglich auf *T. pyri* gerichtet. Wies die vorliegende Milbe nicht die entsprechenden Merkmale von *T. pyri* auf, wurde das Tier verworfen und nicht weiter bestimmt.

3.8 Methode Austreibeverfahren

Um feststellen zu können wie viele Raubmilben sich auf den Filzstreifen bzw. Rebstücken befanden wurde das Austreibeverfahren angewendet. Hierzu wurde ein Glastrichter in eine Halterung eingespannt. In den Trichter wurde ein Glasteller eingesetzt auf dem sich pulverförmiges Dichlorbenzol befand. Der Glastrichter selbst wurde gut abgedichtet. Unterhalb des Glastellers wurden die Rebstöcke, bzw. Filzstreifen gegeben. Am Ende des Trichterkolbens wurde eine Flasche mit Ethanol (70 %) angeklemt. Aufgrund der Gase durch das Dichlorbenzol die sich im Trichter bildeten, wanderten die Raubmilben nach unten ab und wurden im Alkohol aufgefangen. Die Konstruktion wurde unter dem Abzug aufgebaut und über Nacht stehen gelassen.



Abb 8 Trichterkonstruktion mit Rebstücken zum Austreiben von *T.pyri*; Foto: M. Jereb

4 Ergebnisse

4.1 Ursbach

4.1.1 Ursbach 2013

Wie in Abbildung 9 ersichtlich ist, baute sich am Standort Ursbach in der Saison keine Spinnmilbenpopulation auf, die Unterschiede zwischen den einzelnen Maßnahmen erkennen ließ. In allen Varianten blieben die Zahlen unter einer Spinnmilbe pro Blatt. In KW 35 zur Abschlussbonitur lag die höchste durchschnittliche Spinnmilbenzahl bei 0,6 Spinnmilben pro Blatt in der Variante *T. pyri*.

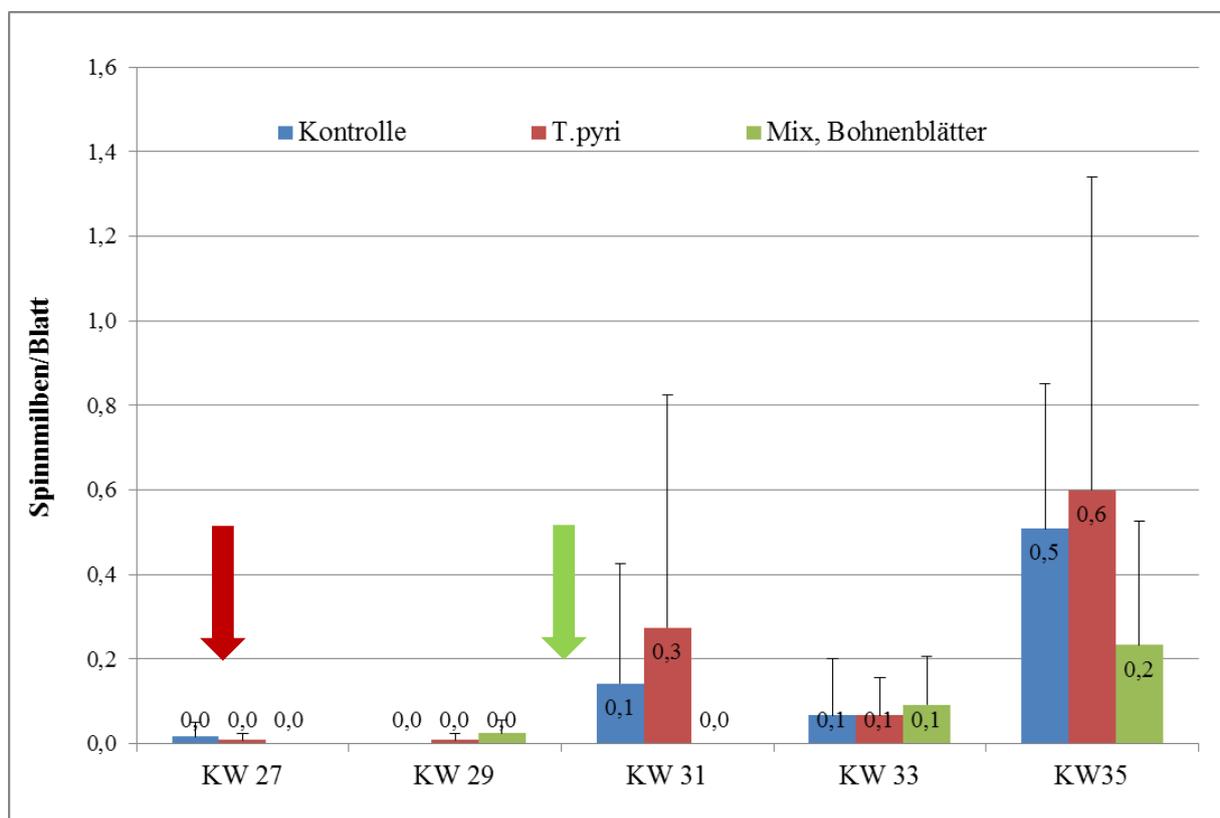


Abb. 9 Befall 2013 (Spinnmilben pro Blatt; n=120) am Standort Ursbach, Sorte Hallertauer Tradition. (Roter Pfeil: Raubmilbeneinsatz *T. pyri*; grüner Pfeil: Mix). Keine signifikanten Unterschiede (ANOVA, $p=0,5$)

4.1.2 Ursbach 2014

Die Ausbringung der Raubmilben erfolgte in KW 27 bei vereinzelt auftretenden Spinnmilben. Im Verlauf der Saison schwankten die Spinnmilbenzahlen in allen Varianten auf sehr geringem Niveau zwischen durchschnittlich 0 und 0,9 Spinnmilben pro Blatt. Zur Abschlussbonitur in KW 35 wurden maximal 1,7 Spinnmilben in der Kontrollparzelle bonitiert (Abb. 10). Zu keinem Boniturtermin konnten statistische Unterschiede zwischen den Varianten nachgewiesen werden.

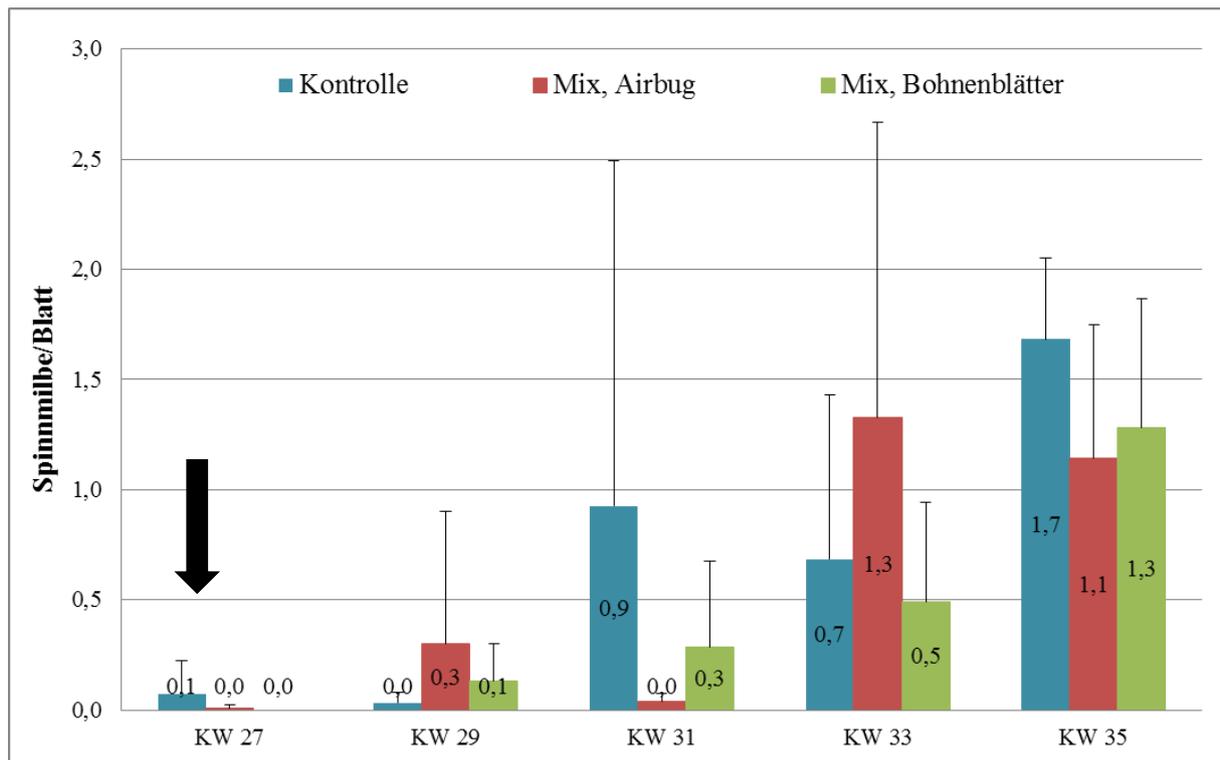


Abb. 10 Befall 2014 (Spinnmilben pro Blatt; n=120) am Standort Ursbach, Sorte Halbertauer Tradition. Schwarzer Pfeil: Nützlingseinsatz in allen Varianten. Keine signifikanten Unterschiede (ANOVA, $p = 0,4$)

4.1.3 Ursbach 2015

Das Ausgangsniveau zum Einsatzzeitpunkt der *T. pyri* in KW 23 lag einheitlich bei 0 Spinnmilben pro Blatt. Der Mix wurde in KW 25 eingesetzt, als ein leichter Erstbefall erkennbar wurde. Bis zur Abschlussbonitur in KW 35 stieg die Population mit maximal vier Spinnmilben pro Blatt in der Kontrolle geringfügig an (Abb. 11). Auch 2015 wurden keine statistischen Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten nachgewiesen. Während der Versuchslaufzeit wurden in allen Varianten, also auch in der Kontrolle, vereinzelt Raubmilbeneier gezählt. Das Niveau lag unter einem Raubmilbeneier pro Blatt.

Ab dem dritten Boniturtermin waren auch Raubmilbeneier in der Kontrolle anzutreffen, wobei hier eine natürliche Dispersion stattfand. Allgemein war die Anzahl der gezählten Eier jedoch gering, das Niveau lag bei 0,09 Eiern pro Blatt.

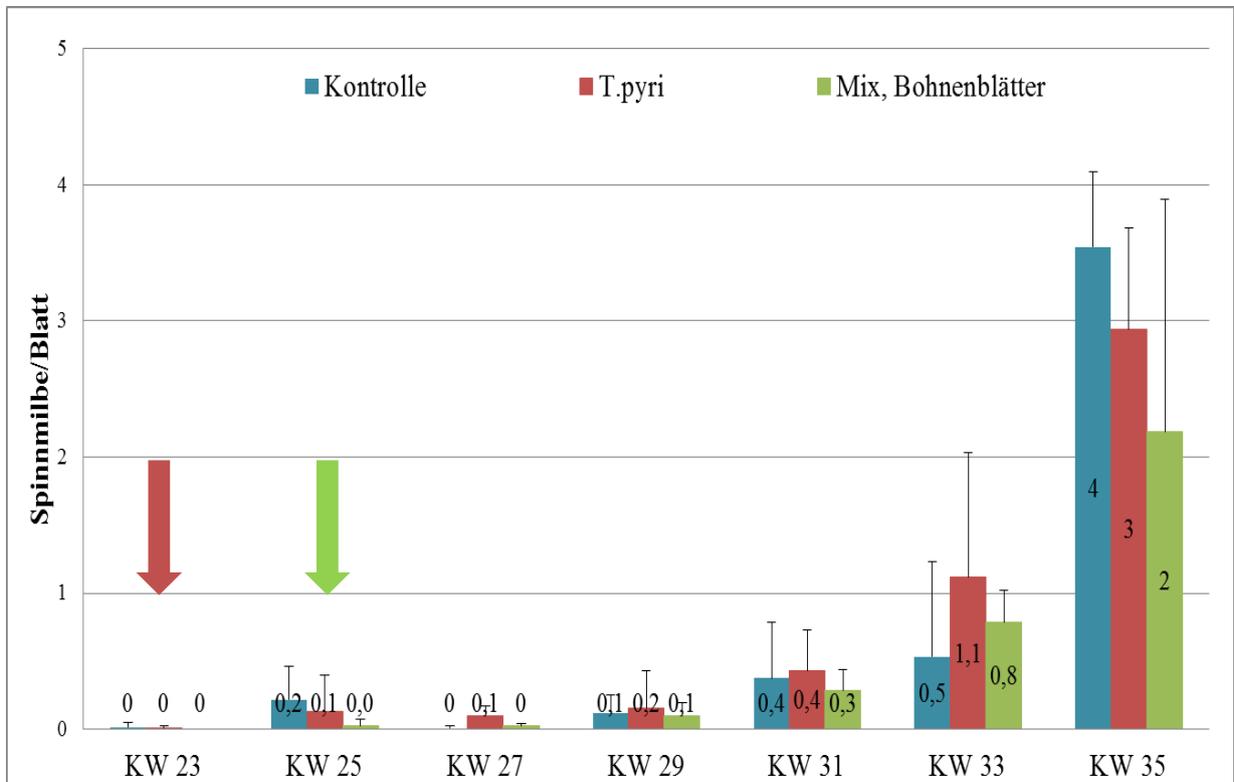


Abb. 11 Befall 2015 (Spinnmilben pro Blatt; n=120) am Standort Ursbach, Sorte Hal-lertauer Tradition. (Roter Pfeil: Raubmilbeneinsatz *T. pyri*; grüner Pfeil: Mix) Keine signifikanten Unterschiede (ANOVA, $p = 0,1$)

4.2 Hüll

4.2.1 Hüll 2013

Die Ausbringung der Raubmilben erfolgte in KW 25, bei einem Ausgangsbefall von 0 Spinnmilben pro Blatt in jeder Variante (Abb. 12). Auch am zweiten Boniturtermin wurden keine Spinnmilben im Bestand gefunden. Erst in KW 29 entwickelte sich ein Erstbefall zwischen 0,08 (*T. pyri* + Franzosenkraut) und 0,63 (*T. pyri* + Rohrschwengel) Spinnmilben/Blatt.

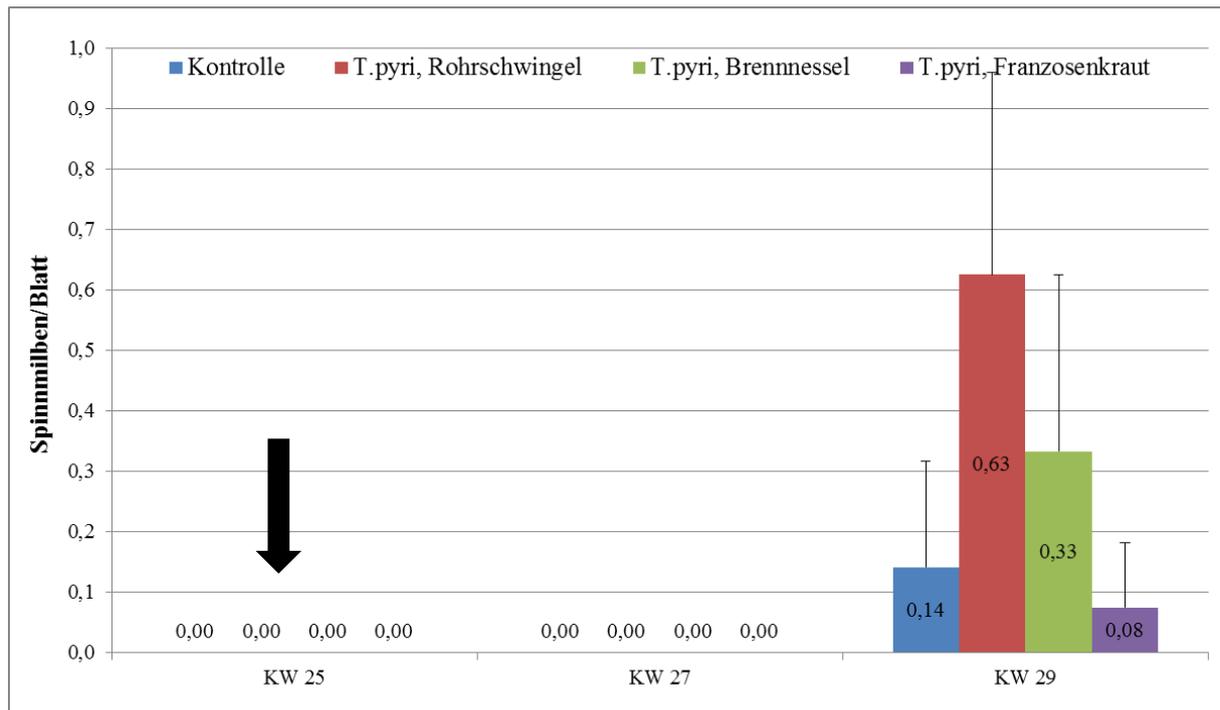


Abb. 12 Befall 2013 (Spinnmilben pro Blatt n=120) am Standort Hüll; Sorte Herkules. (Schwarzer Pfeil: Raubmilbenausbringung *T. pyri*); Keine signifikanten Unterschiede (ANOVA, $p = 0,03$)

4.2.2 Hüll 2014

Die Ausgangsbonitur fand in KW 30 statt. Obwohl in diesem Jahr keine *T. pyri* ausgebracht worden waren, wurden zu diesem Termin insgesamt zwei Raubmilbeneier und eine Raubmilbe in unterschiedlichen Parzellen mit Rohrschwengel gezählt. Bis KW 34 stieg die Anzahl der Raubmilbeneier auf insgesamt zehn an, die vereinzelt in unterschiedlichen Parzellen (durchschnittlich zwischen 0,008 und 0,04 Raubmilbeneier/Blatt) u.a. auch in der Kontrolle über den gesamten Versuchsgarten verteilt gefunden wurden (Abb. 13)

Die Population der Spinnmilben hielt sich im Verlauf der Saison auch ohne zusätzliche Ausbringung auf niedrigem Niveau. Zur Abschlussbonitur (drei Wochen vor Ernte)

lagen die Werte zwischen 0,5 (Rohrschwengel) und 1,1 (ohne Untersaat) Spinnmilben pro Blatt.

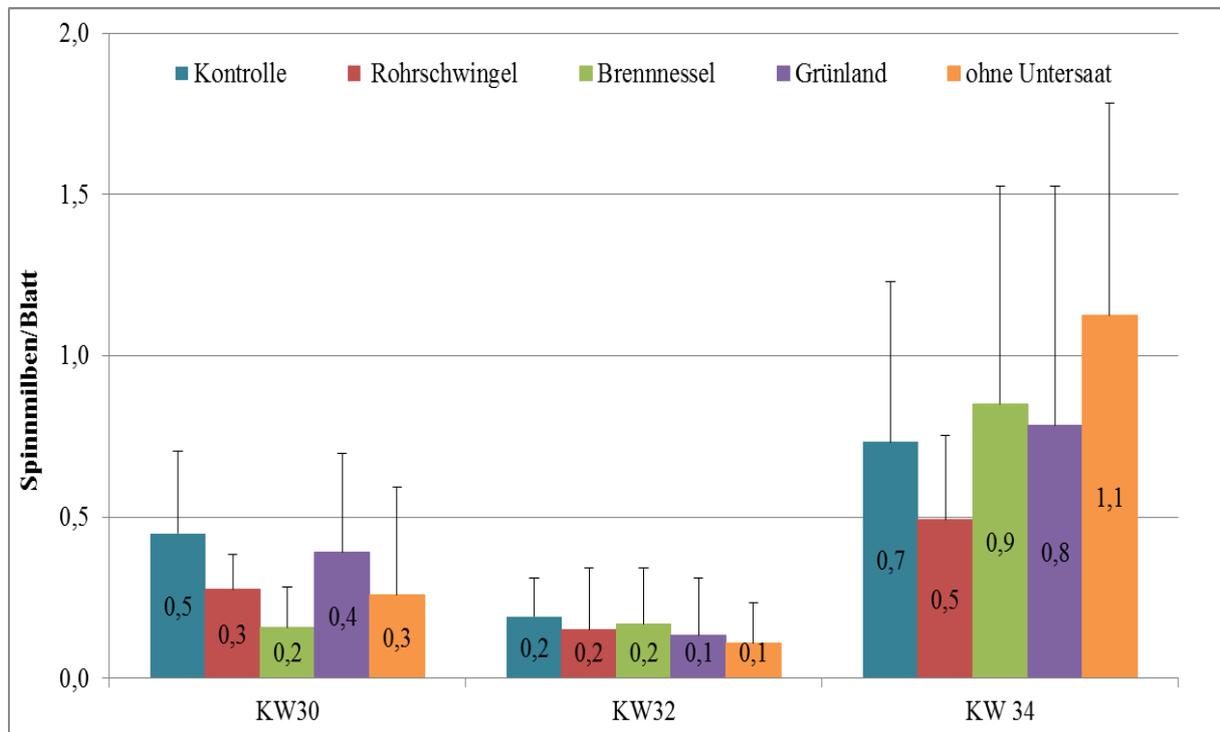


Abb. 13 Befall 2014 (Spinnmilben pro Blatt; n=120) am Standort Hüll, Sorte Herkules. Keine signifikanten Unterschiede (ANOVA, $p=0,8$)

4.2.3 Hüll 2015

Die Ausbringung der Raubmilben erfolgte in KW 22 vor einem Befall mit Spinnmilben. Die Ausgangsbonitur fand in KW 25 statt, wobei der Befall zwischen 0 (*T. pyri* + Rohrschwengel) und 0,2 (*T. pyri* ohne Untersaat) lag. Dieser blieb bis KW 29 auf konstant niedrigem Niveau. Ab KW 33 differenzierten die Varianten und trotz des geringen Befalls wurden statistische Unterschiede ersichtlich. Hierbei lag die Kontrolle mit 2,1 Spinnmilben pro Blatt signifikant höher gegenüber *T. pyri* + Rohrschwengel, *T. pyri* + Grünland und *T. pyri* ohne Untersaat. Kontrolle und *T. pyri* + Erdbeeren unterschieden sich hingegen nicht.

