

Baumwanzen an Birnen



Dr. Fabian Cahenzli, Dr. Claudia Daniel

26.11.2019

I. Zusammenfassung

In drei verschiedenen Versuchen wurde getestet, ob ein repellenter Belag mit Kaolin (Surround WP) oder Schwefelkalk (Curatio) auf den Bäumen vor (BBCH 54-59) und nach (BBCH 69) der Blüte Schäden an Birnen durch die rotbeinige Baumwanze *Pentatoma rufipes* verringern kann. Im Gegensatz zu vorherigen Jahren konnte die rotbeinige Baumwanze im 2019 in den untersuchten Birnenanlagen aber nicht nachgewiesen werden und verursachte keine nennenswerten Schäden. Deshalb kann mit den durchgeführten Versuchen keine Aussage bezüglich Wirkung von Kaolin oder Schwefelkalk zur Repellenz gegen *P. rufipes* gemacht werden. Unerwarteter Weise verursachte aber die eingeschleppte marmorierte Baumwanze *Halyomorpha halys* in allen drei untersuchten Birnenanlagen z. T. massive Schäden. Zukünftige Kontrollstrategien müssen daher beide Baumwanzenarten tangieren. Ob Kaolin und Schwefelkalk zu späteren Zeitpunkten in der Saison *H. halys* abwehren können muss in zukünftigen Studien untersucht werden.

2. Einleitung

Das verstärkte Aufkommen einheimischer und die Ausbreitung invasiver Baumwanzen (Pentatomidae) stellen die Obstproduktion vor neue und massive Herausforderungen. Die einheimische rotbeinige Baumwanze *Pentatoma rufipes* L entwickelt sich dank wärmeren Frühjahrstemperaturen besser und wird mehr und mehr zum Problemschädling im Apfel-, Birnen- und Aprikosenanbau (Beliën et al., 2015; Kehrli et al., 2011; König, 2015; Trautmann & Wetzler, 2010). Dazu bedrohen auch eingeschleppte, invasive Arten die Kulturen. Die asiatische marmorierte Baumwanze *Halyomorpha halys* STÅL konnte sich seit ihrer Einschleppung nach Zürich im Jahr 2004 in vielen Gebieten der Schweiz und ganz Europa ausbreiten und verursacht Schäden an Beeren, Steinobst, Kernobst, Reben, Gemüse und Ackerkulturen (Haye et al., 2015; Maistrello et al., 2017). In Norditalien wurden zwischen 2014 und 2016 in Birnenanlagen teilweise über 90 % beschädigte Früchte dokumentiert (Maistrello, 2017). Wanzenschäden an Birnen in der Schweiz wurden bisher aber durch *P. rufipes* verursacht. Äusserlich erkennbar sind Wanzenschäden als Einsenkungen der Fruchtoberfläche und Deformationen der Birnen, wobei das darunterliegende Fruchtfleisch durch Bildung von Steinzellen stark verhärtet sein kann (Steinigkeits oder Steinfrüchtigkeit) (König, 2015; Maistrello et al., 2017). Diese Schäden entstehen durch die stechend-saugenden Mundwerkzeuge der Wanzen (König, 2015). Die Folgen für die hiesige Obstproduktion können weitreichend sein, denn je nach Jahr, Standort, Kultur und Sorte kann der Ernteausschlag nahezu 100 % betragen (Kehrli et al., 2011; König, 2015). Studien, vor allem mit synthetischen Insektiziden, aus dem Ausland zeigen, dass es gegen die marmorierte Baumwanze einige wirksame Pflanzenschutzmittel gibt. Viele geprüfte Wirkstoffe sind aber nur bei direktem Kontakt mit dem Insekt wirksam (Kuhar & Kamminga, 2017; Leskey et al., 2012; Leskey et al., 2014; Morehead & Kuhar, 2017). Derzeit gibt es in der Schweiz weder für die integrierte Produktion noch für den Biolandbau zugelassene Pflanzenschutzmittel oder geprüfte Kulturmassnahmen zur Bekämpfung von Baumwanzen. Da in den letzten Jahren *P. rufipes* vermehrt Schäden an Birnen verursachte, wurde in drei verschiedenen Versuchen getestet, ob

ein repellenter Belag mit Kaolin oder Schwefelkalk vor und nach der Blüte Wanzen Schäden durch *P. rufipes* verringern kann. Der Belag zu diesem frühen Zeitpunkt in der Fruchtentwicklung stellt kein Problem für die Qualität der Früchte bei der Ernte dar. Kehrli et al. (2011) zeigte, dass die Nymphen der rotbeinigen Baumwanze vor allem nach der Blüte Schaden an den Birnen verursachen. Bei *H. halys* hingegen erscheinen im Frühjahr im April zuerst die überwinterten Adulten (Haye et al., 2014) und *H. halys* ist erst Anfangs Juli richtig aktiv bei der Fortpflanzung und der Populationshöhepunkt ist Ende Sommer (Haye et al., 2014). Weisse Spritzbeläge mit Kaolin wären zu diesem späteren Zeitpunkt betreffend der optischen Fruchtqualität eher problematisch. Wegen der unterschiedlichen Phänologie der beiden Wanzenarten in Verbindung mit Beeinträchtigungen der Früchte und *P. rufipes* als bisherigem Hauptschädling bei Birnen in der Schweiz, wurde in diesen Versuchen die Kontrolle der rotbeinigen Baumwanze vor und nach der Blüte in den Fokus gestellt.

3. Material & Methoden

3.1 Versuch I - Kaolin

3.1.1 Versuchsaufbau

Surround® WP (95 % Kaolin, Stähler Suisse SA) hat eine Bewilligung vom BLW zur Bekämpfung des Birnblattsaugers und ist auf der Betriebsmittelliste für den biologischen Landbau gelistet. Kaolin, gespritzt in Suspension, hinterlässt einen weissen Belag auf den behandelten Pflanzenteilen, welcher repellent/störend auf Baumwanzen wirken kann (Kuhar et al., 2019).

In der Birnensortenprüfung am FiBL in Frick AG (Tabelle 1) wurden vor (BBCH 54-59) und nach (BBCH 69) der Blüte Birnbäume mit 2 % Surround® WP behandelt. Am 11.4.2019 wurden mit einer motorisierten Honda Rückenspritze Typ WJR 2525 und einer Yamaha Typ 20-10 Düse insgesamt 5.2 l Spritzbrühe in drei Blöcken (à drei Bäume der Sorten Eliot, NP 3048 und Concorde) appliziert. Am 24.4.2019 wurden insgesamt 9 l Spritzbrühe in den Sorten Eliot, Celina, Kristina und NP 452 (drei Bäume pro Block) appliziert. Von jeder behandelten Sorte wurde zudem ein Block mit vier Bäumen unbehandelt zur Kontrolle belassen. Die behandelten und unbehandelten Blöcke wurden nicht zufällig in der Reihe verteilt, sondern getrennt angelegt. Dies, weil bei der geringen Beblätterung und dem leicht bis mittel starken Wind zum Zeitpunkt der Applikationen eine Abdrift auf die unbehandelten Kontrollbäume hätte passieren können.

**Tabelle I: Behandlung mit Kaolin
im Versuch I**

Position	Sorte	Behandlung
56	Conference	unbehandelt
55	Conference	unbehandelt
54	Conference	unbehandelt
53	Conference	unbehandelt
52	Eliot	unbehandelt
51	Eliot	unbehandelt
50	Eliot	unbehandelt
49	Eliot	unbehandelt
48	NP 3048	unbehandelt
47	NP 3048	unbehandelt
46	NP 3048	unbehandelt
45	NP 3048	Vor d. Blüte
44	ACW 3764	unbehandelt
43	ACW 3764	unbehandelt
42	ACW 3764	unbehandelt
41	ACW 3764	unbehandelt
40	NP 452	unbehandelt
39	NP 452	unbehandelt
38	NP 452	unbehandelt
37	NP 452	unbehandelt
36	Kristina	unbehandelt
35	Kristina	unbehandelt
34	Kristina	unbehandelt
33	Kristina	unbehandelt
32	Celina	unbehandelt
31	Celina	unbehandelt
30	Celina	unbehandelt
29	Celina	unbehandelt
28	Concorde	unbehandelt
27	Concorde	unbehandelt
26	Concorde	unbehandelt
25	Concorde	unbehandelt
24	ACW 3764	unbehandelt
23	ACW 3764	unbehandelt
22	ACW 3764	unbehandelt
21	Eliot	Vor d. Blüte
20	Eliot	Vor d. Blüte
19	Eliot	Vor d. Blüte
18	Celina	Nach d. Blüte
17	Celina	Nach d. Blüte
16	Celina	Nach d. Blüte
15	Conference	Nach d. Blüte
14	Conference	Nach d. Blüte
13	Conference	Nach d. Blüte
12	Concorde	Vor d. Blüte
11 (Lockfalle)	Concorde	Vor d. Blüte
10	Concorde	Vor d. Blüte
9	NP 3048	Vor d. Blüte
8	NP 3048	Vor d. Blüte
	Ausfall	
6	Kristina	Nach d. Blüte
5	Kristina	Nach d. Blüte
4	Kristina	Nach d. Blüte
3	NP 452	Nach d. Blüte
2	NP 452	Nach d. Blüte
1	NP 452	Nach d. Blüte