Deutlichere Unterschiede zeigten sich in KW 37. Zur Abschlussbonitur lag der Befall der Kontrolle mit 24 Spinnmilben um den Faktor 3,5 signifikant höher gegenüber *T. pyri* + Rohrschwengel, wobei hier zum ersten Mal eine eindeutige Kontrollwirkung nachgewiesen werden konnte (Abb. 14).

Bei der anschließend durchgeführten Ernte (Abb. 15) wurde ein Teil der praxisüblich bewirtschafteten Fläche mit beerntet. Hier zeigten sich deutliche signifikante Unterschiede zwischen der Kontrolle mit 18,2 dt/ha und somit einer Ertragsminderung von 55 % gegenüber *T. pyri* + Rohrschwengel und Praxis. Die Varianten *T. pyri* + Rohr-

schwingel mit 31,7 dt/ha und Praxis mit 33,1 dt/ha wiesen hingegen nahezu gleiche Erträge auf. Gleichermaßen verhielt es sich bei den Alpha-Säuren. Die Kontrolle mit 15,1 % lag signifikant unter den Alpha-Säurewerten von *T. pyri* + Rohrschwingel mit 18,9 % und Praxis mit 16,8 %.

Bei der Einstufung der Doldenschäden (Abb. 16) verzeichnete die Kontrolle mit insgesamt 11 die geringste Anzahl gesunder Dolden. *T. pyri* hatte mit 48 gesunden Dolden eine signifikant höhere Anzahl aufzuweisen. Dem gegenüber stand die Praxis die mit 387 gesunden Dolden den signifikant geringsten Befall zeigte.

Beim gewogenen Mittel schnitt auch hier die Kontrolle mit 2,44 am schlechtesten ab. *T. pyri* lag bei 2,21 und die Praxis bei 1,24.

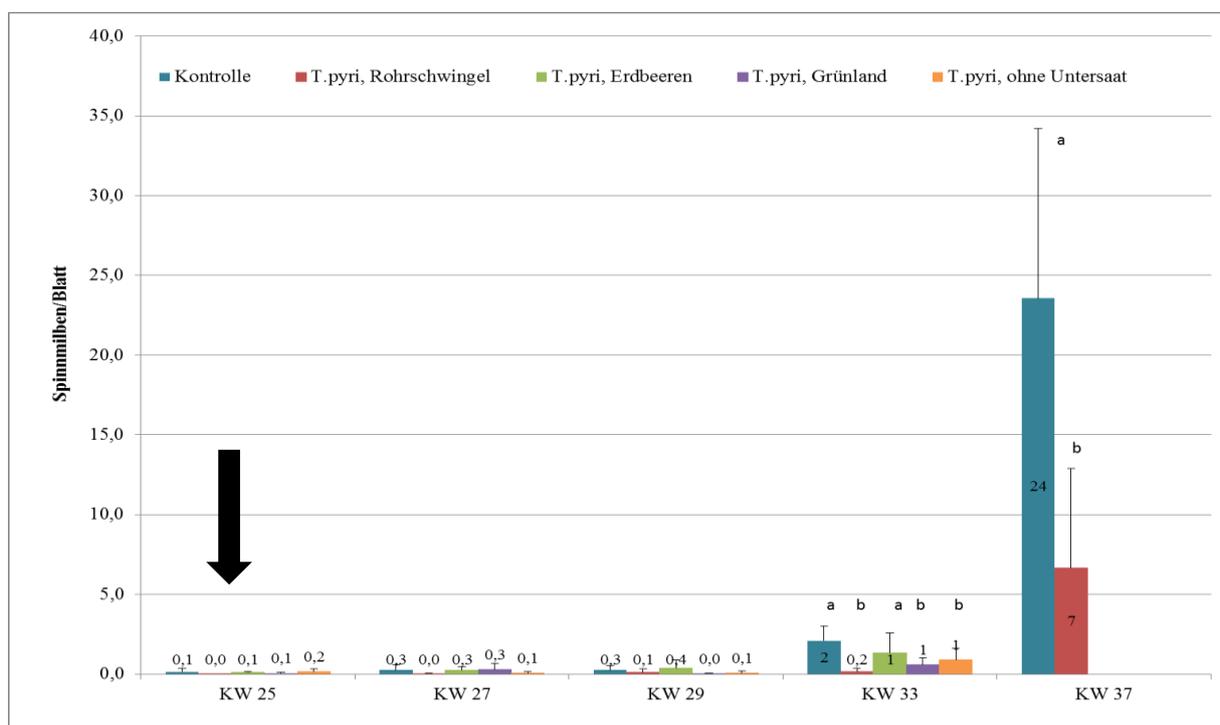


Abb. 14 Befall 2015 (Spinnmilben pro Blatt; n=120) am Standort Hüll, Sorte Herkules. (Schwarzer Pfeil: Raubmilbenausbringung *T. pyri*, alle Varianten). Unterschiedliche Buchstaben: signifikante Unterschiede mit $\alpha \leq 0,05$ für Varianten je Boniturtermin.

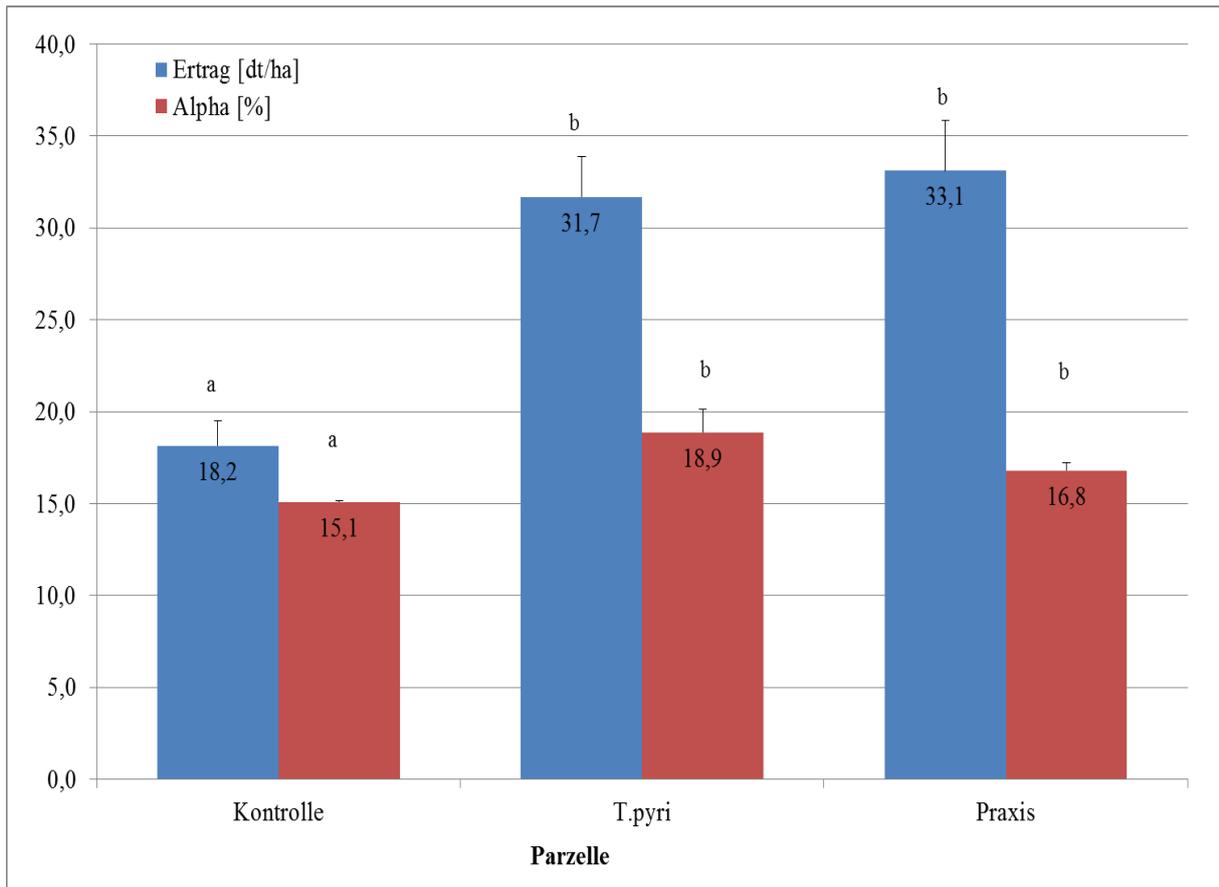


Abb. 15 Ertrag [dt/ha] und Alpha-Säure [%] 2015 am Standort Hüll, Sorte Herkules. Unterschiedliche Buchstaben: signifikante Unterschiede mit $\alpha \leq 0,05$.

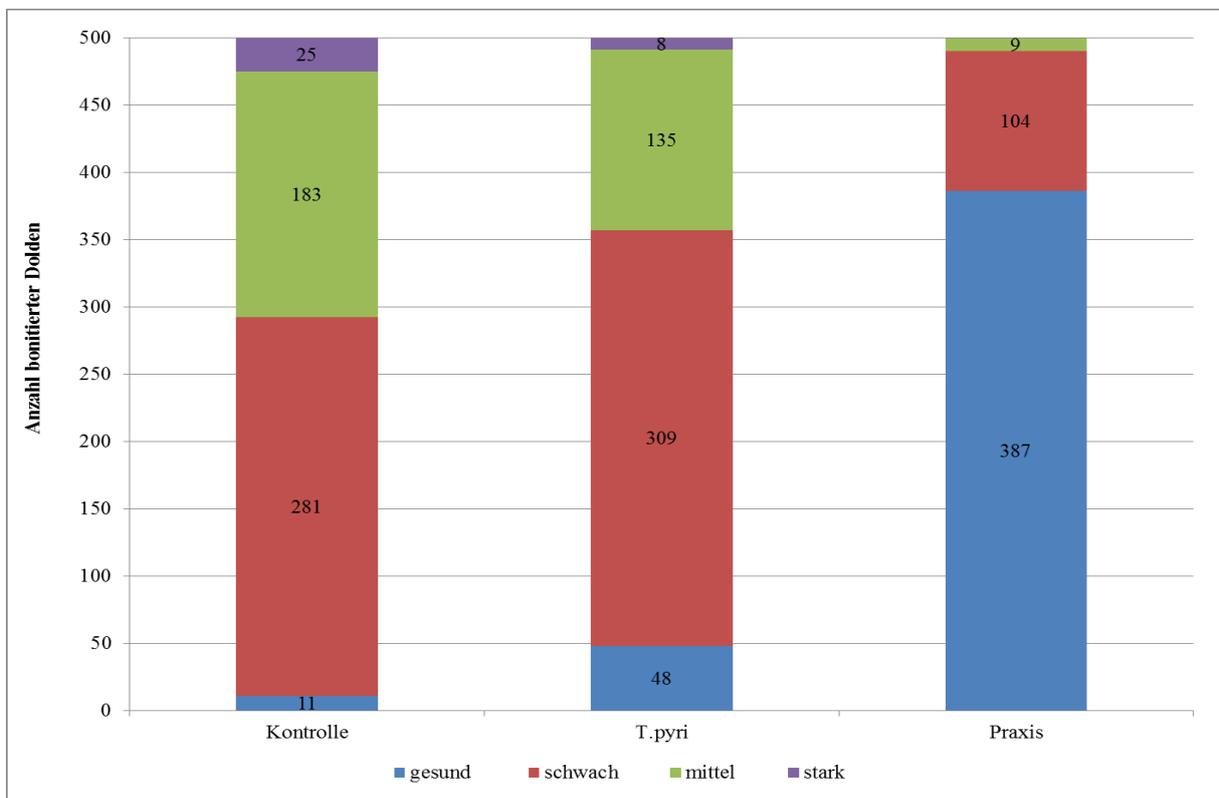


Abb. 16. Doldenbonitur 2015, Standort Hüll, mit Einteilung in Befallsklassen

4.3 Großbellhofen

4.3.1 Großbellhofen 2013

Zur Ausgangsbonitur waren durchschnittlich 0,1-0,2 Spinnmilben/ Blatt in den Varianten zu verzeichnen gewesen. Bis KW 34 entwickelte sich nur langsam eine Spinnmilbenpopulation. Insbesondere in der Kontrolle entwickelte sich kein ausreichender Befall, der während der gesamten Versuchslaufzeit unter denen der Nützlingsvarianten lag. Zur Abschlussbonitur in KW 37 erreichten die Zahlen zwischen neun (Kontrolle) und 13 (*A. andersoni*) Spinnmilben pro Blatt (Abb. 17). Statistische Unterschiede der Varianten konnten nicht festgestellt werden.

Auch die Ernte belegte keine Unterschiede mit 16,12 dt/ha (*T. pyri*), 13,49 dt/ha (Kontrolle) und 12,3 dt/ha (*A. andersoni*). Die Auswertung der Doldenbonitur ergab zudem, dass die Dolden überwiegend ohne Schädigung waren, wobei das gewogene Mittel in allen Varianten zwischen 1,0 und 1,1 lag.

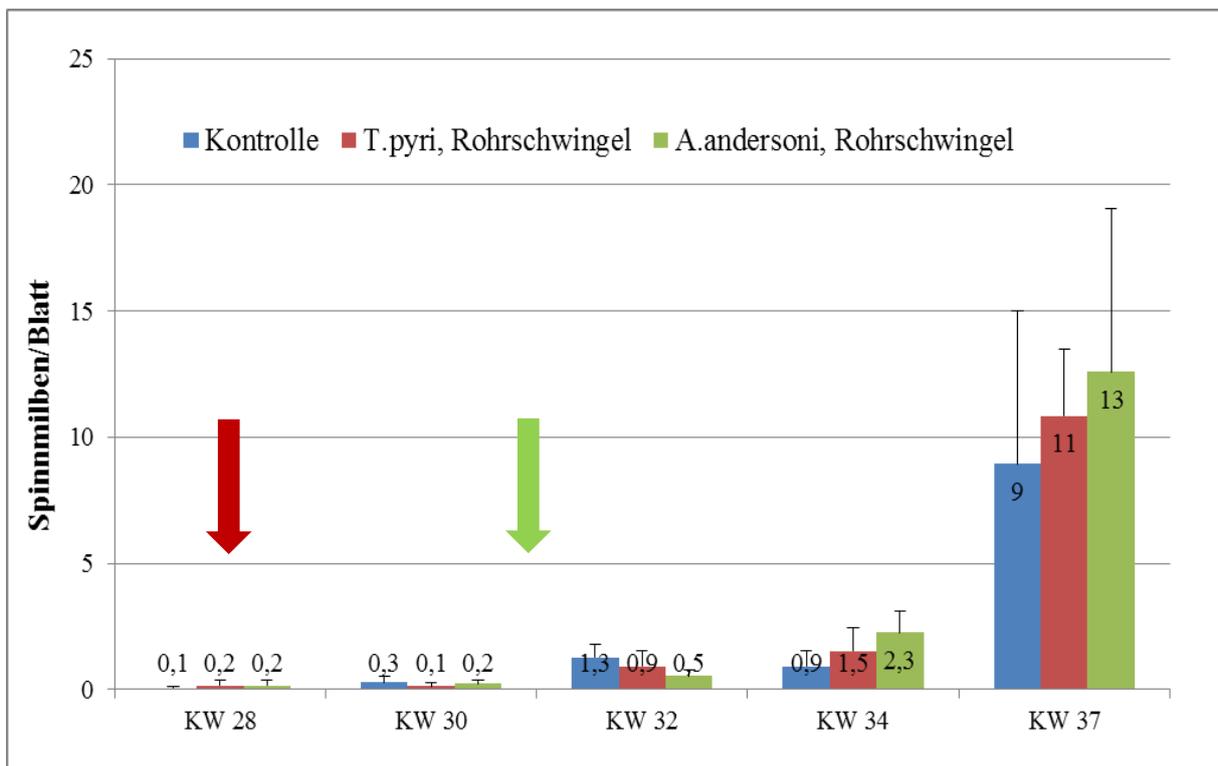


Abb. 17 Befall 2013 (Spinnmilben pro Blatt; n=120) am Standort Großbellhofen, Sorte Opal. (Roter Pfeil: Raubmilbeneinsatz *T. pyri*, grüner Pfeil: *A. andersoni*). Keine signifikanten Unterschiede (ANOVA, $p=0,6$)

4.3.2 Großbellhofen 2014

Der Einsatz von *A. andersoni* erfolgte in KW 27 bei vereinzelt auftretenden Spinnmilben. Die durchschnittliche Anzahl Spinnmilben pro Blatt blieb bis zur Abschlussbonitur in KW 37 in jeder Variante unter einem Niveau von drei (Abb. 18). Aufgrund der allgemein geringen Populationsentwicklung der Spinnmilben in der Kontrolle waren keine Unterschiede zwischen den Varianten bzw. eine Wirkung von *A. andersoni* nachzuweisen.

Beide Nützlingsparzellen, sowohl *T. pyri* (18,20 dt/ha) als auch *A. andersoni* (19,16 dt/ha), wiesen einen signifikant höheren Ertrag als die Kontrolle (13,79 dt/ha) und die Praxisvariante (13,63 dt/ha) auf (Abb. 19)

Die Doldenbonitur (Abb. 20) ergab, dass in jeder Variante ein geringer Anteil an Dolden schwachen Befall aufwies. Sowohl in der Kontrolle als auch in der *A. andersoni*-Variante waren es 15,95 %. Rohrschwengel verzeichnete mit 18,60 % und die Praxis mit 19,75 % der Dolden einen schwachen Befall, wobei das bonitierte gewogene Mittel in allen Varianten bei 1,2 lag.