3.1.2 Erhebungen

Ab dem 24.4.2019 war eine Pheromonfalle für *H. halys* am Baum Nummer elf installiert. Die Falle war mit dem Aggregationspheromon Pherocon® BMSB dual lure for Brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* & others (Product Code: 3718-01, Lot number 79850948, Trécé Incorporated) bestückt. Das Pheromon wurde am 28.6.2019 erneuert. Die Anzahl Wanzen in und im Umkreis von 1-2 Bäumen zur Lockfalle wurden wöchentlich gezählt. Am 16.5.2019 und 6.6.2019 wurden Klopfproben durchgeführt. Dazu wurden pro Baum an einem Ast mit drei Schlägen mit einem Stock Insekten in einen Trichter (Trichteröffnung 0.44 m × 0.58 m) geklopft. Am 2.8.2019 und 4.9.2019 wurden je Baum von beiden Seiten Birnen zufällig ausgewählt und auf Deformationen durch Wanzenstiche bonitiert. Wegen des unterschiedlichen Alters und Sortenzugehörigkeit war der Fruchtbehang der Bäume sehr unterschiedlich. Deshalb wurde keine einheitliche Anzahl Früchte pro Baum untersucht, was aber bei der statistischen Datenanalyse berücksichtigt wurde.

3.1.3 Statistische Datenanalyse

Das Verhältnis von deformierten zu unbeschädigten Birnen wurde bei beiden Boniturterminen mit *generalized additive mixed models* (Wood, 2011) mit binomial verteilten Fehlern analysiert. Die Modelle enthielten die *fixed effects* Behandlung (unbehandelte Kontrolle, vor der Blüte, nach der Blüte) und eine Splinkurve für den nicht linearen Zusammenhang zur Position innerhalb der Reihe und somit zur Pheromonfalle für *H. halys*. Zudem wurde die nicht zufällige Zuordnung der Behandlung innerhalb der Baumreihe durch den *random effect* Sorte berücksichtigt. Da die Behandlung zu beiden Boniturterminen keinen signifikanten Einfluss auf den Anteil deformierter Früchte hatte, wurden in einem zweiten Schritt die Daten der unbehandelten Sorte ACW 3764 in die Analyse miteinbezogen, dafür aber die erklärende Variable Behandlung weggelassen. Somit konnte der Positionseffekt zur Falle in einer kontinuierlicheren Datenreihe analysiert werden. Varianzhomogenität und Unabhängigkeit der Residuen wurden bei den minimal adäquaten Modellen optisch überprüft. Alle statistischen Analysen (Versuch 1 & 3) wurden mit R 3.5.1 (R Development Core Team, 2016) durchgeführt.

3.2 Versuch 2 – Schwefelkalk vs. unbehandelte Kontrolle

3.2.1 Versuchsaufbau

Curatio (30 % Schwefelkalk, Andermatt Biocontrol AG) hat eine Bewilligung vom BLW zur Anwendung gegen Schorf in Birnen und ist auf der Betriebsmittelliste für den biologischen Landbau gelistet. Der Schwefelkalk, gespritzt in Suspension, hinterlässt auf den behandelten Pflanzenteilen einen für die Wanzen möglicherweise repellenten Belag. Produzenten in der Ostschweiz berichteten von reduzierten Wanzenschäden nach dem Einsatz von Curatio (pers. Kommentar A. Ackermann 2019).

In einer Reihe Birnen in Egg ZH wurden vor der Blüte (BBCH 57-59) am 6.4.2019 vom Produzenten maschinell 2 % Curatio (50 l Spritzbrühe) und nach der Blüte (BBCH 69) am

29.4.2019 5 % Curatio (20 l Spritzbrühe) auf insgesamt acht Bäume der Sorte Harrow Sweet, 21 Concorde und 22 Conference appliziert. Acht Bäume der Sorte Conference wurden nicht behandelt (Tabelle 2). Wegen des nicht replizierten Versuchsaufbaus kann keine statistische Datenanalyse durchgeführt werden.

3.2.2 Erhebungen

Am 30.7.2019 wurden an sechs Bäumen der Sorte Harrow Sweet, neun Bäumen der Sorte Concorde, neun behandelten und sechs unbehandelten Conference Bäumen Klopfproben durchgeführt. Dabei wurden pro Baum an drei Ästen mit je drei Schlägen die Wanzen in einen Trichter (Trichteröffnung 0.44 m × 0.58 m) geklopft. Zudem wurden an sieben Bäumen der Sorte Harrow Sweet (ein Baum trug keine Früchte), acht Bäumen der Sorte Concorde, acht behandelten und sechs unbehandelten Conference Bäumen von beiden Seiten Birnen zufällig ausgewählt und auf Deformationen durch Wanzenstiche untersucht. Die Früchte wurden in die Kategorien unbeschädigt, leichte Deformationen und klare Deformationen eingestuft. Der Fruchtbehang der Bäume war sehr unterschiedlich, weshalb schlussendlich das Verhältnis von deformierten zu unbeschädigten Birnen bestimmt wurde.