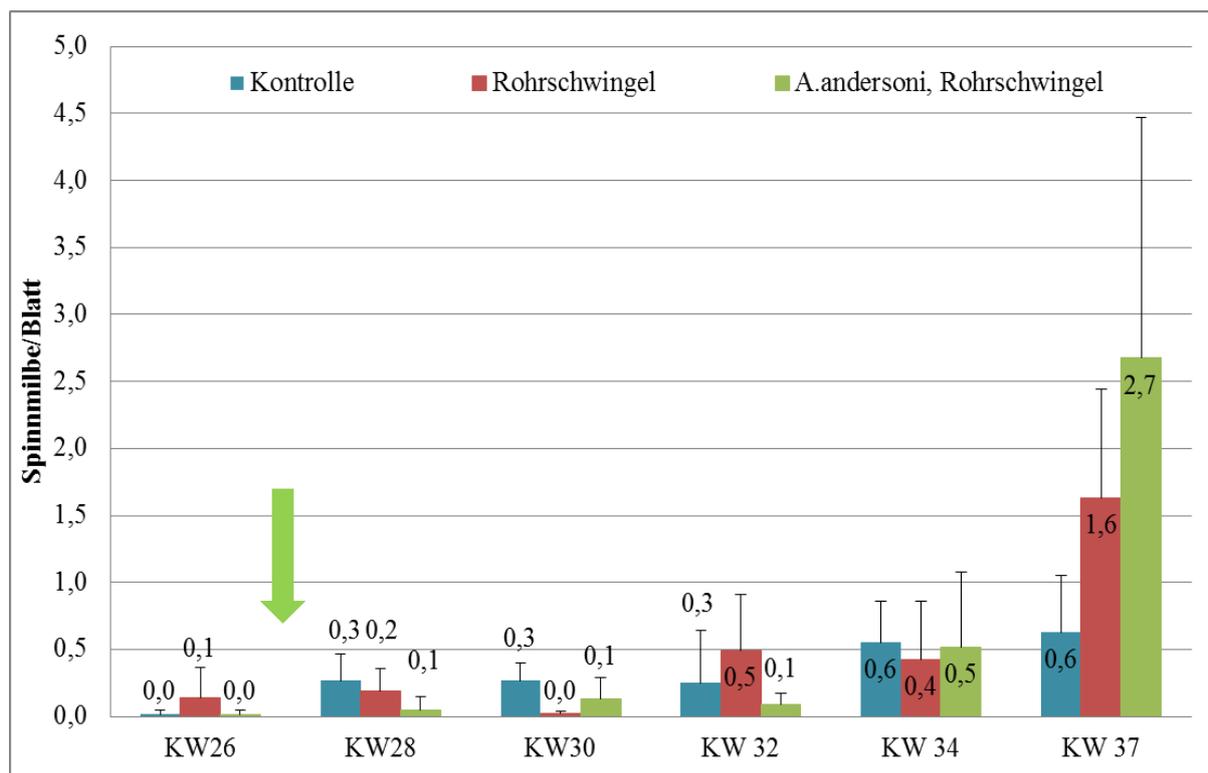


Abb. 18 Befall 2014 (Spinnmilben pro Blatt; n=120) am Standort Großbellhofen, Sorte Opal. (grüner Pfeil: Raubmilbenausbringung *A. andersoni*). Keine signifikanten Unterschiede (ANOVA, $p=0,07$)

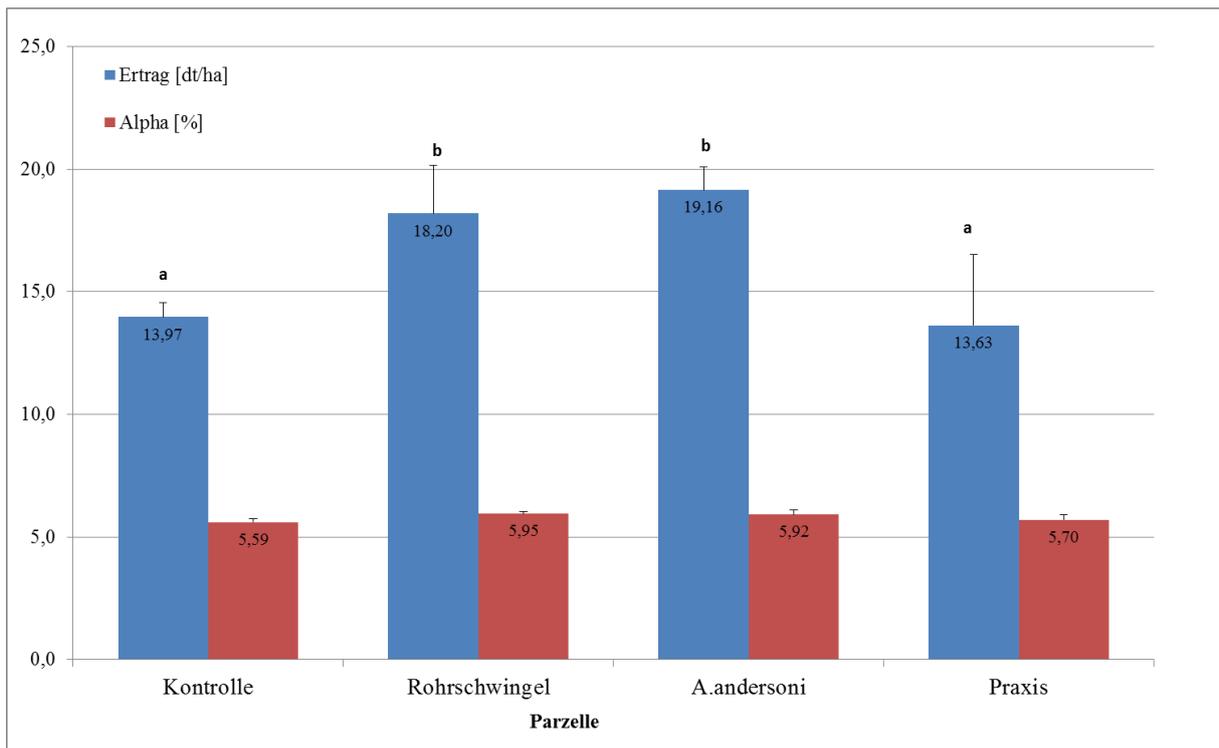


Abb. 19 Ertrag [dt/ha] und Alpha-Säure [%] 2014, Standort Großbellhofen; Sorte Opal. Signifikante Unterschiede (ANOVA, $p=0,005$)

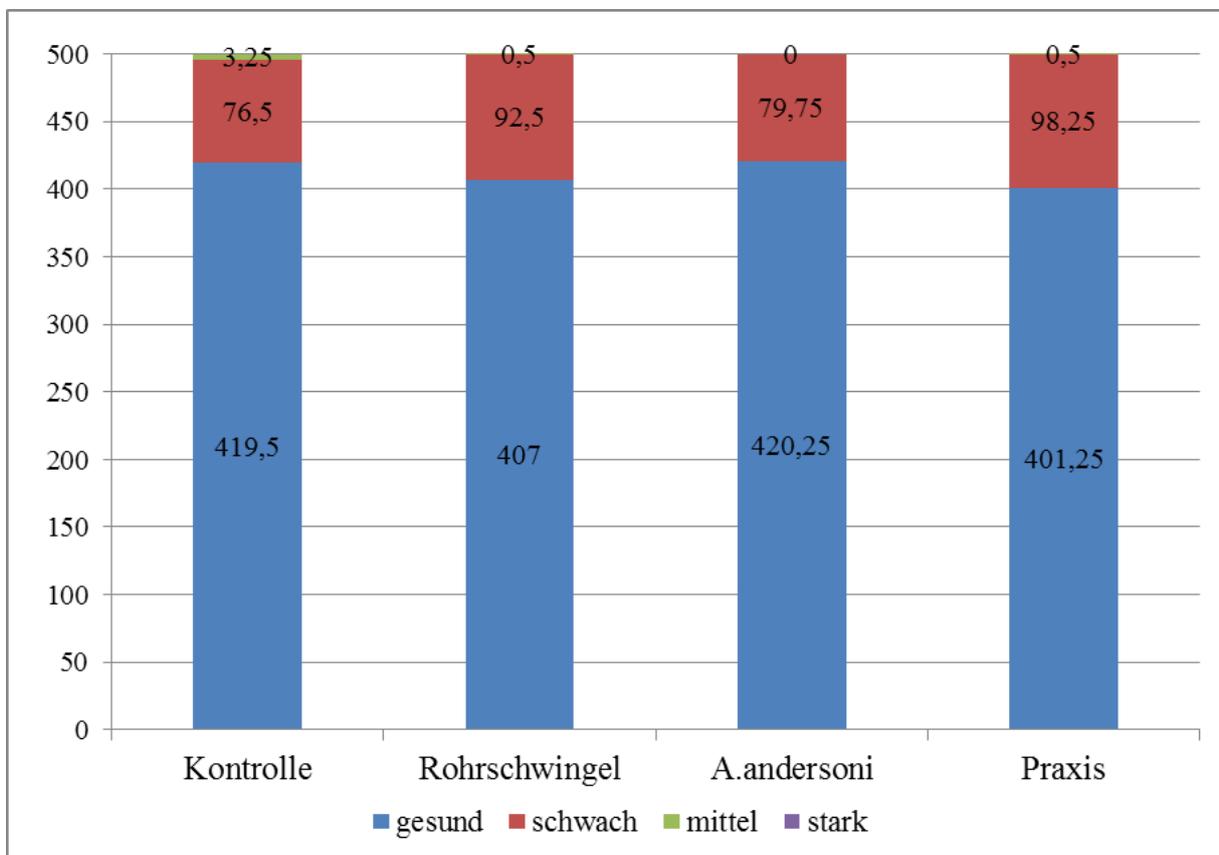


Abb. 20 Doldenbonitur 2014, Standort Großbellhofen, Sorte Opal. Einteilung in Befallsklassen. Keine signifikanten Unterschiede (ANOVA, $p=0,2$).

4.3.3 Großbellhofen 2015

Die Raubmilbenausbringung erfolgte in KW 23 und somit vor einem Ausgangsbefall mit Spinnmilben. Im Verlauf der folgenden Wochen hielt sich das Spinnmilbenniveau in allen Varianten auf niedrigem Level mit maximal 0,2 Spinnmilben pro Blatt in der *A. andersoni*-Variante. Ab KW 34 stieg die Anzahl der Spinnmilben an. Zur Abschlussbonitur in KW 36 wies die Kontrolle mit durchschnittlich 12 Spinnmilben den geringsten Befall auf, *A. andersoni* lag bei 13 Spinnmilben pro Blatt und *T. pyri* mit der tendenziell höchsten Anzahl Spinnmilben lag bei 19 (Abb. 21). Zwischen den einzelnen Varianten waren allerdings keine statistischen Unterschiede vorhanden.

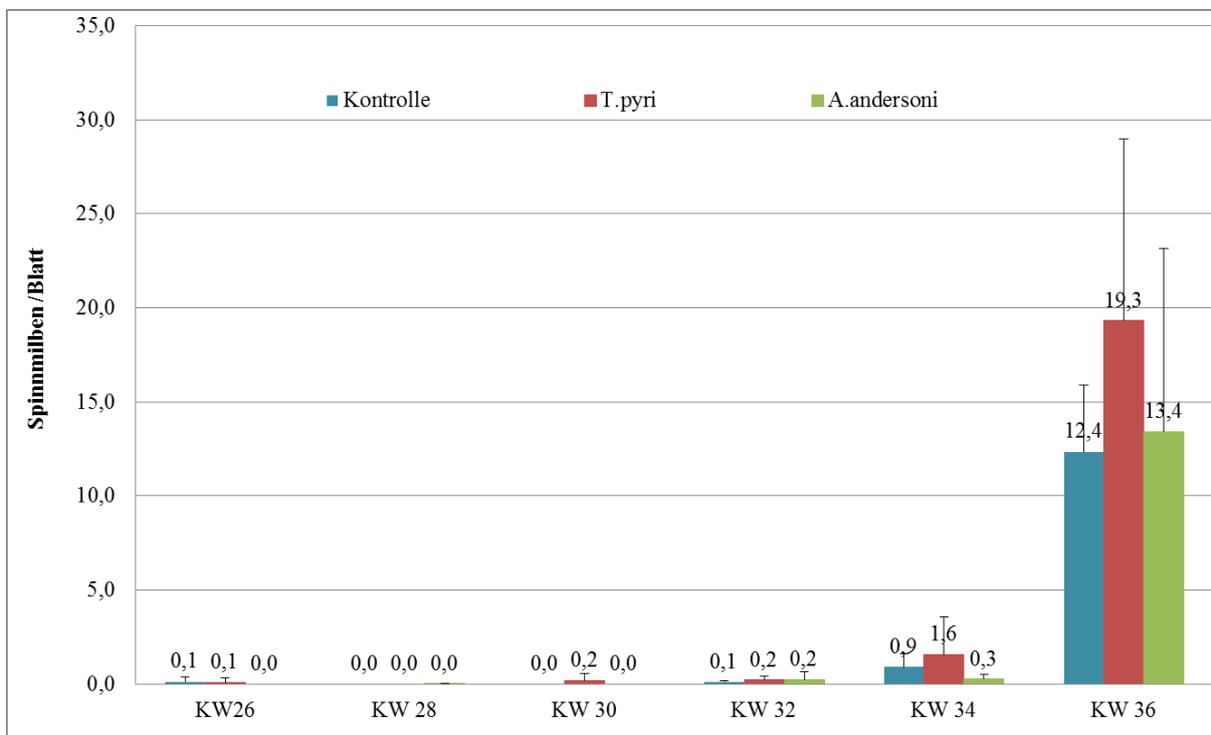


Abb. 21 Befall 2015 (Spinnmilbe pro Blatt n=120) am Standort Großbellhofen, Sorte Opal. (Nicht eingezeichnet: Raubmilbenausbringung *T. pyri* in KW 22; *A. andersoni* in KW 23); keine signifikanten Unterschiede (ANOVA, $p=0,5$)

4.4 Benzendorf

4.4.1 Benzendorf 2013

Bis KW 34 hielten sich die Spinnmilbenzahlen in allen Varianten auf einem geringen Niveau unter zwei Spinnmilben pro Blatt. Von KW 34 bis KW 37 baute sich eine Population auf, die durchschnittlich maximal zehn Spinnmilben in der Kontrolle und der *T. pyri*-Variante erreichte. In der Variante Mix lag die Spinnmilbenzahl bei acht Tieren pro Blatt. Es konnten keine statistischen Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten festgestellt werden (Abb. 22). Am Standort Benzendorf wurde neben den Versuchsvarianten auch ein Teil der praxisüblich bewirtschafteten Fläche des Hopfengartens beerntet und als Vergleich mit aufgenommen (Abb. 23). Die Erträge lagen zwischen 9,97 dt/ha (Kontrolle) und 12,31 dt/ha (Praxis). Die Alpha-Säurewerte lagen zwischen 4,9 % (Praxis) und 5,4 % (Mix), wobei sowohl am Ertrag als auch an den Alpha-Säurewerten keine Unterschiede bestanden. Das gewogene Mittel aller Varianten lag bei 1,4. Insofern beeinträchtigte dieser Befall weder die Qualität der Dolden noch den Ertrag.

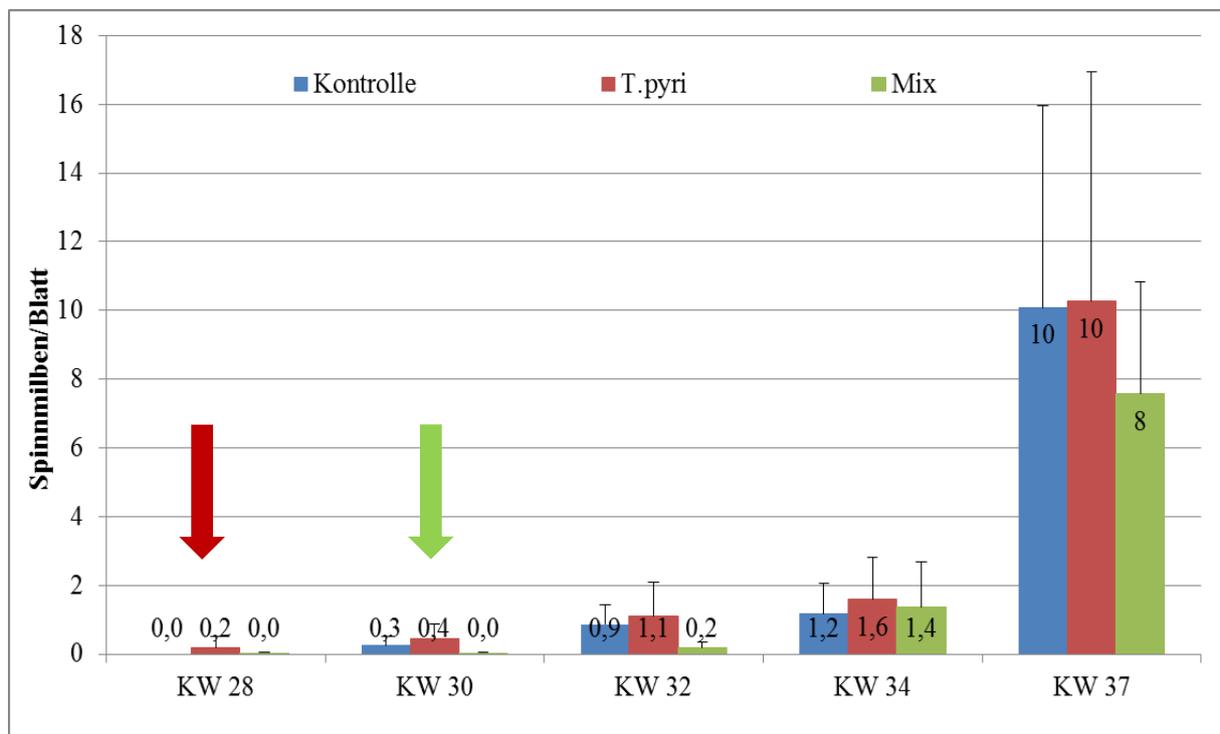


Abb. 22 Befall 2013 (Spinnmilben pro Blatt $n=120$) am Standort Benzendorf, Sorte Smaragd. (Roter Pfeil: Raubmilbeneinsatz *T. pyri*, grüner Pfeil: Mix), keine signifikanten Unterschiede (ANOVA, $p=0,7$)

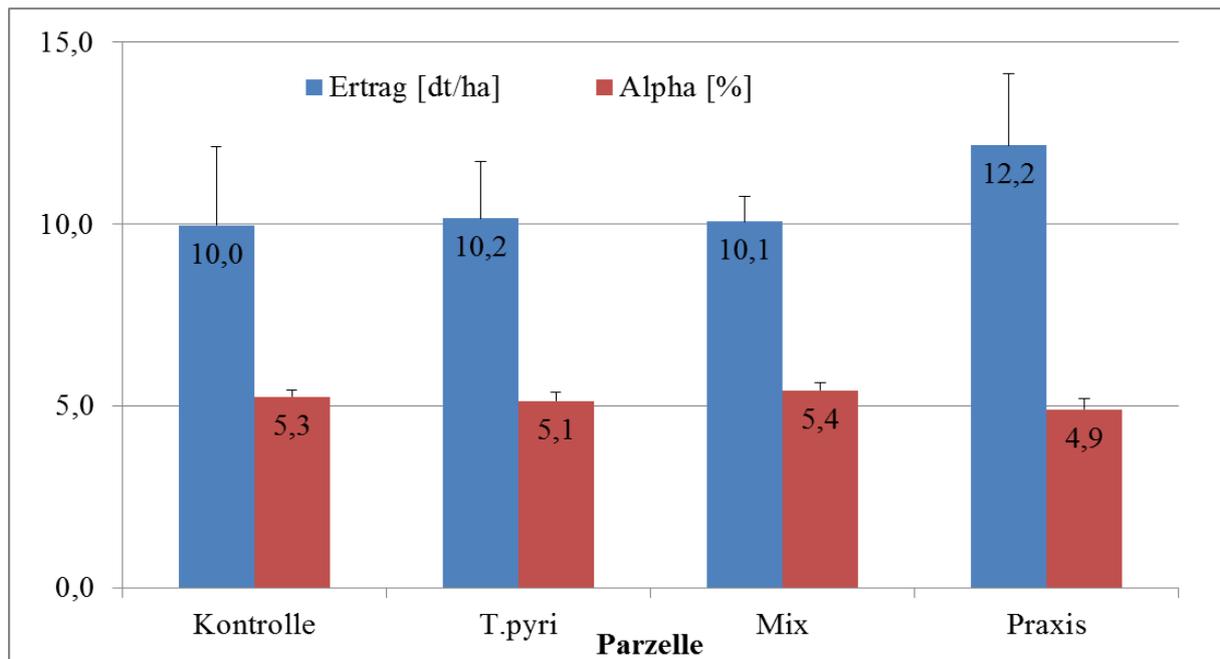


Abb. 23 Ertrag [dt/ha] und Alpha-Säure [%] 2013, Standort Benzendorf; Sorte Smaragd. Keine signifikanten Unterschiede (ANOVA, $p=0,3$)

4.4.2 Benzendorf 2014

Zur Ausgangsbonitur in KW 26 herrschte in allen Varianten ein nahezu gleicher Ausgangsbefall von weniger als einer Spinnmilbe pro Blatt. Die Ausbringung der Nützlinge (Mix: *P. persimilis* und *N. californicus*) auf Bohnenblättern erfolgte eine Woche später in KW 27. Während der Saison baute sich in der Kontrollvariante mit einem Ausgangsbefall von 0,8 Spinnmilben bis zur Abschlussbonitur in KW 38 eine Population von 16 Spinnmilben pro Blatt auf. Rohrschwengel lag zur Abschlussbonitur bei einem Befall von durchschnittlich 19 Spinnmilben pro Blatt. Die Mix-Variante verzeichnete im Verlauf der Saison den geringsten Anstieg der Spinnmilben und lag im Endbefall mit acht Spinnmilben pro Blatt um die Hälfte unter der Kontrolle und Rohrschwengel (Abb. 24). Es bestanden jedoch zu keinem Zeitpunkt statistisch abgesicherte Unterschiede zwischen den Varianten. Die Erträge (Abb. 25) lagen zwischen durchschnittlich 18 (Praxis) und 14 dt/ha (Rohrschwengel) und unterschieden sich nicht signifikant voneinander. Die Varianten Mix und Kontrolle wiesen mit 17,3 dt/ha den gleichen Ertrag auf. Die Alpha-Säuren lagen zwischen 3,9 % (Rohrschwengel) und 4,3 % (Mix) unterschieden sich ebenso wenig voneinander. Die Einteilung des Befalls der Dolden (Abb. 26) erfolgte vorwiegend im schwachen bis mittleren Bereich, wobei der überwiegende Anteil als gesund eingestuft wurde. Das gewogene Mittel lag zwischen 1,09 (Praxis) und 1,23 (Rohrschwengel)

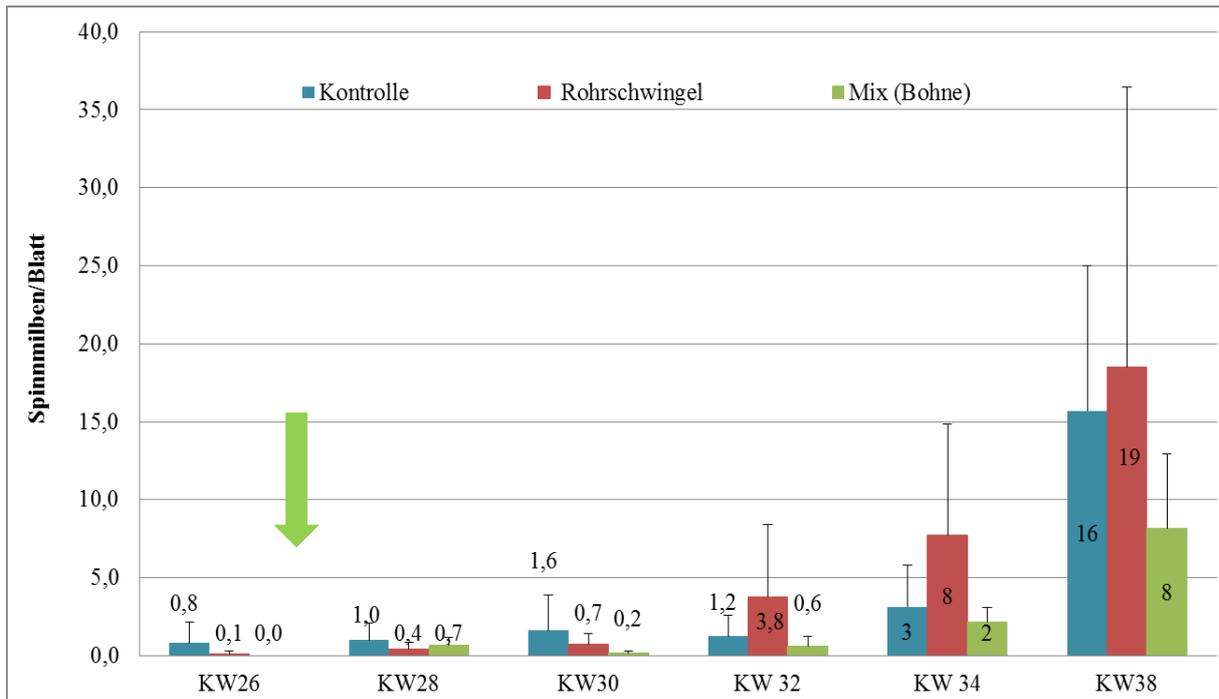


Abb. 24 Befall 2014 (Spinnmilben pro Blatt; n=120) am Standort Benzendorf, Sorte Smaragd. (Grüner Pfeil: Raubmilbenausbringung Mix). Keine signifikanten Unterschiede (ANOVA, $p=0,3$)

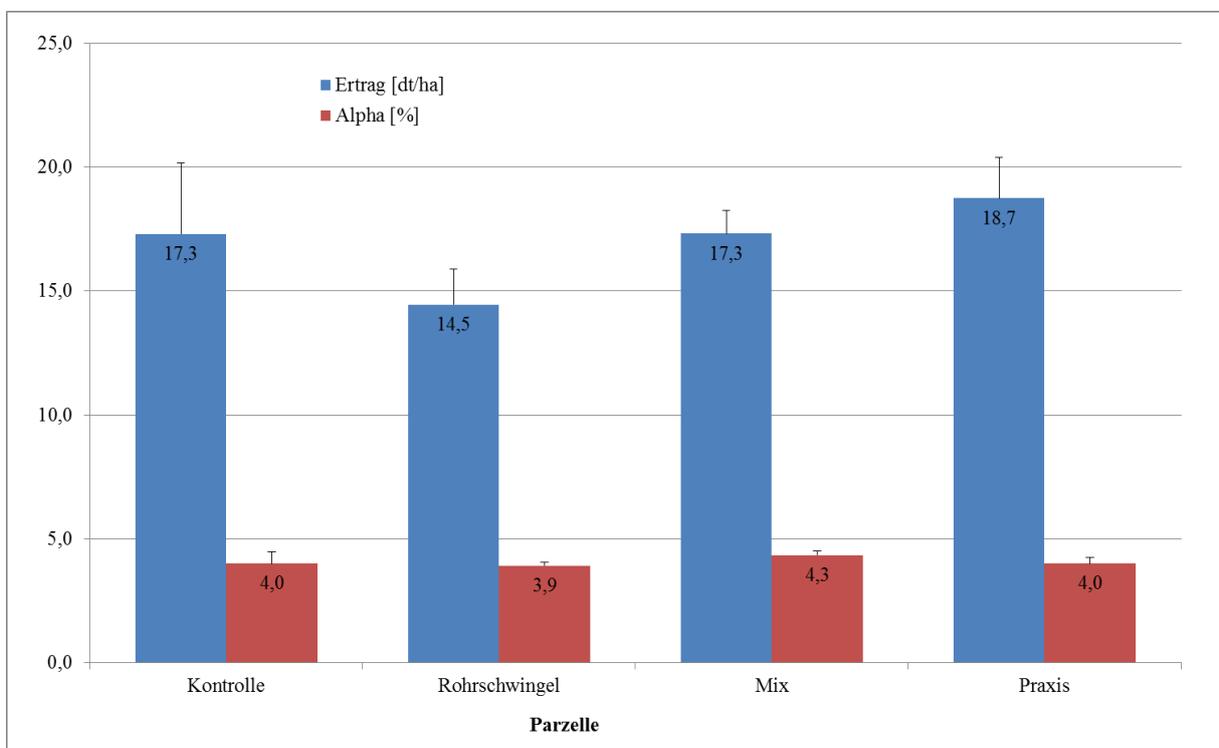


Abb. 25 Ertrag [dt/ha] und Alpha-Säure [%] 2014, Standort Benzendorf, Sorte Smaragd. Keine signifikanten Unterschiede (ANOVA, Ertrag $p=0,09$; Alpha $p=0,3$)

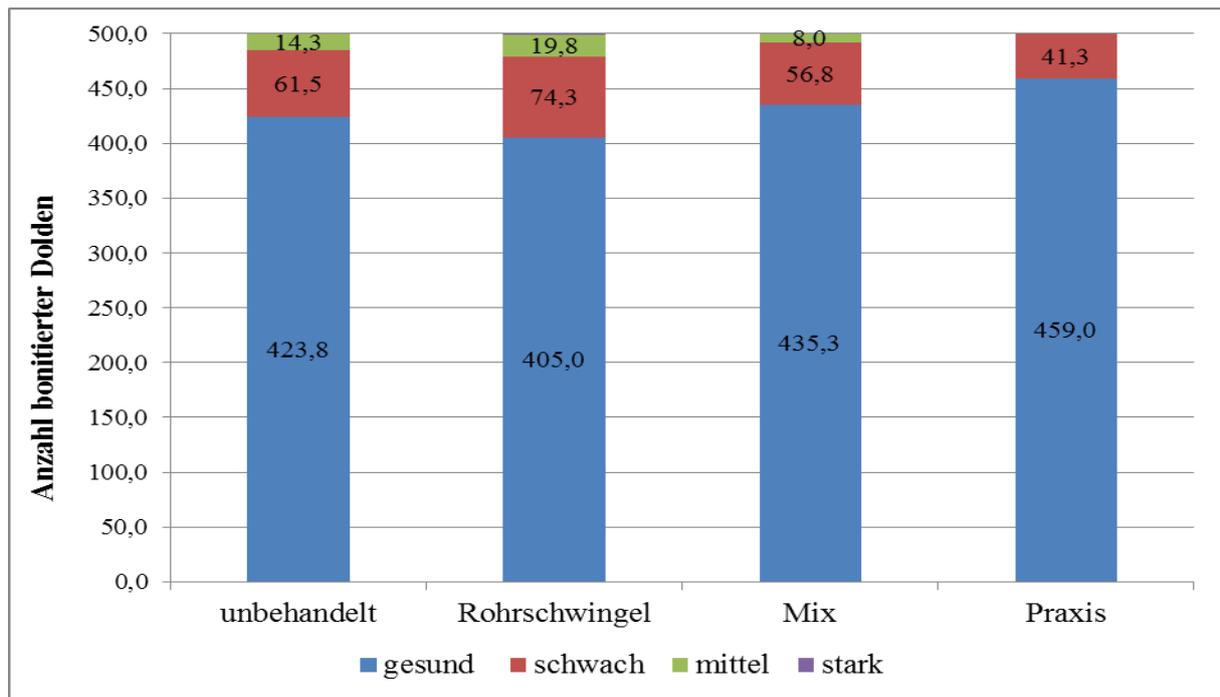


Abb. 26 Doldenbonitur 2014 Standort Benzendorf, Sorte Smaragd, mit Einteilung in Befallsklassen.

4.4.3 Benzendorf 2015

Die Ausbringung der *T. pyri* auf Filzstreifen fand in KW 22 statt. Die Ausbringung des Mixes erfolgte bei minimalem Erstbefall in KW 25 und ein zweites Mal in KW 30. Bis KW 28 lagen die Spinnmilbenzahlen bei zwei bzw. drei Spinnmilben pro Blatt. Ab KW 30 differenzierten die einzelnen Varianten, wobei der Mix mit einer Spinnmilbe pro Blatt signifikant unter den Varianten *T. pyri* (8 Spinnmilben) und Kontrolle (7 Spinnmilben) lag. Der Verlauf der Spinnmilbenpopulation in der *T. pyri*-Variante war dem der Kontrolle ähnlich. In KW 32 bestand nur mehr zwischen den beiden Nützlingsvarianten ein signifikanter Unterschied, wobei *T. pyri* mit 17 gegenüber dem Mix dreimal so viele Spinnmilben aufzuweisen hatte. Ab KW 32 begann die Massenvermehrung der Spinnmilben und die Zahlen stiegen in allen Varianten rapide an. Ab KW 34 waren keine statistischen Unterschiede mehr feststellbar. Tendenziell zeigte sich aber in KW 36 zur Abschlussbonitur, dass die Kontrolle mit durchschnittlichen 260 Spinnmilben pro Blatt den stärksten Befall aufwies und in der *T. pyri*-Variante um 40 Spinnmilben pro Blatt weniger vorhanden waren als in der Kontrolle. Es konnte jedoch zu keinem Zeitpunkt ein signifikanter Unterschied zwischen dem Befall in der *T. pyri*-Variante (auf Filzstreifen) und in der Kontrolle festgestellt werden. Der Mix wies zur Abschlussbonitur in KW 36 mit 134 Spinnmilben pro Blatt den geringsten Befall auf (Abb. 26) Die Erträge der Varianten (Abb. 28) lagen alle auf fast gleichem Niveau mit 8,4 dt/ha (Kontrolle) bzw. 8,5 dt/ha (*T. pyri*) und 8,6 dt/ha (Mix). Auch die Alpha-Säuren unterschieden sich mit Gehalten zwischen 4,6 und 4,8 % nicht erheblich von-

einander. Die Doldenbonitur zeigte, dass die Kontrolle eine höhere Anzahl befallener Dolden vor allem im starken Bereich gegenüber *T. pyri* und Mix aufwies. Mit 23 Dolden ohne Schädigung bei gleichzeitig geringster Anzahl an stark befallenen Dolden wies der Mix den geringsten Schädigungsgrad auf (Abb. 29). Die gewogenen Mittel sahen der Reihe nach folgendermaßen aus: Kontrolle 3,59, *T. pyri* 3,23, Praxis 3,1, Mix 2,98.

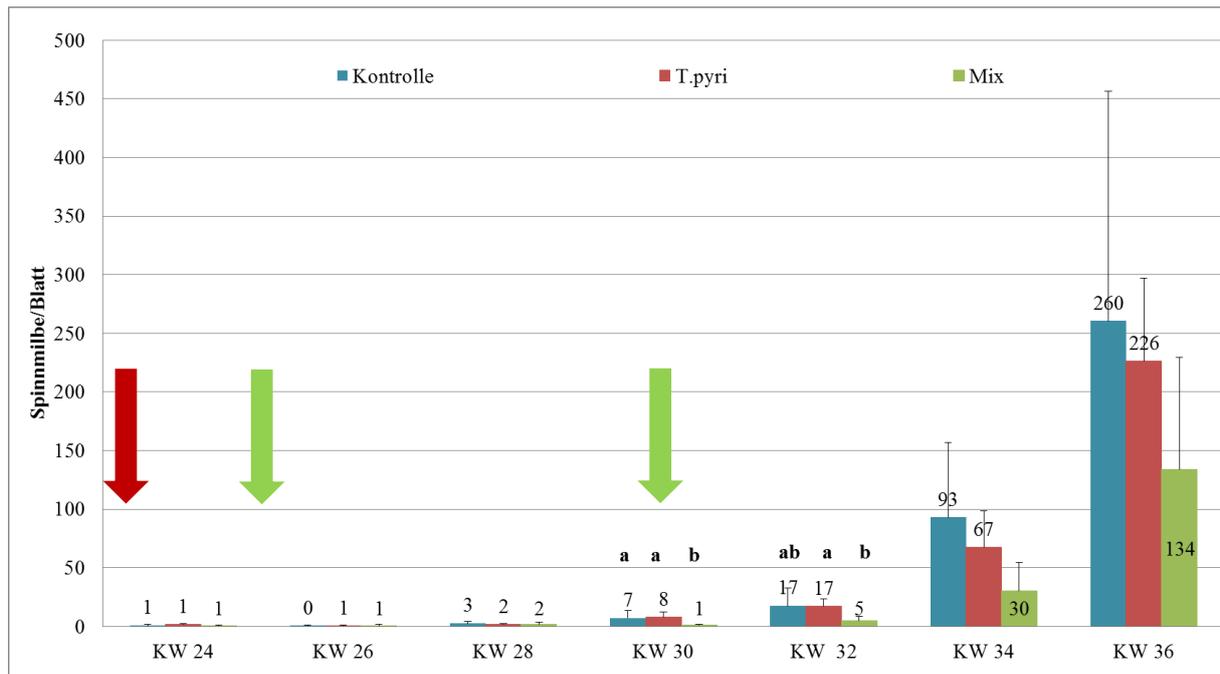


Abb. 27 Befall 2015 (Spinnmilbe, pro Blatt, n= 120) am Standort Benzendorf, Sorte Smaragd. (Roter Pfeil: Raubmilbenausbringung *T. pyri*, grüner Pfeil: Mix). Unterschiedliche Buchstaben: signifikante Unterschiede, $\alpha \leq 0,05$

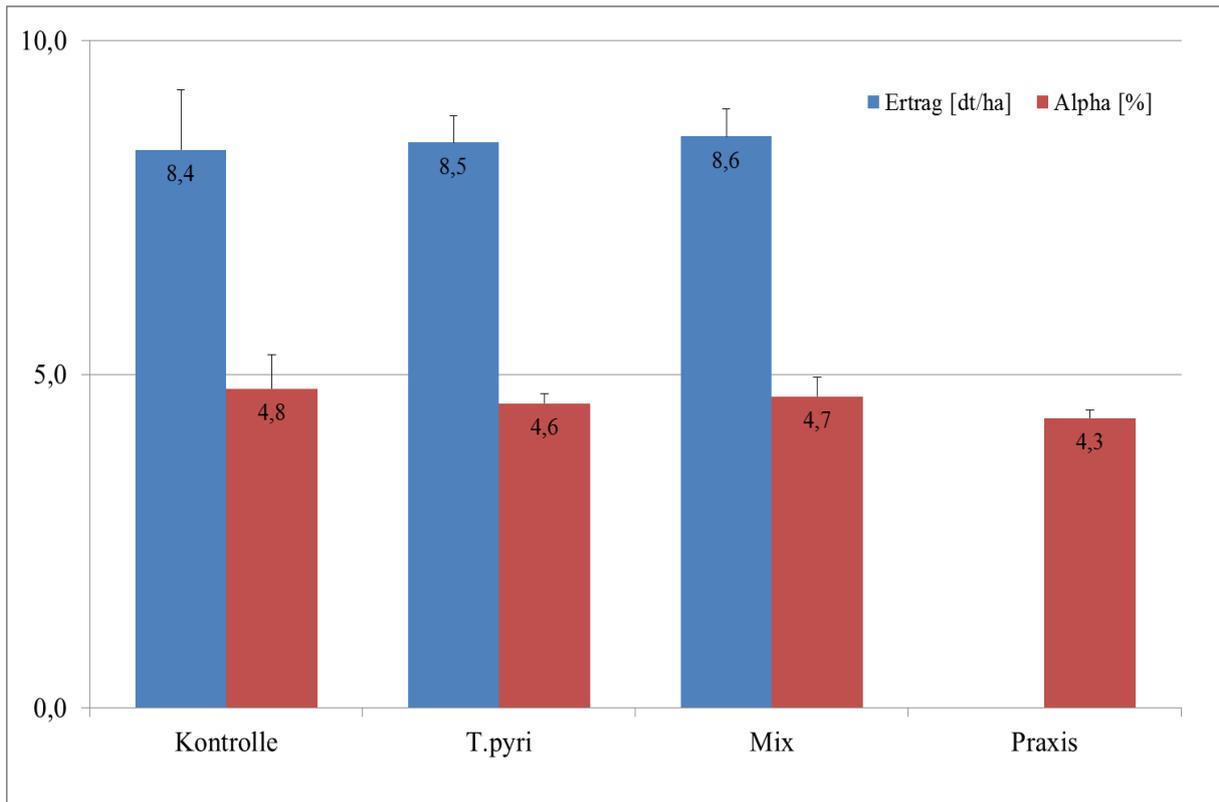


Abb. 28 Ertrag [dt/ha] und Alpha-Säure [%] 2015, Standort Benzendorf, Sorte Smaragd. Keine signifikanten Unterschiede (ANOVA, Ertrag $p=0,9$; Alpha $p=0,3$).