3.3 Versuch 3 – Zusätzliche Schwefelkalkbehandlungen im Spritzprogramm

3.3.1 Versuchsaufbau

In einer Birnenanlage in Berg TG wurden alle Bäume der Sorten Celina, Conference und Kaiser Alexander (je vier Reihen) am 11.4, 10.5, 21.5, 31.7 und 21.8 vom Produzenten maschinell gegen Schorf und Lagerkrankheiten mit 1.2 % Curatio (500 l Spritzbrühe/ha) behandelt (Abbildung 1). Vor der Blüte (BBCH 57-59) und nach der Blüte (BBCH 69-71) wurden bei allen drei Sorten ein Spritzfenster/Behandlungsblock in der Mitte der Anlage ausgespart, wohingegen in beiden Behandlungsblöcken davor und danach zu den für Wanzenschäden anfälligen Zeitpunkten zusätzliche Behandlungen mit Curatio (12.4 & 17.5) vorgenommen wurden.

3.3.2 Erhebungen

Im Mai 2019 wurde eine Klopfprobe an 100 Bäumen der Sorte Celina (ein Schlag an einem Ast pro Baum) vom Bildungs- und Beratungszentrum Arenenberg durchgeführt. Am 12.6.2019 wurde eine Klopfprobe mit 100 Schlägen in der Sorte Conference, Trichteröffnung 0.44 m × 0.58 m) vom FiBL durchgeführt. Am 5.8.2019 wurden weitere Klopfproben vom FiBL in der ganzen Anlage durchgeführt: an zehn Bäumen pro Reihe und Sorte wurden in jedem Behandlungsblock Klopfproben gemacht. Pro Ast wurden mit vier Schlägen die Wanzen in den Trichter (Trichteröffnung 0.44 m × 0.58 m) geklopft. In den Reihen 1 und 3 jedes Blocks wurde die Ostseite und in den Reihen 2 und 4 die Westseite untersucht. Pro

Tabelle 2: Behandlung mit Schwefelkalk im Versuch 2

Position	Sorte	Behandlung
1	Harrow Sweet	Vor und nach d. Blüte
2	Harrow Sweet	Vor und nach d. Blüte
3	Harrow Sweet	Vor und nach d. Blüte
4	Harrow Sweet	Vor und nach d. Blüte
5	Harrow Sweet	Vor und nach d. Blüte
6	Harrow Sweet	Vor und nach d. Blüte
7	?	Vor und nach d. Blüte
8	Harrow Sweet	Vor und nach d. Blüte
9	Harrow Sweet	Vor und nach d. Blüte
10	?	Vor und nach d. Blüte
11	Concorde	Vor und nach d. Blüte
12	Concorde	Vor und nach d. Blüte
13	Concorde	Vor und nach d. Blüte
14	Concorde	Vor und nach d. Blüte
15	Concorde	Vor und nach d. Blüte
16	Concorde	Vor und nach d. Blüte
17	Concorde	Vor und nach d. Blüte
18	Concorde	Vor und nach d. Blüte
19	Concorde	Vor und nach d. Blüte
20	Concorde	Vor und nach d. Blüte
21	Concorde	Vor und nach d. Blüte
22	Concorde	Vor und nach d. Blüte
23	Concorde	Vor und nach d. Blüte
24	Concorde	Vor und nach d. Blüte
25	Concorde	Vor und nach d. Blüte
26	Concorde	Vor und nach d. Blüte
27	Concorde	Vor und nach d. Blüte
28	Concorde	Vor und nach d. Blüte
29	Concorde	Vor und nach d. Blüte
30	Concorde	Vor und nach d. Blüte
31	Concorde	Vor und nach d. Blüte
32	Conference	unbehandelt
33	Conference	unbehandelt
34	Conference	unbehandelt
35	Conference	unbehandelt
36	Conference	unbehandelt
37	Conference	unbehandelt
38	Conference	unbehandelt
39	Conference	unbehandelt
40	Conference	Vor und nach d. Blüte
41	Conference	Vor und nach d. Blüte
42	Conference	Vor und nach d. Blüte
43	Conference	Vor und nach d. Blüte
44	Conference	Vor und nach d. Blüte
45	Conference	Vor und nach d. Blüte
46	Conference	Vor und nach d. Blüte
47	Conference	Vor und nach d. Blüte
48	Conference	Vor und nach d. Blüte
49	Conference	Vor und nach d. Blüte
50	Conference	Vor und nach d. Blüte
51	Conference	Vor und nach d. Blüte
52	Conference	Vor und nach d. Blüte
53	Conference	Vor und nach d. Blüte
54	Conference	Vor und nach d. Blüte
55	Conference	Vor und nach d. Blüte
56	Conference	Vor und nach d. Blüte
57	Conference	Vor und nach d. Blüte
58	Conference	Vor und nach d. Blüte
59	Conference	Vor und nach d. Blüte
60	Conference	Vor und nach d. Blüte
61	Conference	Vor und nach d. Blüte