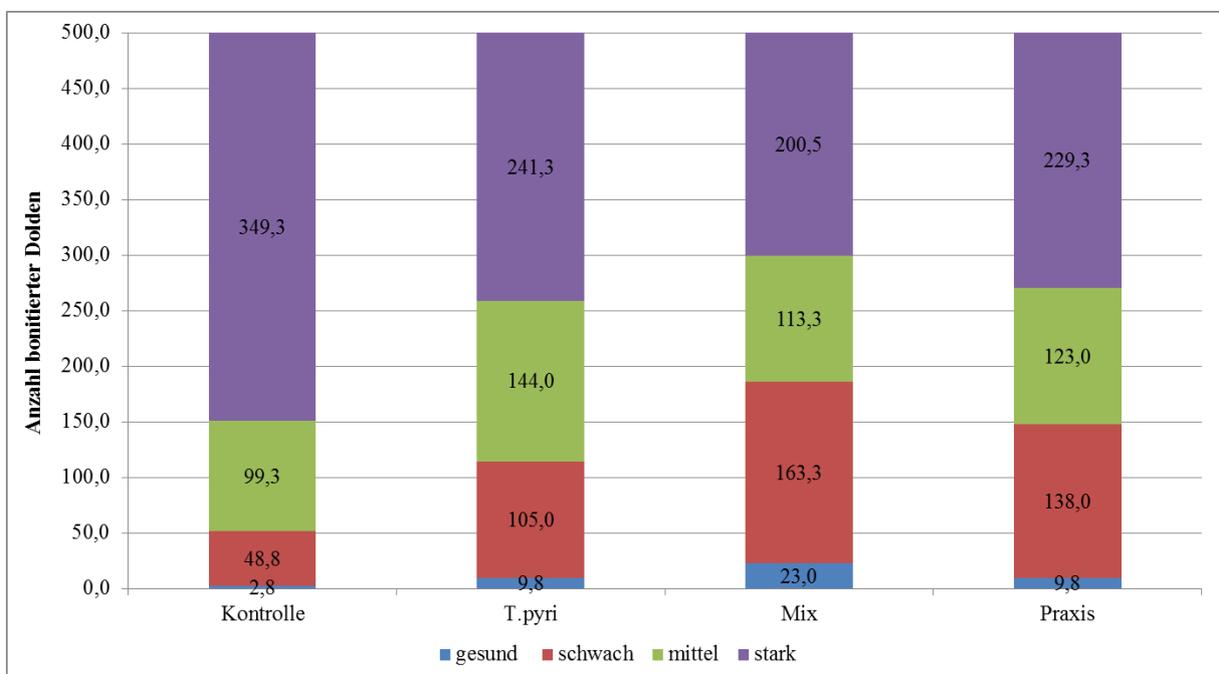


Abb. 29 Doldenbonitur 2015 Standort Benzendorf, Sorte Smaragd, mit Einteilung in Befallsklassen.

4.5 Oberulrain

4.5.1 Oberulrain 2013

Die Ausbringung der Raubmilben fand in KW 23 statt. Im Verlauf der folgenden Wochen nahmen die Spinnmilbenzahlen nur gering zu und erreichten zur Abschlussbonitur in KW 32 – einen Tag vor der Ernte – durchschnittlich zwischen 1,8 (Kontrolle) und 2,8 (*T. pyri*) Spinnmilben pro Blatt (Abb. 30). Der mangelnde Populationsaufbau, vor allem in der Kontrolle, ließ keine Unterschiede der Varianten erkennbar werden.

Die Erträge lagen zwischen 13,12 dt/ha (Kontrolle) und 15,92 dt/ha (Mix) und unterschieden sich nicht signifikant voneinander. Aufgrund eines Hagelschlags am 21.06.2013 und dem damit einhergehenden Kopfabschlag von 87 % fielen auf diesem Standort die Erträge heuer allgemein geringer aus, sodass etwaige Ertragseinbußen nicht in Zusammenhang mit dem durchgeführten Versuch standen.

Im gewogenen Mittel lag die Kontrolle bei einem mittleren Wert von 1,3, die Varianten *A. andersoni* und Mix lagen bei 1,7, so dass die Spinnmilben weder auf Ertrag noch auf Qualität der Dolden Einfluss nahmen.

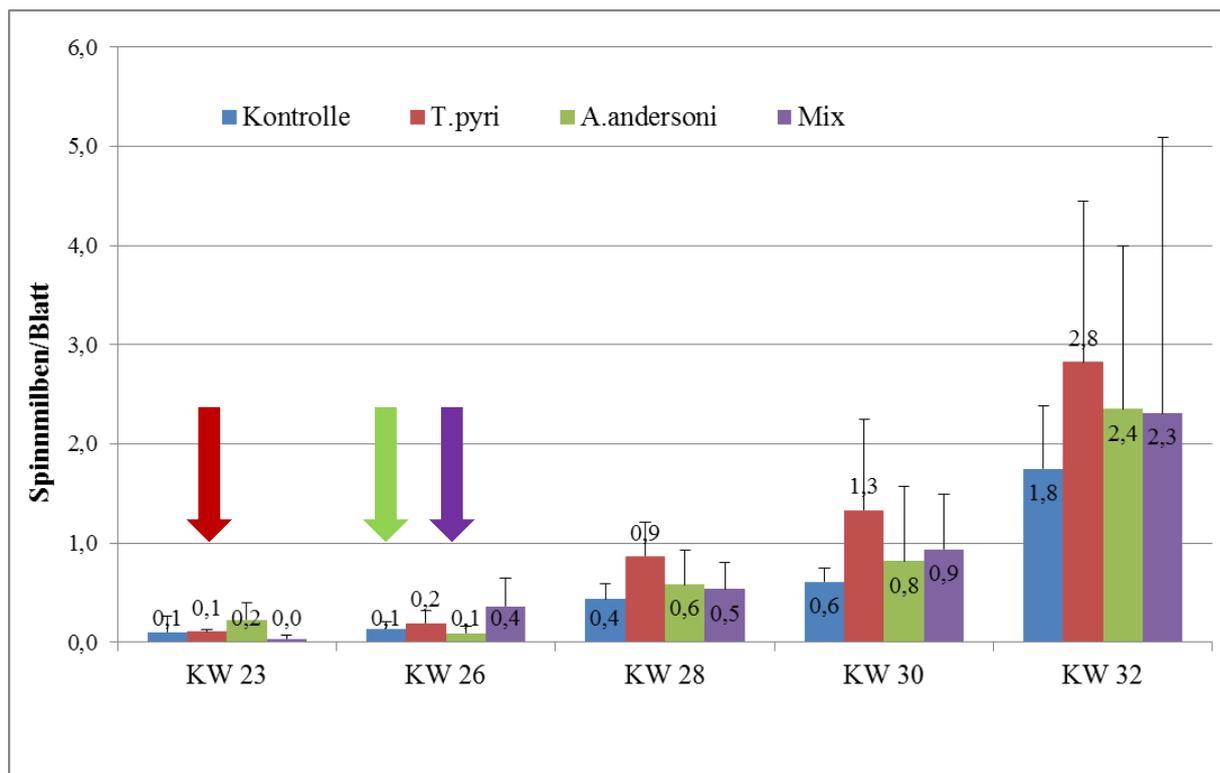


Abb. 30 Befall 2013 (Spinnmilben pro Blatt n=120) am Standort Oberulrain, Sorte Perle. (Roter Pfeil: Raubmilbenausbringung *T. pyri*, grüner Pfeil: *A. andersoni*, lila Pfeil: Mix). Keine signifikanten Unterschiede (ANOVA, $p=0,8$).

4.5.2 Oberulrain 2014

Die Ausbringung der Raubmilben erfolgte in den jeweiligen Parzellen bei einer Spinnmilbendichte zwischen drei und sechs Tieren pro Blatt in KW 27. Drei Wochen später in KW 30 wurde bei deutlichem Anstieg der Spinnmilbenanzahl eine zweite Ausbringung mit der gleichen Aufwandmenge durchgeführt. Im Verlauf der Saison nahm der Befall in jeder Variante stetig zu, so dass gegen Ende des Versuchs zur Ernte durchschnittlich zwischen 169 und 240 Spinnmilben in den Nützlings-Varianten erreicht wurden. Zu keinem Zeitpunkt konnte eine Reduktion der Spinnmilben durch die Raubmilben festgestellt werden. Den höchsten Befall hatte die Variante Rohrschwengel (ohne Nützlinge) mit 273 Spinnmilben pro Blatt aufzuweisen (Abb. 31). Es bestand jedoch keine signifikante Wirkung der Untersaat auf den Befallsdruck. Auch eine gegenseitige Wechselwirkung zwischen Untersaat und Raubmilben war statistisch nicht gegeben, sodass von keiner Beeinflussung der Untersaat auf den starken Spinnmilbenbefall ausgegangen werden kann. Den geringsten Spinnmilbenbefall zur Abschlussbonitur hatte die Praxisvariante mit durchschnittlich 13,7 Spinnmilben/Blatt aufzuweisen. Trotz der signifikant geringeren Spinnmilbenzahl fiel der Ertrag der Praxisparzelle (21,1 dt/ha) nicht erheblich höher gegenüber den Versuchsgliedern der Raubmilben (18,9–20,5 dt/ha) aus. Lediglich die Kontrolle lag mit 16,5 dt/ha signifikant unter den übrigen Varianten, was gegenüber der Praxis einem Ertragsverlust von 22 % entsprach (Abb. 32).

Hinsichtlich der Alpha-Säuren wies die Praxisvariante mit 8,6 % einen signifikant geringeren Alpha-Gehalt gegenüber den Nützlingsvarianten auf.

Anders als beim Ertrag hatte der starke Befall einen deutlicheren Einfluss auf die Doldenqualität (Abb. 33). Die Dolden aller Varianten und der Kontrolle waren zu 100 % geschädigt und wurden überwiegend im starken Bereich eingestuft. Besonders die Kontrolle wies eine signifikant höhere Anzahl stark befallener Dolden auf. Lediglich in der Praxisparzelle waren unbeschädigte Dolden mit einem gewogenen Mittel von 1,4 zu verzeichnen. Das gewogene Mittel aller anderen Varianten lag zwischen 3,89 (Kontrolle) und 3,58 (*A. cucumeris*), was zu deutlichen Qualitätseinbußen führte.

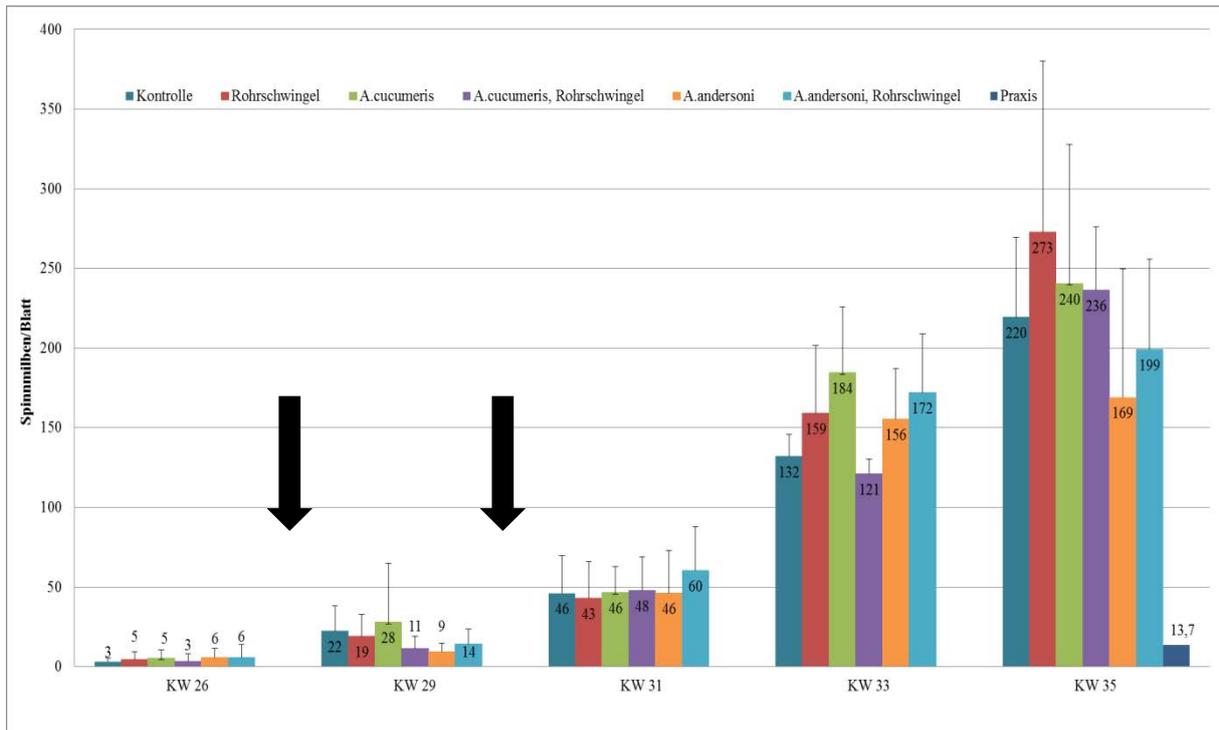


Abb. 31 Befall 2014 (Spinnmilben pro Blatt; n=120) am Standort Oberulrain, Sorte Perle. (Schwarze Pfeile: Raubmilbenausbringung in allen Varianten). Signifikante Unterschiede zwischen Praxis und übrigen Versuchsgliedern (ANOVA, $p=0,0006$).

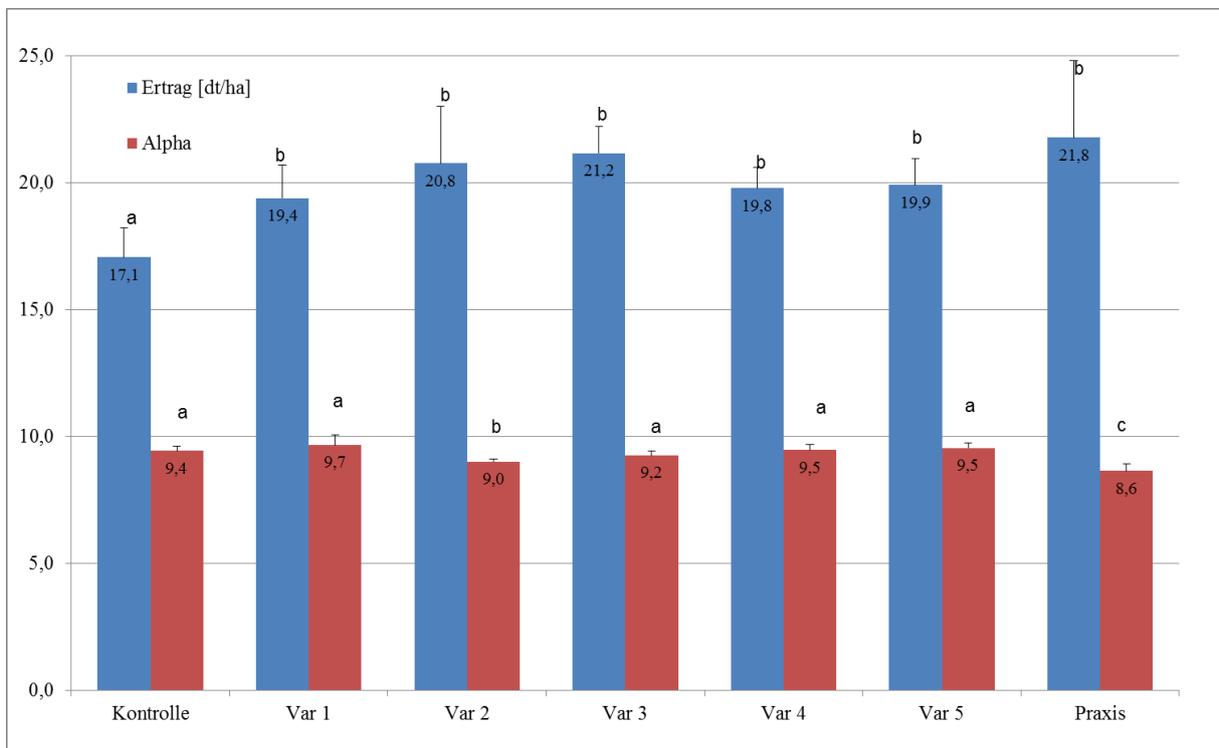


Abb. 32 Ertrag [dt/ha] und Alpha-Säuren [%] 2014 am Standort Oberulrain, Sorte Perle, Ernte 04.09.2014. Signifikante Unterschiede (ANOVA, Ertrag: $p=0,05$; Alpha: $p=0,0005$).

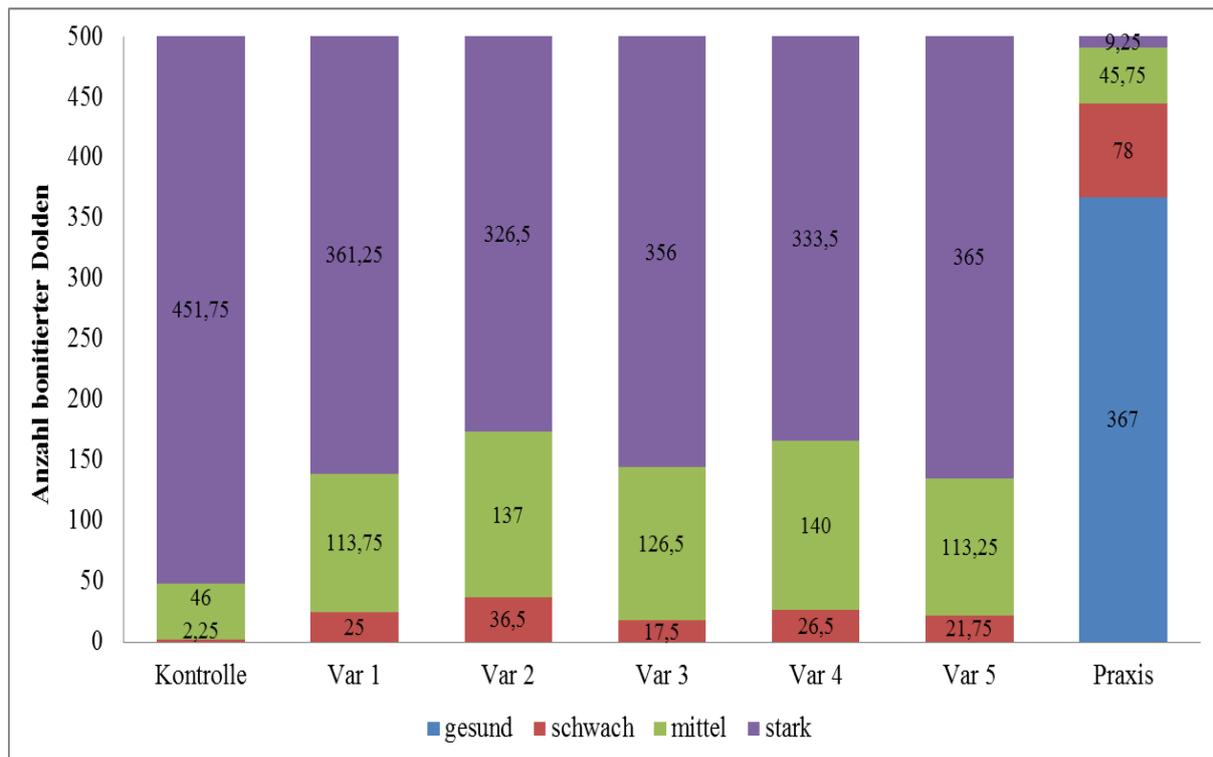


Abb. 33 Doldenbonitur 2014 am Standort Oberulrain, Sorte Perle. Einteilung in Befallsklassen. Signifikante Unterschiede zwischen Praxis und übrigen Versuchsgliedern (ANOVA, $p=0,004$).

4.5.3 Oberulrain 2015

Die Ausbringung von *T. pyri* (zwei Raubmilben pro Aufleitung) und *A. andersoni* (50 Raubmilben/Aufleitung) erfolgte vor einem Befall mit Spinnmilben in KW 23. Im Verlauf der folgenden Wochen stieg die Anzahl der Spinnmilben kontinuierlich an, wobei in KW 28 bereits in allen Varianten die Schadschwelle überschritten wurde.

In KW 36 lag der durchschnittliche Höchstbefall bei 495 Spinnmilben/Blatt in der Variante *A. andersoni* + Rohrschwengel. Den geringsten durchschnittlichen Befall mit 300 Spinnmilben pro Blatt hatte *A. andersoni* aufzuweisen. Insbesondere in Block d brach zu diesem Zeitpunkt die Population der Spinnmilben ein, wobei von dort auch der Befall ausging und signifikant höher gegenüber den Blöcken a bis c war. Zu keinem Zeitpunkt konnten statistische Unterschiede der Raubmilben-Varianten festgestellt werden. Ebenso wenig lag eine Wechselwirkung zwischen Raubmilben und Untersaaten vor. Jedoch waren die Varianten in denen Rohrschwengel ausgesät wurde signifikant höher befallen gegenüber den Varianten ohne Rohrschwengel (Abb. 34)

Zum Ende der Versuchslaufzeit verursachte der Befall in allen Varianten einen erheblichen Ertragsverlust. Die Kontrolle fiel gegenüber der Praxisvariante im Ertrag um 60 % ab und verzeichnete gegenüber allen anderen Varianten den signifikant geringsten Ertrag.