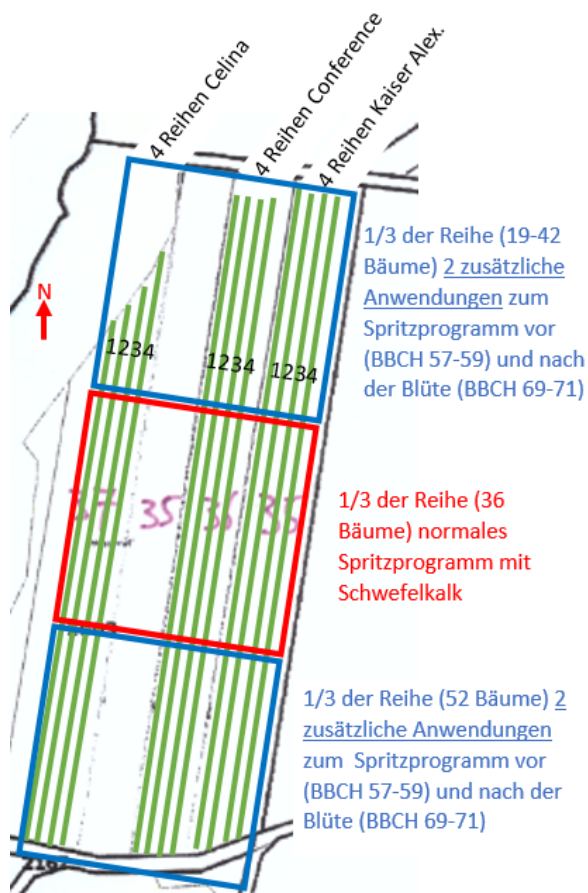


Abbildung 1: Birnenanlage im Versuch 3

Je Sorte wurden vier Reihen behandelt und ausgewertet.

Behandlungsblock in jeder Sorte wurde somit an 40 Bäumen geklopft. Vom 19.6.2019 bis am 1.10.2019 wurde eine Monitoring-Falle für *H. halys* durch das Bildungs- und Beratungszentrum Arenenberg in Reihe 3 im oberen Block der Sorte Celina installiert und wöchentlich kontrolliert. Visuelle Kontrollen der Birnen auf Wanzen Schäden wurden am 12.6.2019 und 5.8.2019 durchgeführt. Am 12.6.2019 wurden pro Sorte 100 Birnen bonitiert. Am 5.8.2019 wurden analog zum Schema der Klopfprobe 100 Birnen zufällig ausgesucht und auf Deformationen durch Wanzen bonitiert (insgesamt 100 Früchte pro Seite, eine Seite pro Reihe, vier Reihen pro Block). Die Früchte wurden in die Kategorien unbeschädigt, eine Delle, mehrere Dellen und stark deformiert eingestuft.

3.3.3 Statistische Datenanalyse

Die vier Schadkategorien wurden mit separaten *linear mixed models* ausgewertet. Die Modelle enthielten die *fixed effects* Sorte (Celina, Conference, Kaiser Alexander), Seite (Ost, west) und Behandlungsblock (oberer Block mit zwei zusätzlichen Behandlungen, mittlerer Block mit normalem Spritzprogramm und unterer Block mit zwei zusätzlichen Behandlungen) und den *random effect* Sortenblock. Die unterschiedliche Varianz innerhalb der Behandlungsblöcke (Modell zur Analyse einer Delle) und Sorten (Modelle zur Analyse mehreren Dellen und starker Deformationen) wurde mit der varIdent-Funktion berücksichtigt (Pinheiro et al., 2018; Zuur et al., 2010). Zudem wurde die sich innerhalb der Sorten entlang der *fitted values* ändernde Varianz mit der varExp-Funktion (Modell zur Analyse starker Deformationen) oder der varPower-Funktion (Modell zur Analyse unbeschädigter Birnen) berücksichtigt. Die sich innerhalb der Behandlungsblöcke entlang der *fitted values* ändernde Varianz bei den Modellen zur Analyse einer und mehreren Dellen wurde mit der varExp-Funktion berücksichtigt.