A. andersoni hatte mit 13,3 dt/ha den höchsten Ertrag unter den Raubmilbenvarianten und unterschied sich als einzige Variante nicht signifikant von der Praxis (Abb. 35). Anders als beim Ertrag ergab die Qualität der Dolden (Abb. 36) in allen Varianten einen Totalausfall. Alle Dolden waren zu fast hundert 100 % geschädigt und konnten nur noch im starken Bereich eingestuft werden. Lediglich die Praxis konnte neun gesunde Dolden aufweisen, wobei ein Großteil auch hier bereits im schwachen bis mittleren Bereich befallen war. Die gewogenen Mittel der Kontrolle, sowie der Varianten lagen bei 3,99. Lediglich die Praxis erzielte einen Wert von 2,93.

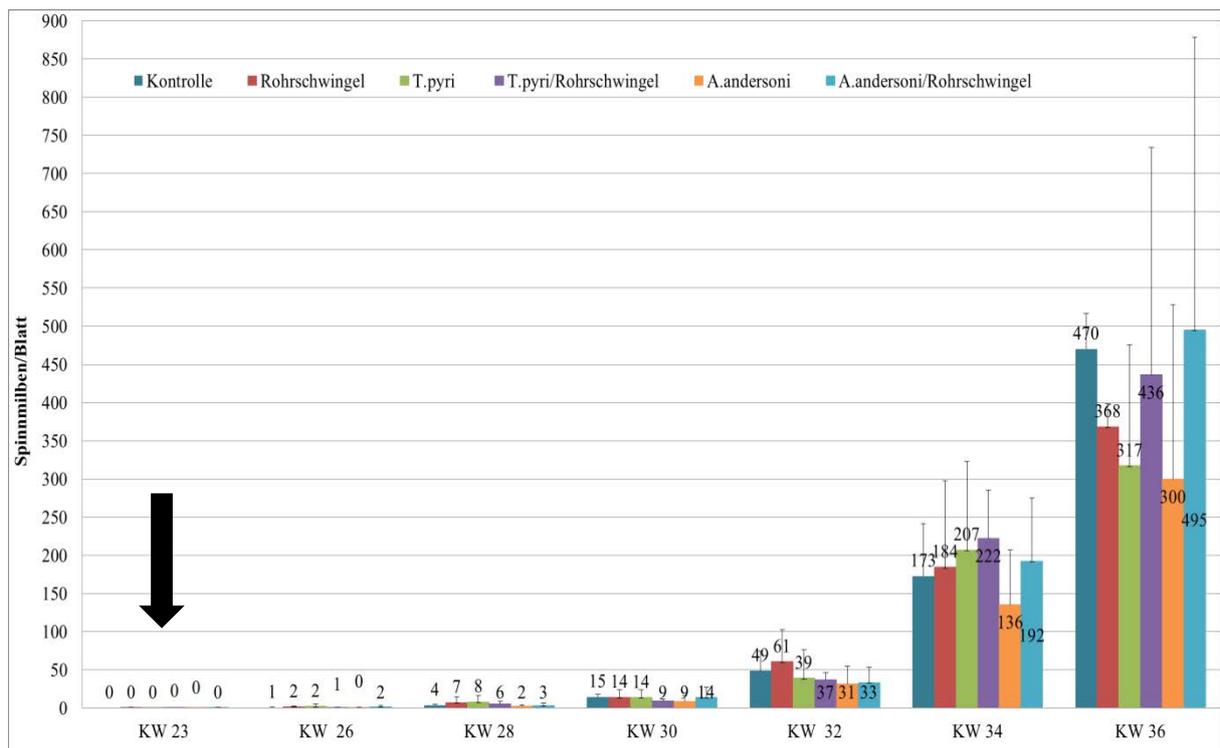


Abb. 34 Befall 2015 (Spinnmilben pro Blatt n=120) am Standort Oberulrain, Sorte Perle. (Schwarzer Pfeil: Raubmilbenausbringung *T. pyri* und *A. andersoni*).

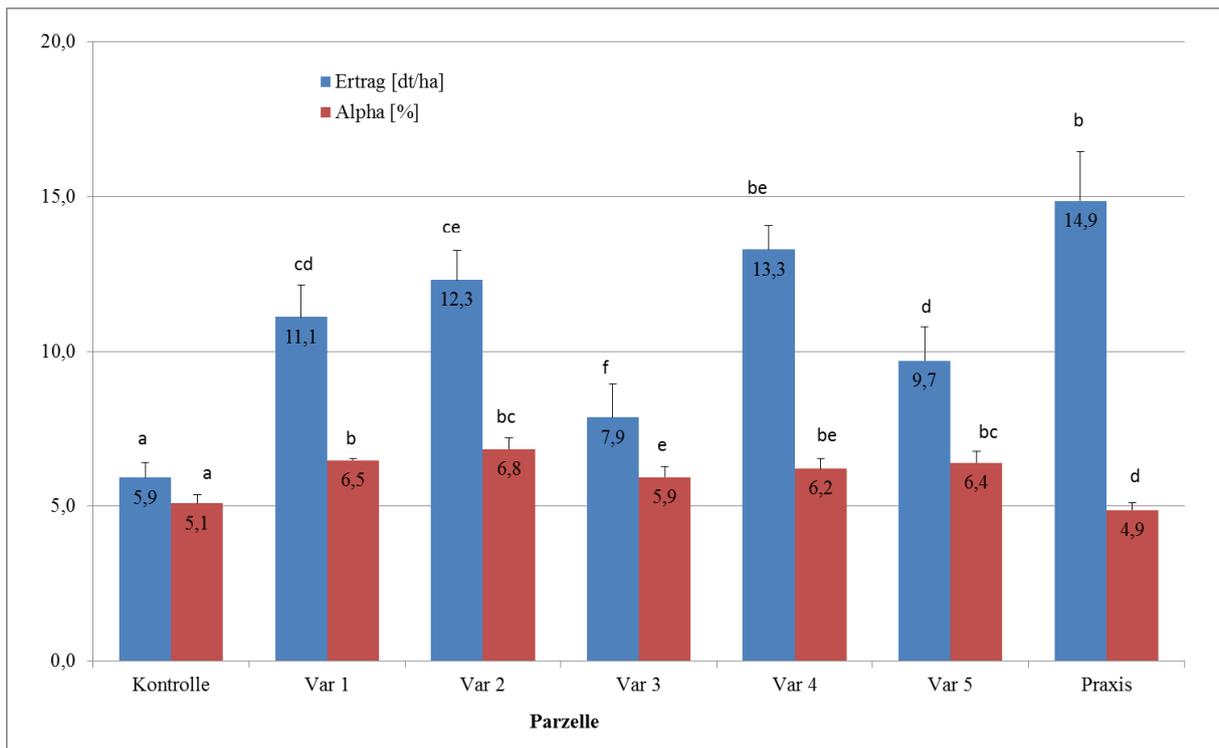


Abb. 35 Ertrag [dt/ha] und Alpha-Säure [%] 2015 am Standort Oberulrain. Unterschiedliche Buchstaben: signifikante Unterschiede; $\alpha \leq 0,05$.

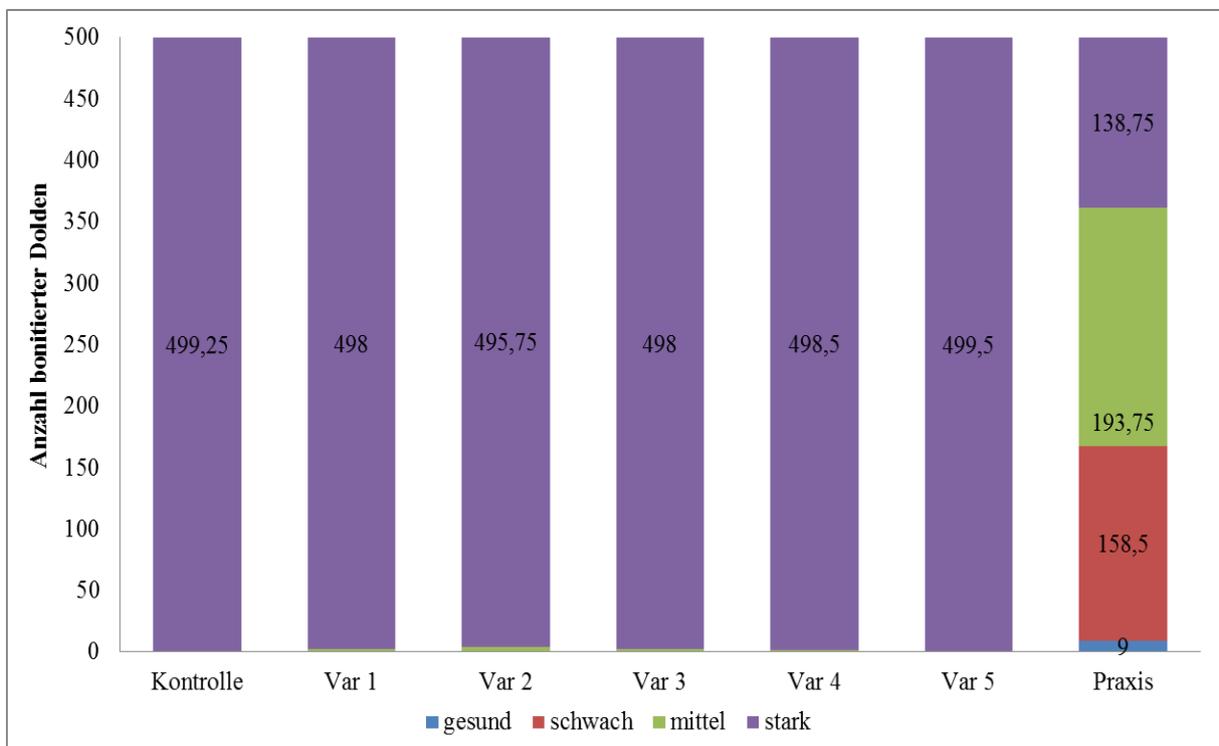


Abb. 36 Doldenbonitur 2015 am Standort Oberulrain, Sorte Perle. Einteilung in die Befallsklassen.

4.6 Raubmilben

Tabelle 10 zeigt die gesamte Anzahl der Raubmilben und Raubmilbeneier, die 2014 im Bestand bei einzelnen Bonituren erfasst wurden. Zur ersten Bonitur wurden an den Standorten Hüll, Großbellhofen, Benzendorf und Oberulrain Adulte und Eier nachgewiesen. In Hüll wurden zum ersten und dritten Boniturtermin Raubmilbeneier im Bestand gefunden. Bei der ersten Bonitur handelte es sich um zwei Raubmilbeneier und eine Raubmilbe in zwei Rohrschwengel-Parzellen. Zwei Boniturtermine später stieg die Anzahl der Raubmilbeneier auf 10 an, wobei diese ungleichmäßig über die gesamte Versuchsanlage verteilt waren.

In Oberulrain wurden in fünf Parzellen zur ersten Bonitur insgesamt 13 Raubmilbeneier gefunden.

Tab. 10: Einzelwerte der gefundenen Raubmilben und Raubmilbeneier pro Bonitur an den verschiedenen Standorten 2014. n: Gesamtzahl bonitierter Blätter pro Termin.

Standort	Bonitur					
	1	2	3	4	5	6
Ursbach n=360	0/0	5/2	0/0	4/19	2/8	-
Hüll n=600	1/2	0/0	0/10	-	-	-
Großbellhofen n=360	0/2	4/4	0/0	2/8	1/14	0/3
Benzendorf n=360	3/9	8/3	0/3	1/6	1/13	3/8
Oberulrain n=720	0/13	7/18	18/45	10/105	4/55	-

4.6.1 Beprobung 2015

- **Ursbach:** Insgesamt wurden 102 Milben aufgefangen, jedoch stand nach der Determination fest, dass es sich bei keiner einzigen Milbe um *T. pyri* handelte.
- **Oberulrain:** alle 12 Parzellen wurden beprobt, in denen Rohrschwengel vorhanden war, wobei lediglich drei Milben gefunden werden konnten bei denen es sich ebenso wenig um *T. pyri* handelte.
- **Hüll:** Vier Parzellen mit Rohrschwengel wurden beprobt und 11 Milben im Alkohol aufgefangen. Darunter befanden sich zwei *T. pyri*. Die restlichen Milben waren anderen Gattungen zuzuordnen.

4.6.2 Beprobung 2016

- **Ursbach:** In 2016 wurden insgesamt 65 Milben separiert. Dabei handelte es sich um 27 Spinnmilben und 36 Milben anderer Gattungen. Zwei Milben wiesen Merkmale von *T. pyri* auf.
- **Hüll:** Bei der Beprobung von Rohrschwengel wurden insgesamt 23 Milben separiert. Es war jedoch keine *T. pyri* dabei. Es handelte sich um zehn Spinnmilben und 13 Milben anderer Gattungen. Die Grünlandmischung wurde ebenfalls beprobt, allerdings war nicht eine einzige Milbe darin aufzufinden
- **Oberulrain:** Die meisten aufgefangenen Milben wies der Standort Oberulrain auf. In der Variante, in der im Vorjahr *T. pyri* ausgebracht worden war, konnten insgesamt 252 Milben separiert werden. Diese verteilten sich auf 216 Spinnmilben und 25 Milben anderer Gattungen. Zwei Milben konnten unter dem Mikroskop nicht identifiziert werden. Daneben wurden acht Milben aufgefangen, die Merkmale von *A. andersoni* aufwiesen. In denjenigen Parzellen, in denen im Vorjahr *A. andersoni* ausgebracht worden war, wurden 283 Milben gefangen. Diese verteilten sich auf 257 Spinnmilben und 20 Milben anderer Gattungen. Drei Milben wurden separiert, die Raubmilben zuzuordnen waren. Drei Milben waren nicht mehr zu identifizieren.

5 Diskussion

Im Versuchsjahr 2013 konnten keine Ergebnisse erzielt werden, da der Befall an allen Standorten zu gering war. Zum Aufbau einer Population benötigen Spinnmilben bestimmte Bedingungen, denen sie im Frühjahr ausgesetzt sind. Insbesondere die Witterungsverhältnisse im Mai spielen dabei eine wichtige Rolle. Nach ZATTLER (1936) sind Durchschnittstemperaturen um 13°C und Niederschläge unter 70 mm für das Entstehen eines starken Spinnmilbenjahres förderlich. Das Jahr 2013 war durch ein nasskaltes Frühjahr geprägt. Die mittleren Temperaturen im Mai lagen unter 13°C und die Niederschlagsmengen deutlich über 70 mm, wodurch sich an keinem Versuchsstandort eine Spinnmilbenpopulation aufbaute, die aussagekräftige Unterschiede der einzelnen Raubmilbeneinsätze erkennen ließ.

Der Befall mit Spinnmilben selbst ergab 2013 im Bestand ein sehr heterogenes Muster und zeigte sich teilweise nur punktuell an einzelnen Blättern. Insbesondere beim Einsatz von *P. persimilis*, der sich monophag von *T. urticae* ernährt, kommt es bei Spinnmilbenmangel zum Zusammenbruch der Population (WALZER 2002). Auch die heimischen Arten *T. pyri* und *A. andersoni* wurden im Bestand kaum wieder gefunden. Am Standort Benzendorf wurde neben den Versuchsvarianten vergleichend auch ein Teil der praxisüblich bewirtschafteten Fläche geerntet. Hier wurde gegen die Gemeine Spinnmilbe 10 %ige Molke appliziert. Wie die Ergebnisse zeigten, waren keine Unterschiede zwischen der Praxis und den übrigen Varianten vorhanden, weder im Ertrag noch zwischen den Alpha-Säuregehalten. Auch die Saugschäden an den Dolden waren überwiegend gering ausgefallen ohne Unterschiede der einzelnen Varianten.

Am Standort Ursbach waren alle drei Versuchsjahre von einem geringen Spinnmilbenbefall geprägt, der weder auf Ertrag noch auf die Alpha-Säuregehalte, als auch auf die Qualität der Dolden Einfluss nahm. Im Laufe der drei Versuchsjahre konnten zu keinem Zeitpunkt statistische Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten festgestellt werden. Dies ist vor allem auf den fehlenden bzw. geringen Spinnmilbenbefall in der Kontrolle zurückzuführen, so dass für diesen Standort keine Aussagen über die Wirksamkeit der Raubmilben getroffen werden können. Die gefundenen Raubmilbeneier in der Kontrolle deuten auf eine schnelle und natürliche Dispersion der Raubmilben hin. Bemerkenswert ist jedoch, dass 2015 trotz eines trockenen und heißen Sommers mit Temperaturen bis zu 39°C gegen Saisonende in der Kontrolle maximal vier Spinnmilben pro Blatt zu verzeichnen waren. Auf vielen anderen Flächen, führte die Witterung zu massivem Spinnmilbenbefall, in Ursbach jedoch nicht. Dort wurden 2015 die heimische Raubmilbenart *T. pyri* auf Filzstreifen und die allochthone Mischung aus *P. persimilis* und *N. californicus* erprobt. Während der Bonituren wurden immer wieder Raubmilbeneier gezählt. Die Anzahl der wiedergefunde-

nen Raubmilben ist im Vergleich zur ausgebrachten Menge jedoch als eher gering einzustufen. Daher kann nicht bewiesen werden, dass das geringe Spinnmilbenaufkommen ausschließlich auf die Raubmilben zurückzuführen ist. Aber es lieferte einen Beweis, dass sich die Raubmilben im Verlauf der Saison im Bestand verteilen und halten konnten.

Am Standort Großbellhofen verlief der Populationsaufbau der Spinnmilben in allen drei Versuchsjahren ähnlich. Zwischen KW 34 und KW 36 bzw. 37 verzeichnete die Population jeweils einen Anstieg um das Vielfache. 2013 und 2014 baute sich zu Beginn der Bonituren in der Anlage eine starke Blattlauspopulation auf, die Mitte August nach einer Periode von Hitzetagen zusammenbrach. Erst mit dem Zusammenbrechen der Blattlauspopulation konnte sich anschließend eine Spinnmilbenpopulation aufbauen. PRUSZYNSKI & CONE (1972) beschrieben für den Hopfen die Nahrungskonkurrenz zwischen Hopfenblattlaus und Spinnmilben. Auch BENKER (1999) sah in seinen Versuchen die Hopfenblattlaus als populationsbegrenzenden Faktor für Spinnmilben.

Auffallend war, dass der Befall in der Kontrolle in allen drei Versuchsjahren stets unter jenen der Raubmilbenvarianten lag. Somit lassen sich auch keine statistisch aussagekräftigen Rückschlüsse hinsichtlich der Wirksamkeit der Raubmilben ziehen. In allen drei Versuchsjahren traten neben Raubmilbeneiern auch die ausgeprägten Spinnmilbenprädatoren *Orius sp.*, *Chrysoperla carnea*-Larven sowie *Stethorus punctillum* auf, die über alle Versuchsglieder hinweg leere Spinnmilbennester hinterließen. Da sowohl Raubmilben als auch natürlich vorhandene Gegenspieler in der Kontrolle anzutreffen waren, kann nicht ausgeschlossen werden, dass dadurch eine Kontrollwirkung gegenüber den eigentlichen Raubmilbenvarianten verwischt wurde und damit auch die geringen Spinnmilbenzahlen erklärbar sind.

Im Jahre 2013 wies *A. andersoni* den höchsten Befall gegen Saisonende mit 13 Spinnmilben pro Blatt gegenüber der Kontrolle (9) und *T. pyri* (11 Spinnmilben) auf. Die Ausbringung erfolgte in Tütchen, die an zwei Stellen pro Bifang in den Bestand gehängt wurden. Punktuell wurden somit einzelne Pflanzen mit Raubmilben überschwemmt, andere Pflanzen erhielten deutlich weniger Nützlinge. Die Methodik der punktuellen Aufhängung von Tütchen ist lediglich sinnvoll, wenn diese in Befallsherde gehängt werden, jedoch nicht, um kurativ flächendeckend einen Befall zu verhindern. Insofern wurde 2014 die Methodik verändert und das Airbug-Verblasegerät zum Einsatz gebracht. Mit dem Einsatz von Streuware konnte die Ausbringungsdichte um ein vielfaches erhöht werden und betrug 125.000 Raubmilben/ha. Nach eigenen Messungen betrug die Arbeitszeit für die Ausbringung 4 Akh, was im Vergleich zu den anderen Methoden die effektivste Ausbringung von Raubmilben in dieser Menge hinsichtlich der Arbeitszeiterparnis darstellt. Durch den Wind, den das Gerät erzeugt, können die Raubmilben auch direkt in höhere Rebenbereiche geblasen

werden, was ein weiterer Vorteil ist. Zum Ausbringungszeitpunkt allerdings befand sich der Hopfen gerade im Stadium BBCH 31, wobei die Blattentwicklung noch gering ausfiel. Ein Teil der Streuware also auch Raubmilben landete somit auch auf dem Boden. Dies könnte dazu führen, dass letztlich zu wenige Raubmilben an der Pflanze ankommen. Auf der anderen Seite könnten aber auch Spinnmilben die sich noch in Bodennähe befinden bereits von den dort landenden Raubmilben erfasst werden. Das geringe Spinnmilbenaufkommen vor allem in der Kontrolle ließ keine Wirksamkeit der Raubmilben erkennen. Die signifikant höheren Erträge der Varianten Rohrschwengel (*T. pyri* wurde in dieser Saison nicht ausgebracht) und *A. andersoni* gegenüber der Kontrolle und Praxis können nicht dem Befall zugeordnet werden, sondern auf unterschiedliche Bodenverhältnisse im Bestand. Dementsprechend war auch keine qualitätsverbessernde Wirkung der applizierten Molke in der praxisüblichen Variante zu erkennen.

In 2015 ist deutlich zu erkennen, dass auch in diesem Jahr das Massenwachstum der Spinnmilben erst zwischen KW 34 und KW 36 einsetzte. Im Gegensatz zum Standort Benzendorf – der nur 3 km entfernt lag – wo der Anstieg der Spinnmilbenpopulation bereits deutlich früher in KW 32 einzusetzen begann. Mit Beginn der Hitzeperiode mit Lufttemperaturen bis zu 39°C entwickelten sich die Spinnmilben am Standort Benzendorf wesentlich schneller. In Großbellhofen jedoch blieben die Spinnmilben acht Wochen lang auf konstant niedrigem Niveau und sogar bis kurz vor Ernte unter der Schadschwelle.

Wesentliche Unterschiede beider Standorte bestehen darin, dass in Großbellhofen Betonsäulen sowie eine Bewässerung installiert sind. In Benzendorf gab es keine Bewässerung, der Boden ist sehr sandig und heizt sich dementsprechend auch sehr schnell auf, so dass hier mikroklimatisch günstige Bedingungen für Spinnmilben herrschen. In Benzendorf stehen zudem Holzsäulen. Auch das könnte für die Besiedlung von Spinnmilben von Vorteil sein. In Betonsäulen können Spinnmilben nicht überwintern. Dies könnten neben den bereits erwähnten Blattläusen weitere Faktoren sein, weshalb am Standort Großbellhofen insbesondere im Jahr 2015 kein nennenswerter Befall herrschte. Auffällig ist jedoch, dass *T. pyri* auf Filzstreifen tendenziell die höchsten Spinnmilbenzahlen aufzuweisen hatte. Möglicherweise dienen die Filzstreifen für Spinnmilben ebenso als gute Nester und fördern einen Befall zusätzlich. Letztlich waren auch 2015 keine statistischen Unterschiede erkennbar.

Am Standort Benzendorf kann für das Jahr 2014 eine Tendenz zugunsten des Mixes abgeleitet werden. Die Variante Mix hatte in diesem Jahr den geringsten Anstieg der Spinnmilben gegenüber der anderen Varianten zu verzeichnen und zur Abschlussbonitur einen um die Hälfte geringeren Befall als die Kontrolle.

Dass keine signifikanten Unterschiede festgestellt worden sind, liegt an den hohen Varianzen, die aus einem inhomogenen Befall der einzelnen Parzellen resultieren.

2015 trat ein Befall auf, der Rückschlüsse auf die Wirksamkeit der Raubmilben, insbesondere des Mixes zuließ. So ist erkennbar, dass der Mix die eindeutig effizientere Variante gegenüber der Ausbringung von *T. pyri* auf Filzstreifen war. Bis zur Abschlussbonitur ist der Spinnmilbenanstieg gegenüber dem der Kontrolle und der *T. pyri*-Variante um ein Vielfaches geringer. Bis KW 32 ist dies mit signifikanten Unterschieden belegt. Mit Beginn der Hitzewelle ab KW 32 setzte eine Massenvermehrung der Spinnmilben ein. Der Befall war sehr heterogen. Insbesondere in den Blöcken c und d, die im südlich ausgerichteten Teil der Anlage angelegt wurden, gelang es *P. persimilis* und *N. californicus* nicht mehr, den Befallsdruck auf einem niedrigen Level zu halten. Im Gegensatz dazu standen die nördlich gelegenen Blöcke a und b, in deren Parzellen deutlich zu erkennen war, dass hier der Mix zu einem geringeren Anstieg der Spinnmilbenzahlen im Vergleich zu Kontrolle und *T. pyri* geführt hatte. Die Wirkung der allochthonen Raubmilben war deshalb ab KW 34 statistisch nicht mehr nachweisbar, sondern nur mehr eine deutliche Tendenz.

Auch wenn eine Wirkung erkennbar war reichte in keinem der beiden Raubmilbenvarianten die Prädation bis zur Ernte aus. Möglicherweise wäre eine dritte Ausbringung des Mixes in der Kalenderwoche 32 sinnvoll gewesen um den Hopfen nochmals mit Raubmilben zu überschwemmen und einen größeren Effekt zu erzielen.

Am Standort Oberulrain konnte von 2013-2015 durchgängig der Einsatz mit *A. andersoni* erprobt werden. Leider blieb die Saison 2013 mangels Befall ergebnislos. Der Fund der Raubmilben im Frühjahr 2014 erfolgte zur ersten Bonitur, bevor neue Raubmilben ausgebracht wurden. In diesen Parzellen wurden im Vorjahr 2013 *T. pyri* und *A. andersoni* eingesetzt. Damit ist ein erster erfreulicher Hinweis geliefert worden, dass es einigen Raubmilben gelungen ist im Hopfengarten zu überwintern und im Frühjahr bereits aktiv die Hopfenpflanze zu besiedeln. Hier ist jedoch nicht geklärt, wo die Raubmilben tatsächlich überwintern konnten, da der Rohrschwengel im Frühjahr 2014 noch nicht ausreichend entwickelt war. Möglicherweise konnten die Hopfensäulen aus Holz als Überwinterungsrefugium gedient haben.

Der eigentliche Einsatz der Raubmilben im Verlauf der Saison 2014 am Standort Oberulrain ist jedoch als Fehlschlag zu interpretieren. Da keine *T. pyri* zur Verfügung standen, wurde als heimische Vergleichsvariante die Raubmilbenart *Amblyseius cucumeris* ausgewählt. Der Fokus lag auf *A. andersoni*. Die Aufwandmenge lag bei 120.000 Raubmilben/ha. Als ersichtlich wurde, dass der Befall weiter anstieg, wurde innerhalb von drei Wochen eine zweite Ausbringung mit der gleichen Menge vorgenommen. Dieser Hopfengarten wurde konventionell bewirtschaftet, wobei die Ent-

laubung mit Reglone erfolgte. Nach der Zulassungsbeschränkung für Reglone ist ein Einsatz generell erst ab 1. Juli eines Jahres erlaubt. Um die Nützlinge nicht zu gefährden, wurde die Spritzung abgewartet und erst anschließend die Ausbringung durchgeführt. Bis zu diesem Zeitpunkt (10 Wochen vor der Ernte) war die Spinnmilbenpopulation bereits auf drei bis sechs Spinnmilben/Blatt angewachsen und in den mittleren Rebenbereich gewandert. Die Spinnmilbenzahl entsprach dem Schadschwellen-Index zwischen 0,5 und 0,6 (Schadschwellenmodell nach WEIHRAUCH 2005b). Zum Einsatzzeitpunkt lag der Befall bereits über der Schadschwelle und die Raubmilben waren nicht mehr in der Lage die Spinnmilben effektiv zu dezimieren. Während der gesamten Versuchslaufzeit konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen der Kontrolle und den Nützlingsvarianten beobachtet werden. *A. andersoni* ist prinzipiell für einen vorbeugenden Einsatz geeignet, d.h. in der Regel muss ein gewisser Besatz vor dem Aufkommen von *T. urticae* vorhanden sein, um diese auf niedrigem Level halten zu können, anstelle diese bei hohem Auftreten zu reduzieren. Nach STRONG & CROFT (1995) können 5-10 Spinnmilben pro Blatt zu einem späteren Zeitpunkt Schäden verursachen, wenn an dieser Schwelle keine Antagonisten vorhanden sind. Eine wesentliche Ursache für den fehlgeschlagenen Einsatz dürfte der Einsatzzeitpunkt gewesen sein. Der Einsatz der Raubmilben hätte wesentlich früher, vor dem Erreichen von drei Spinnmilben pro Blatt erfolgen müssen. Dies wurde 2015 berücksichtigt und der Einsatz erfolgte bereits am 27. Mai. Gleichzeitig wurde auch auf die Anwendung von Reglone verzichtet und stattdessen von Hand entlaubt. In diesem Jahr war auch *T. pyri* auf Filzstreifen erhältlich, so dass diese Raubmilbenart wieder zum Einsatz kam. Nachdem *A. cucumeris* nur als Ersatz diente und die Prädationsleistung nicht zufriedenstellend erschien, wurde der Einsatz dieser Art nicht weiter verfolgt und es wird hier auch nicht näher darauf eingegangen.

Eine genauere Betrachtung der Versuchsjahre 2014 und 2015 für *A. andersoni* lässt durchaus eine gewisse Wirksamkeit vermuten, da *A. andersoni* in beiden Jahren den geringsten durchschnittlichen Befall gegenüber aller anderen Varianten aufwies. Dies kann jedoch nur tendenziell betrachtet werden, da keinerlei statistisch signifikante Unterschiede zur Kontrolle und den anderen Varianten bestanden. 2015 wies die *A. andersoni*- Parzelle auch den höchsten Ertrag unter allen Varianten auf, wobei eine eindeutige Kontrollwirkung gegeben war. Die Kontrolle zeigte sowohl 2014 als auch 2015 signifikante Ertragseinbußen gegenüber der Praxis. Aber auch hier und insbesondere 2015 – trotz frühzeitigem Einsatz – zeigte sich, dass die Prädationsleistung bis zur Ernte nicht ausreichte, um *T. urticae* unter der Schadschwelle zu halten. Im Jahr 2015 war der Befall doppelt so hoch wie 2014, da die trockene Hitze von 2015 den Befall immens förderte. Obwohl KARG (1989) nachweisen konnte, dass *A. andersoni* bevorzugt Baumkronen besiedelt, war die Anzahl der gefundenen Eier

im oberen Rebenbereich sehr gering. Insbesondere im oberen Rebenbereich konnten sich die Spinnmilben ungehindert vermehren, sodass 2015 ein Doldenschaden entstand der zu 100 % im starken Bereich angesiedelt war und letztlich verstärkt durch die Hitze zum Totalausfall führte.

Am Standort Hüll war sowohl die Saison 2013 als auch 2014 von einem niedrigen Spinnmilbenbefall geprägt. Da *T. pyri* in der Versuchssaison 2014 nicht verfügbar war, unterblieb eine Ausbringung ganz. Trotzdem wurden ab Saisonbeginn Bonituren durchgeführt. Dabei wurden Raubmilben und Eier gezählt, sodass davon auszugehen ist, dass auch hier Raubmilben von der Ausbringung 2013 überwintern konnten und wie in Oberulrain aktiv den Hopfen besiedelten. Dies wird vor allem darin deutlich, dass zum dritten Boniturtermin die Anzahl auf insgesamt zehn Raubmilbeneier über die ganze Fläche verteilt anstieg.

Da noch keine Untersaaten vorhanden waren, mussten andere Habitate zur Überwinterung genutzt worden sein. In unmittelbarer Umgebung angrenzend am Hopfengarten befand sich eine Hecke unter anderem mit Haselnuss (*Corylus avellana*). In Studien von BOLLER et al (1988) wurde bereits beschrieben, dass Hecken eine große Rolle beim Auftreten von *T. pyri* spielen bzw. gute Refugien für die Art darstellen. Insbesondere Brombeere *Rubus fruticosus*, Roter Hartriegel *Cornus sanguinea*, aber auch Haselnuss beherbergen hohe Populationsdichten von *T. pyri*. Somit könnte die Haselnuss als Überwinterungsrefugium gedient und durch Wind eine Verbreitung stattgefunden haben. Eine weitere Möglichkeit des genutzten Winterquartiers könnten die Hopfensäulen aus Holz darstellen.

Bei der ersten Beprobung der Rohrschwengel-Untersaat aus 2015 waren zwei Raubmilben der Art *T. pyri* vorhanden. In Anbetracht der riesigen Fläche sind die Zahlen der gefundenen Raubmilben aus 2014 und 2015 verschwindend gering, geben jedoch einen ersten Hinweis, dass sich Raubmilben bereits im Frühjahr 2014 im Hopfengarten aufhielten und an den Hopfenpflanzen vermehren konnten und auch in der Saison 2015 in geringem Umfang halten konnten.

Als Alternative zu den Filzstreifen erfolgte die die Ausbringung 2015 mittels einjähriger Bugruten von Weinstöcken. Im Verlauf der dreijährigen Forschungsarbeiten erwies sich die Ausbringung von besiedelten Bugruten aus Weinanlagen zur Ansiedlung von *T. pyri* im Hopfengarten als bisher effektivste Methode. Die Funde von Raubmilben und deren Eiern ab der ersten Bonitur nach der Ausbringung und während der gesamten Versuchslaufzeit gleichmäßig über alle Parzellen verteilt zeigte, dass die Ansiedlung mit Rebschnitt eine rasche Verteilung förderte.

Trotz der Hitzewelle 2015 unterblieb an diesem Standort eine Massenvermehrung der Spinnmilben und die signifikanten Unterschiede zwischen Kontrolle und *T. pyri*

zeigen eine eindeutige Wirkung der Raubmilben auf, im Gegensatz zur Methode der Filzstreifenausbringung, die Ertragseinbußen an den Standorten Benzendorf und Oberulrain ergeben hatte. Die Ausbringung der Bugruten erfolgte sehr frühzeitig mit acht Raubmilben pro Aufleitung, was höher als die vorherigen Einsatzmengen von *T. pyri* war.

Für den Misserfolg der Filzstreifenmethodik könnte die geringe Ausbringungsmethode eine Rolle spielen. Die Filzstreifen beherbergten bei Lieferungstermin im Februar durchschnittlich 30-40 Raubmilben pro Filz. Nach dreimonatiger Lagerung lag die Mortalität bei über 80 %. Im Durchschnitt blieben pro Filzstreifen nur noch fünf Raubmilben übrig. Umgerechnet wurden durchschnittlich 5.000 Raubmilben/ha ausgebracht was in etwa zwei Raubmilben pro Aufleitung entsprach. Bei Abholung bzw. Schnitt der Bugruten lag die Ausgangsdichte bei 37 Raubmilben pro Knoten. Nach einer dreimonatigen Lagerung überlebten im Schnitt 18 Raubmilben/Knoten, was einer Mortalität von 50 % entsprach. Umgerechnet konnten mit den Bugruten durchschnittlich 30.000 Raubmilben/ha bzw. acht Raubmilben pro Aufleitung ausgebracht werden. Die Mortalität auf den Rebstöcken war mit wesentlich geringeren Verlusten verbunden und dementsprechend waren auch höhere Ausgangsdichten von *T. pyri* möglich.

Vergleiche im Weinbau zeigen, dass sich im Jahresverlauf zwischen 100 und 1.000 Raubmilben auf einem Rebstock aufhalten [1], die bei einer genügend hohen Ausgangsdichte dessen Besiedlung durch Spinnmilben verhindern. Um sich fortzupflanzen und die möglichst hohe Eiablage zu erreichen, sind bei *T. pyri* mehrmalige Paarungen nötig (OVERMEER et al. 1982). Hinsichtlich der geringen Ausbringungsmenge auf den Filzstreifen mit lediglich zwei Raubmilben pro Aufleitung und der enormen Blattmasse des Hopfens dürfte eine Fortpflanzung und somit auch ein Populationsaufbau an den Standorten Benzendorf und Oberulrain für *T. pyri* erschwert gewesen sein. Hat eine Massenvermehrung der Spinnmilben stattgefunden, wie dies während der Hitzewelle 2015 in Oberulrain und Benzendorf der Fall war, kann *T. pyri* den Befall nicht mehr eindämmen (ENGLERT 1982).

Ein weiteres Problem der Filzstreifen stellt der Zeitpunkt des Versands dar. Da die Raubmilben bei 10°C bereits wieder aktiv werden ist es im Obstbau üblich die Filzbänder im Februar in die neuen Anlagen zu hängen, um sie dort anzusiedeln. Im Obstbau ist dies kein Problem, da ja Strukturen vorhanden sind. Im Hopfenbau ist die Lagerung unabdingbar führt aber wie gesagt auch zu Verlusten. Möglicherweise wäre es eine Lösung – um die Lagerungszeit zu verkürzen- die Filzstreifen direkt in den Untersaaten auszubringen und zu beobachten wie die Besiedlung des Hopfens abläuft.

Die Hitze 2015 stellte für den Raubmilbeneinsatz eine enorme Herausforderung dar. Die meisten Raubmilben beanspruchen eine relative Luftfeuchte von 70 bis 95 %. Die Luftfeuchte bildet den kritischen Faktor bei der Besiedlung unterschiedlicher Strata und die Tiere suchen wiederholt mikroklimatisch günstige Stellen auf, wo die Verdunstung vermindert ist (KARG 1989, 1993). Ab Mitte Juni setzte eine Hitzeperiode von mehreren Wochen ein, wobei zeitweise Lufttemperaturen um die 39°C erreicht wurden. Im Hopfengarten insbesondere in den oberen Bereichen können dann Temperaturen um die 50°C herrschen. Mit Beginn der Hitze und der damit einhergehenden Massenvermehrung der Spinnmilben nahm gleichzeitig die relative Luftfeuchte ab, was insbesondere bei *P. persimilis* dazu führt, dass kaum bis keine Entwicklung mehr stattfindet. Dieses Problem wurde bereits mehrfach in der Vergangenheit in Versuchen festgestellt (HIRSCHBERGER 1991; WEIDINGER 1991). Ebenso trocknen die Eier der Raubmilben aus. Während Spinnmilben optimale Entwicklungsbedingungen vorfinden, führt dies bei Raubmilben zu einem begrenzenden Faktor. Die Raubmilben wandern nicht mehr nach oben und dort können sich die Spinnmilben wunderbar vermehren. Dies war unter anderem ein entscheidender Grund für die nachlassende Prädation. Gerade diejenigen Flächen die starke Ertragseinbußen zu verzeichnen hatten, also Benzendorf und Oberulrain, waren auf sandigen Böden angelegt, wobei dort eine stärkere Erhitzung gegeben ist, die den Befall zusätzlich fördert.

Sowohl 2015 als auch 2016 konnten bei den Beprobungen Milben separiert werden. Insbesondere der Standort Oberulrain hatte eine hohe Auffangrate an Milben. Leider stellte sich heraus, dass es sich hauptsächlich um Spinnmilben handelte. Jedoch wird dadurch deutlich dass die angewandte Methodik der Beprobungen eine effektive Möglichkeit darstellt, auf diese Weise Milben nachweisen zu können. In geringem Umfang konnten Milben separiert werden, die Merkmale der eingesetzten Raubmilben aufwiesen, eine eindeutige Zuordnung ob es sich dabei um *T. pyri* oder *A. andersoni* handelte war aber leider nicht möglich. Anders jedoch am Standort Ursbach, wo zwei Milben tatsächlich *T. pyri* zugeordnet werden konnten. Damit ist ein erster Beleg gelungen, dass Rohrschwengel als Refugium dienen kann. Die Grünlandmischung enthielt keine Milben. Hier waren die Untersaaten nicht allzu gut entwickelt, so dass weniger Material als bei Rohrschwengel entnommen wurde. Da es sich um eine zufällige Stichprobennahme handelte ist nicht auszuschließen, dass danebengegriffen wurde. Bei einem höheren Stichprobenumfang wären möglicherweise mehr Arthropoden aufgefangen worden. Deshalb sind langfristige Beprobungen nötig, um gesicherte Aussagen treffen zu können. Bei den hier erbrachten Ergebnissen handelt es sich also nur um erste Hinweise.