4. Resultate und Diskussion

4.1 Versuch I – Kaolin

Beide Behandlungen mit Kaolin, vor (Abbildung 2) und nach (Abbildung 3) der Blüte, verursachten einen deutlichen weissen Belag auf den Pflanzen, welcher die Nymphen der rotbeinigen Baumwanze hätte abwehren sollen. Bei keiner der beiden Klopfproben oder in den Monitoring-Fallen konnte aber *P. rufipes* nachgewiesen werden. Auch wurden zu Beginn der Fruchtentwicklung im Mai und Juni keine deformierten Birnen beobachtet. Somit gibt es keine Anzeichen, dass *P. rufipes* in der Anlage vorkam und die im August und September gefundenen Schäden an den Birnen verursachte. So wurden weder durch die Behandlung vor (August: $t_{1,25} = -0.078$, $P = 0.938$; September: $t_{1,25} = -0.297$, $P = 0.769$) noch nach (August: $t_{1,25} = 0.070$, $P = 0.945$; September: $t_{1,25} = 0.121$, $P = 0.905$) der Blüte die Wanzen Schäden signifikant beeinflusst. Eine Aussage betreffend Wirkung von Kaolin auf die Nymphen von *P. rufipes*, welche vor und nach der Blüte Schäden verursachen (Kehrli et al., 2011), kann mit diesem Versuch daher nicht gemacht werden.



Abbildung 2: Spritzbelag mit Kaolin vor der Blüte



Abbildung 3: Spritzbelag mit Kaolin nach der Blüte

Im Gegensatz zu *P. rufipes* konnte die marmorierte Baumwanze *H. halys* in den Birnen mittels der Monitoring-Falle nachgewiesen werden (Abbildung 4). Schäden durch *P. rufipes* und *H. halys* können nicht voneinander unterschieden werden, aber mehrere Gründe sprechen dafür, dass die im August und September gefundenen Wanzenschäden durch *H. halys* verursacht wurden. Bei der Bonitur im August ($F_{5.168,33} = 14.37, P < 0.001$) und noch stärker im September ($F_{5.033,32} = 17.37, P < 0.001$) wurde ein Randeffekt der Wanzenschäden beobachtet (Abbildung 5). Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass die in die Anlagen einwandernden *H. halys* gehäuft in den Randzonen zu finden sind (Blaauw et al., 2016; Joseph et al., 2014). Offensichtlich ist auch der höhere Anteil deformierter Birnen um die Lockfalle mit Pheromonen von *H. halys*. Im Gegensatz zu anderen Insektenfallen, welche oft mit Sexualpheromonen ausgestattet sind, enthielt die Lockfalle für *H. halys* ein Aggregationspheromon. *Halyomorpha halys* geht daher oft nicht in die Falle selbst, sondern hält sich in ihrer unmittelbaren Umgebung auf. Dies genügt zwar für ein Monitoring und darauf

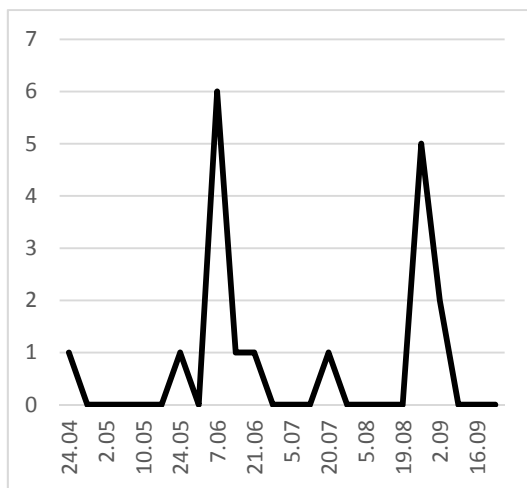


Abbildung 4: Anzahl *Halyomorpha halys*

Die Individuen wurden in und um die Falle im Versuch I gezählt

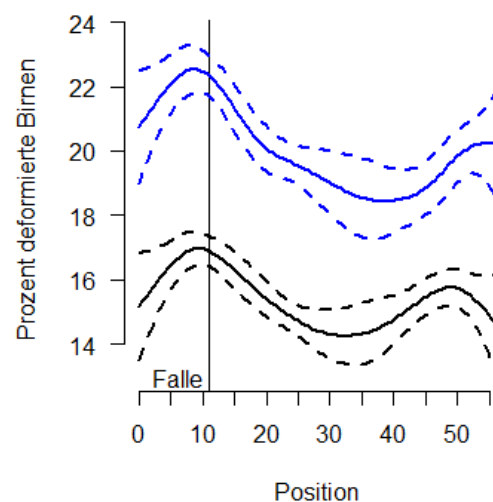


Abbildung 5: Prozent deformierte Birnen in Abhängigkeit der Baumposition

Geschätzte Splinkurven der *generalized additive mixed models* zu Prozent deformierter Birnen in Abhängigkeit der Baumposition innerhalb der Reihe bei der ersten (2.8.2019, schwarze Linien) und zweiten (4.9.2019, blaue Linien) Erhebung im Versuch I. Die gestrichelten Linien geben das 95 % Vertrauensintervall an. Bei Baum Nummer 11 hing eine *Halyomorpha halys* Lockfalle.

basierende Entscheidungen zur Anwendung von Pflanzenschutzmassnahmen (Short et al., 2017), die Lockwirkung kann aber zu erhöhten Schäden durch *H. halys* in der zu schützenden Kultur selbst führen (Akotsen-Mensah et al., 2018; Sargent et al., 2014). Generell stieg der Anteil deformierter Birnen zwischen August und September von 15.49 ± 1.70 % (durchschnittliche *fitted values* \pm Standardfehler) auf 20.11 ± 3.22 %. Im Gegensatz zu *P. rufipes*, welche vor allem Schäden um die Blüte verursacht (Kehrli et al., 2011), ist *H. halys* erst Anfangs Juli richtig aktiv bei der Fortpflanzung und der Populationshöhepunkt ist Ende Sommer (Haye et al., 2014). Dies könnte den Anstieg an deformierten Birnen im späteren Teil der Saison erklären. Eine Wirkung der Vor- und Nachblütebehandlungen mit Kaolin auf *H. halys* ist aber wegen der zeitlichen Verschiebung zwischen den Behandlung und dem späteren Auftreten der Wanzen unwahrscheinlich, denn die dazwischen gefallenen Niederschläge (Abbildung 6) haben den Belag mit Kaolin deutlich verringert (Abbildung 7).

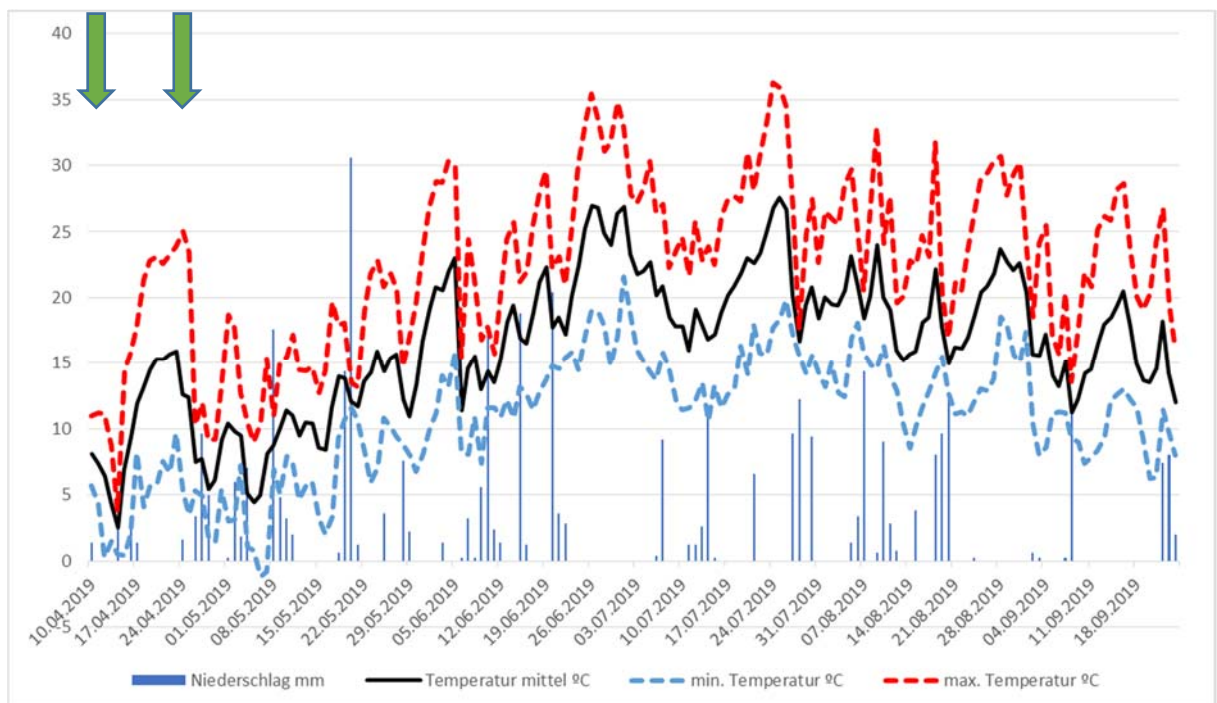


Abbildung 6: Wetterdaten

Das Wetter wurde an der Wetterstation in Frick, nach den beiden Behandlungen im Versuch I gemessen. Grüne Pfeile markieren die Kaolinbehandlungen.