6 Angaben zum Nutzen und zur Verwertbarkeit der Ergebnisse

Die im Zuge des Projektes erzielten Ergebnisse und die gewonnenen Erkenntnisse wurden bereits während der Projektlaufzeit kontinuierlich über Vorträge, Publikationen und Arbeitsbesprechungen im Rahmen der Bioland-Tagung an die Öko-Hopfenbauern als Hauptzielgruppe weitergegeben. Ein Teil der Betriebe setzte in der Vergangenheit bereits Raubmilben ein, wobei hier die Bereitschaft der Hopfenbauern herrscht, die im Projekt gewonnenen Ergebnisse sofort in ihre Pflanzenschutzmaßnahmen einfließen zu lassen und die schnelle Verwertbarkeit der Ergebnisse in der praktischen Umsetzung gewährleistet ist. Sofern eine zuverlässige Standardmethode gefunden wird, würden weitere Bauern nachziehen. Leider war es während der Projektlaufzeit nicht möglich eine zuverlässige Standardmethode für den Raubmilbeneinsatz zu entwickeln. Dies war in den Jahren 2013 und 2014 vor allem durch einen witterungsabhängigen geringen Spinnmilbenbefall bedingt, wodurch keine Aussagen zur Wirksamkeit der einzelnen Raubmilben getroffen werden konnten. Auch in der Etablierung der Untersaaten und dem Management ebendieser und der Verfügbarkeit von *T. pyri* traten Probleme auf, wodurch zum jetzigen Zeitpunkt keine Aussage hinsichtlich der dauerhaften Ansiedlung von *T. pyri* getroffen werden kann.

7 Hinweise auf weitere Fragestellungen

In der Saison 2015 hatte sich herausgestellt, dass die Ausbringung von einjährigen Bugruten von Weinreben aus Lagen mit etablierten Raubmilben-Beständen, gegenüber dem Einsatz von Filzstreifen die effektivere Möglichkeit darstellt, *Typhlodromus pyri* in einen Hopfenbestand zu übersiedeln. Es wäre wichtig, diesen Ansatz weiter zu verfolgen. Hierbei stellt sich vor allem die Frage ob acht *T. pyri* pro Aufleitung ausreichend sind, auch zukünftig das Spinnmilbenaufkommen unter der Schadschwelle zu halten.

Um die Mortalität der Raubmilben während der Lagerung – insbesondere bei Filzstreifen – einzudämmen, gilt es zu prüfen ob es sinnvoll ist, die Filzstreifen vorzeitig in den Untersaaten auszubringen.

Die dauerhafte Etablierung von Raubmilben über Untersaaten ist derzeit im Hopfen ebenfalls nur ansatzweise erprobt.

Erst in der letzten Saison vor Projektende, d.h. erst im Frühjahr 2015, waren die in den ersten beiden Projektjahren angelegten Untersaaten ausreichend entwickelt, um Beprobungen vornehmen zu können. Da jedoch in der vorhergehenden Saison (2014) keine *T. pyri* ausgebracht werden konnten, war davon auszugehen, dass keine Raubmilben in den Untersaaten überwintert hatten. Die Beprobungen 2015 zeigten jedoch, dass sich am Standort Hüll zwei *T. pyri* im Rohrschwengel befanden. Auch 2016

konnten Raubmilben in geringem Umfang an verschiedenen Standorten gefunden werden. Somit sind erste Hinweise erbracht, dass Rohrschwengel als Untersaat geeignet sein könnte. Es ist jedoch weiterer Forschungsbedarf vonnöten um langfristige Aussagen treffen zu können.

Ein wichtiges Kriterium für die Ansiedlung der Raubmilben stellt auch das Management der Untersaaten dar. Es hat sich herausgestellt, dass Franzosenkraut und Brennnessel als dauerhafte Untersaat wenig geeignet sind, insbesondere in Hopfenanlagen mit Gefälle, weshalb der Fokus auf Rohrschwengel *Festuca arundinacea*, einer Grünlandmischung und Erdbeeren liegt. Leider konnten zu den Erdbeeren ebenfalls keine Aussagen getroffen werden, da die Bewirtschaftungsweise dieses Hopfengartens eine Bestandsbildung der Erdbeeren erschwerte. Nichtsdestotrotz wäre es wichtig, diesen Ansatz weiter zu verfolgen.

Allgemein ist offen, wann und wie oft die Untersaat gemäht oder gemulcht werden muss bzw. kann, ohne dadurch das Habitat für die Raubmilben zu zerstören. Weiterhin gilt es zu klären, wie lange eine Untersaat stehen bleiben kann, ohne Einfluss auf das Bodengefüge zu nehmen sowie zu einer Wasser- und Nährstoffkonkurrenz für den Hopfen zu werden

8 Zusammenfassung

Im Rahmen eines von der BLE geförderten dreijährigen Projektes zum Einsatz und der Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle wurden an fünf Versuchsstandorten sowohl verschiedene Raubmilbenarten, als auch Methoden der Ausbringung getestet. Ein Ziel war es den Einsatz gezüchteter Raubmilben hinsichtlich der Ausbringungsmethode, der Freilassungsmenge und des Ausbringungszeitpunkts zu optimieren, um eine Standardmethode zu entwickeln die eine zuverlässig wirksame Methode gegen Spinnmilben darstellt. Dabei wurden die autochthonen Raubmilben (a) *Typhlodromus pyri* und (b) *Amblyseius andersoni* eingesetzt. Vergleichend wurde eine Mischung aus den allochthonen Raubmilbenarten (c) *Phytoseiulus persimilis* und *Neoseiulus californicus* auf ihre Effektivität im Freiland untersucht. Im Fokus stand aber die dauerhafte Ansiedlung der heimischen Art *Typhlodromus pyri*. Da im Hopfen bei der Ernte alle brauchbaren Strukturen für eine Überwinterung vom Feld gefahren werden, sollten Überwinterungsstrukturen durch Untersaaten in den Fahrgassen geschaffen werden. Dafür wurden Rohrschwengel *Festuca arundinacea*, eine Grünlandmischung (BQDSM-2a) und Erdbeeren getestet. Während der dreijährigen Forschung und insgesamt 15 Versuchen lieferten nur zwei Versuche eindeutige Ergebnisse. Es stellte sich heraus, dass die effektivste Methode der Bekämpfung von *T. urticae* das Anbringen von einjährigen Bugruten von Weinreben ist. Dabei wurden die Spinnmilben in einem starken Befallsjahr signifikant unter Schadschwelle gehalten, was darauf zurückzuführen ist, dass eine höhere Anzahl an Raubmilben im Bestand ausgebracht werden konnte. Daneben erwies sich der Mix aus *P. persimilis* und *N. californicus* als effektiv. Im Frühjahr 2014 wurden zu Boniturbeginn vor einer Ausbringung neuer Raubmilben erstmals Raubmilben und Raubmilbeneier im Bestand an zwei Standorten gefunden die sich offenbar am Hopfen halten und aktiv verbreiten konnten. Bei Beprobungen von Rohrschwengel im Frühjahr 2015 und 2016 wurden ebenfalls in geringem Umfang Raubmilben aufgefangen. Damit ist ein erster Hinweis gegeben, dass Rohrschwengel als Refugium für Raubmilben dienen kann. Weitere Beprobungen und Beobachtungen sind jedoch vonnöten um gesicherte Aussagen zum Überwinterungsverhalten machen zu können.

9 Literaturverzeichnis

- AGUILAR-FENOLLOSA E., PASCUAL-RUIZ S., HURTADO A.M. & JACAS J.A. 2011a. Efficacy and economics of ground cover management as a conservation biological control strategy against *Tetranychus urticae* in Clementine mandarin orchards. *Crop Protection* 30: 1328-1333.
- AGUILAR-FENOLLOSA E., IBÁÑEZ-GUAL M.V., PASCUAL-RUIZ S., HURTADO M. & JACAS J.A. 2011b. Effect of ground-cover management on spider mites and their phytoseiid natural enemies in clementine mandarin orchards (I): Bottom- up regulation mechanism. *Biological Control* 59: 158-170.
- AGUILAR-FENOLLOSA E., IBÁÑEZ-GUAL M.V., PASCUAL-RUIZ S., HURTADO M. & JACAS J.A. 2011c. Effect of ground-cover management on spider mites and their phytoseiid natural enemies in clementine mandarin orchards (II): Top-down regulation mechanism. *Biological Control* 59: 171-179.
- BENKER U. 1999. Untersuchungen zur Populationsdynamik von *Tetranychus urticae* Koch und *Phorodon humuli* Schrank sowie ihrer biologischen Kontrolle durch *Typhlodromus pyri* (Scheuten) und *Orius majusculus* (Reuter) in Niedrig- und Hochgerüstanlagen des Hopfens (1993-1997). Dissertation. Technische Universität München, Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, Lehrstuhl für Phytopathologie.
- BOLLER E.F., REMUND U. & CANDOLFI M.P. 1988. Hedges as potential sources of *Typhlodromus pyri*, the most important predatory mite in vineyards of northern Switzerland. *BioControl* 33: 249-255.
- ENGEL R. 1991. Der Einfluss von Ersatznahrung, Wirtspflanze und Mikroklima auf das System *Typhlodromus pyri* Scheuten (Acari, Phytoseiidae) – *Panonychus ulmi* Koch (Acari, Tetranychidae) im Weinbau. Dissertation, Institut für Phytomedizin der Universität Hohenheim.
- ENGELHARD B. 1998. Pflanzenschutz im Hopfen. Spinnmilbenbesiedlung und Befallsentwicklung. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Jahresbericht 1997: 92.
- ENGELHARD B. & BENKER U. 2000. Untersuchungen zum Biologischen Pflanzenschutz im Hopfen, zur dauerhaften Etablierung von Nutzorganismen in Hopfengärten. In: Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Jahresbericht 1999: 3.

- ENGELHARD B. & WEIHRAUCH F. 2005. Prüfung produktionstechnischer Maßnahmen für den ökologischen Hopfenbau. Abschlussbericht. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Hopfenforschungszentrum Hüll.
- ENGELHARD B. & WEIHRAUCH F. 2008. Einsatz von Raubmilben zur Spinnmilbenkontrolle in Hopfengärten. In: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Freising, Jahresbericht 2007:65-67.
- ENGLERT W.D & MAIXNER M. 1988. Biologische Spinnmilbenbekämpfung im Weinbau durch Schonung der Raubmilbe *Typhlodromus pyri*. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land-und Forstwirtschaft 245: 290-291.
- HILL G.K. & SCHLAMP H.A. 1985. Über den Nutzen der Nützlinge im Weinbau. *Der deutsche Weinbau* 40: 437-439.
- HIRSCHBERGER G. 1991. Bekämpfung der Roten Spinnmilbe mit *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) im Hopfenbau. Diplomarbeit, Technische Universität München, Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, Freising-Weihenstephan.
- KARG W. 1989. Die ökologische Differenzierung der Raubmilbenarten der Überfamilie Phytoseioidea Karg (Acarina, Parasitiformes). *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere* 116: 31-46.
- KARG W. 1993. Acari (Acarina), Milben Parasitiformes (Anactinochaeta) Cohors Gamasina (Leach) Raubmilben. 2. Auflage. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- MARKÓ V., JENSER G., MAHÁLYI K., HEGY T. & BALÁZS K. 2012. Flowers for better pest control? Effects of apple orchard ground cover management on mites (Acari), leafminers (Lepidoptera, Scitellidae), and fruit pests. *Biocontrol Science and Technology* 22: 39-60.
- MÖLLERS A. 1991. *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) als Prädator von *Tetranychus urticae* (Koch) – Beurteilung der Effektivität in Hopfengärten. Diplomarbeit, Technische Universität München, Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, Freising-Weihenstephan.
- OVERMEER W.P.J., DOODEMAN M. & VAN ZON A.Q. 1982. Copulation and egg production in *Amblyseius potentillae* and *Typhlodromus pyri* (Acari, Phytoseiidae). *Journal of applied Entomology* 93: 1-11.
- PRUSZYNSKI S. & CONE W.W. 1972. Relationship between *Phytoseiulus persimilis* and other enemies of the two-spotted spider mite on hops. *Environmental Entomology* 1: 431-433.

- SCHWEIZER C. 1992. Einfluss von Unkraut auf Spinnmilben in Hopfenkulturen. *Landwirtschaft Schweiz* 5: 597-599.
- STRONG W.B. & CROFT B.A. 1995. Inoculative release of phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae) into the rapidly expanding canopy of hops for control of *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). *Biological Control* 24: 446-453.
- WALZER A. 2002. Zeitlich gestaffelter Einsatz der Raubmilben *Neoseiulus californicus* und *Phytoseiulus persimilis* (Acari, Phytoseiidae) zur nachhaltigen biologisch/integrierten Spinnmilbenbekämpfung im Gartenbau – Evaluierung einer neuen Ausbringungsstrategie. Endbericht Forschungsprojekt 1184, Institut für Zoologie, Abt. Evolutionsbiologie der Universität Wien.
- WEIDINGER A. 1991. Effektivität der Raubmilbe *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) auf Populationen von *Tetranychus urticae* (Koch) in zwei Hopfengärten. Diplomarbeit, Technische Universität München, Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, Freising-Weihenstephan.
- WEIHRAUCH F. 1997. Beeinflussung von Spinnmilbenpopulationen am Hopfen durch Untersaaten und Insektenleim-Barrieren. In: Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Sonderkultur Hopfen Hüll, Jahresbericht 1996: 92-95.
- WEIHRAUCH F. 2003. Praxisnaher Einsatz von *Typhlodromus pyri* zur Kontrolle von *Tetranychus urticae* in der Sonderkultur Hopfen: Probleme und Perspektiven (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Phytomedizin* 33: 39-40.
- WEIHRAUCH F. 2005a. Stand der Dinge bei Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur Kontrolle von *Tetranychus urticae* in der Sonderkultur Hopfen (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Phytomedizin* 35: 33-34.
- WEIHRAUCH F. 2005b. Evaluation of a damage threshold for two-spotted spider mites, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), in hop culture. *Annals of applied Biology* 146: 501-509.
- WEIHRAUCH F. 2007. Einsatz von Raubmilben zur Spinnmilbenkontrolle in Hopfengärten. In: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Freising, Jahresbericht 2007: 68-71.
- [1] <https://www.oekolandbau.de/erzeuger/pflanzenbau/allgemeiner-pflanzenbau/pflanzenschutz/nutzorganismen/raubmilben/typhlodromus-pyri/>

10 Öffentlichkeitsarbeit

10.1 Vorträge

Jereb M., Schwarz J. & Weihrauch F.: Vorstellung des BÖLN-Projektes „Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen“. 32. Tagung des DPG & DGaaE-Arbeitskreises “Nutzarthropoden und Entomopathogene Nematoden“, Darmstadt, 10.12.2013

Jereb M., Schwarz J. & Weihrauch F.: Raubmilbeneinsatz - Ergebnisse 2013. Hopfenbau-Tag des Bioland-Arbeitskreises Hopfen, Berching, Kloster Plankstetten, 04.02.2014

Jereb M., Schwarz J. & Weihrauch F.: Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen. Öko-Landbau-Tag 2014 der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Triesdorf, 09.04.2014

Jereb M. & Weihrauch F.: Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen. 59. Deutsche Pflanzenschutztagung, Freiburg i.Br., 23.09.2014

Jereb M. & Weihrauch F.: Einsatz und Etablierung von Raubmilben - Ergebnisse 2014. 33. Tagung des DPG & DGaaE-Arbeitskreises “Nutzarthropoden und Entomopathogene Nematoden“, Veitshöchheim, 25.11.2014

Jereb M.: Ergebnisse 2014. Hopfenbau-Tag des Bioland- Arbeitskreises Hopfen, Berching, Kloster Plankstetten, 03.02.2015

Jereb M.: Methoden der Raubmilbenausbringung. Feldtag der LfL am Betrieb Obster, Buch bei Aiglsbach, 23.06.2015

Jereb M.: Methoden der Raubmilbenausbringung. 55. Kongress des Internationalen Hopfenbaubüros IHB, Hüll, 29.07.2016

Weihrauch F. & Jereb M.: Einsatz und Etablierung von Raubmilben-Ergebnisse 2015. 34. Tagung des DPG & DGaaE-Arbeitskreises “Nutzarthropoden und Entomopathogene Nematoden“, Hannover, 01.12.2015

Jereb M.: Status quo der Versuche 2015. Hopfenbautag des Bioland-Arbeitskreises Hopfen, Berching, Kloster Plankstetten, 02.02.2016

Jereb M. & Weihrauch F.: Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle im Hopfenbau: Hintergründe und Erkenntnisse nach drei Jahren Projektlaufzeit. Sitzung des Technisch-Wissenschaftlichen Arbeitsausschusses der Gesellschaft für Hopfenforschung e.V., Aldersbach, 10.05.2016

10.2 Veröffentlichungen

- JEREB M., SCHWARZ J. & WEIHRAUCH F. 2014. Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen. In: Wiesinger K., Cais K. & Obermaier S. (Ed.), Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern. Öko-Landbau-Tag 2014 am 9. April 2014 in Triesdorf. *Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft* 2/2014: 181-184
- JEREB M., SCHWARZ J. & WEIHRAUCH F. 2014. Use and establishment of predatory mites for sustainable control of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) in hop. *DGaaE-Nachrichten* 28 (1): 47-48
- JEREB M., SCHWARZ J. & WEIHRAUCH F. 2014. Einsatz und Etablierung von Raubmilben zur nachhaltigen Spinnmilbenkontrolle in der Sonderkultur Hopfen. *Julius-Kühn-Archiv* 447 [59. Deutsche Pflanzenschutztagung, 23.-26. September 2014, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg; Kurzfassungen der Beiträge]: 114-115
- JEREB M., SCHWARZ J. & WEIHRAUCH F. 2015. Use and establishment of predatory mites for sustainable control of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) in hop: report of the second season. *DGaaE-Nachrichten* 29 (1): 27

10.3 Presseberichte zum Forschungsvorhaben

- Hier wird die Zukunft gestaltet. Exkursion nach Hüll. *Hopfen-Rundschau* 66 (08): 312-313 [August 2015].
- Feldtag am Betrieb Obster aus Buch rund um das Thema Spinnmilbenbekämpfung. *Hopfen-Rundschau* 66 (08): 328-329 [August 2015].
- Hier wird die Zukunft gestaltet. Exkursion nach Hüll und Besichtigung der Firma Hopsteiner Hopfenverarbeitung. *Hopfen-Rundschau International* 2015/2016: 17-21 [Oktober 2015].

Danksagung

Danke an die Versuchslandwirte, A. Widmann, G. Prantl und M. Eckert für die Kooperation und die Bereitstellung der Versuchsflächen. Dank auch an J. Ostler für die zuverlässige und gewissenhafte Bewirtschaftung der Versuchsfläche und die aufgebraachte Geduld beim Anblick des missglückten Versuchs 2015.

Ein besonderer Dank geht an U. Hetterling und Dr. F. Louis vom DLR Rheinpfalz für die kostenlose Bereitstellung der einjährigen Bugruten zur Ansiedlung von *T. pyri* und ihrem Interesse an diesem Forschungsprojekt.

Danken möchte ich auch M. Maier für die Pflege der Erdbeeren. Ebenso ein Dank an die Damen der Züchtung, E. Hock, U. Pflügl und A. Zimmermann, für die Hilfe bei der Pflanzung der Erdbeeren.

Für die Hilfe bei allen anfallenden Arbeiten ein Dank an die Kolleginnen und Kollegen A. Baumgartner, O. Ehrenstrasser und M. Felsl , aber insbesondere an D. Eisenbraun für die stete Hilfsbereitschaft im Team.

Zu guter Letzt ein besonderer Dank an die Projektleitung F. Weihrauch für die Unterstützung in allen Belangen des Projektes.

Hüll, den 31. Mai 2016