Abbildung 7: Kaolin-Belag nach vier Wochen nach der Nachblütebehandlung

Ob Kaolin, appliziert zu einem späteren Zeitpunkt in der Saison, einen repellent schützenden Effekt vor *H. halys* haben kann, und ob weisse Spritzbeläge bei der Ernte die Qualität der Früchte nicht optisch mindern, muss untersucht werden. Eine Laborstudie zeigte, dass sich auf mit Kaolin behandelten Cherry Tomaten und Blättern des Blauglockenbaums *Paulownia tomentosa* (Thunberg) Steudel weniger Nymphen und Adulte aufhielten (Kuhar et al., 2019). Zudem konnten die Wanzen Schäden an im Feld gezogenen Paprika durch Kaolin verringert werden. Auch mit Kaolin behandelte Pfirsiche wiesen in einer andern Studie weniger Wanzen Schäden auf, als Unbehandelte (Lalancette et al., 2005). Der Anteil deformierter Birnen unterschied sich zwischen den Sorten: Die Korrelation der Anteile beschädigter Früchte zwischen Bäumen der selben Sorte lag bei deutlichen 53.93 % bei der ersten Erhebung und 48.86 % bei der zweiten Bonitur. Das heisst, dass der Anteil beschädigter Früchte und somit die Anfälligkeit sortenspezifisch war. Optisch unterschieden sich die Deformationen und die im Fruchtfleisch gebildeten Steinzellen selbst jedoch nicht deutlich zwischen den Sorten (Abbildungen 8 -10 der ersten Bonitur). Es gab aber sortenunabhängig deutliche (Abbildung 8 & 9) und weniger deutliche (Abbildung 10) Deformationen. Bei leichten, oberflächlichen Deformationen reichen die Steinzellen nicht so tief ins Fruchtfleisch (Abbildung 10).

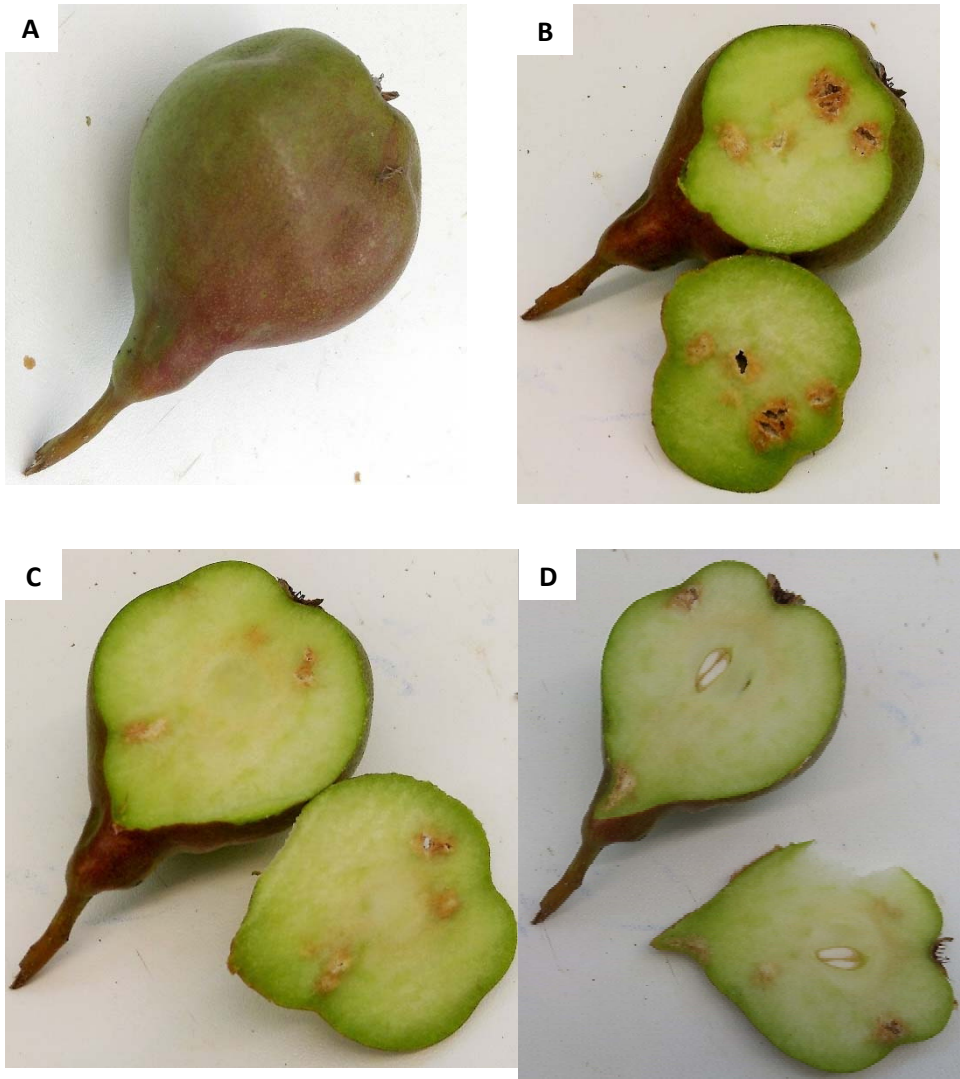


Abbildung 8: Schäden an ACW 3764

(A) Klar deformierte Birne der Sorte ACW 3764 mit (B-D) sichtbaren Steinzellen in den tiefgehenden Schnitten.

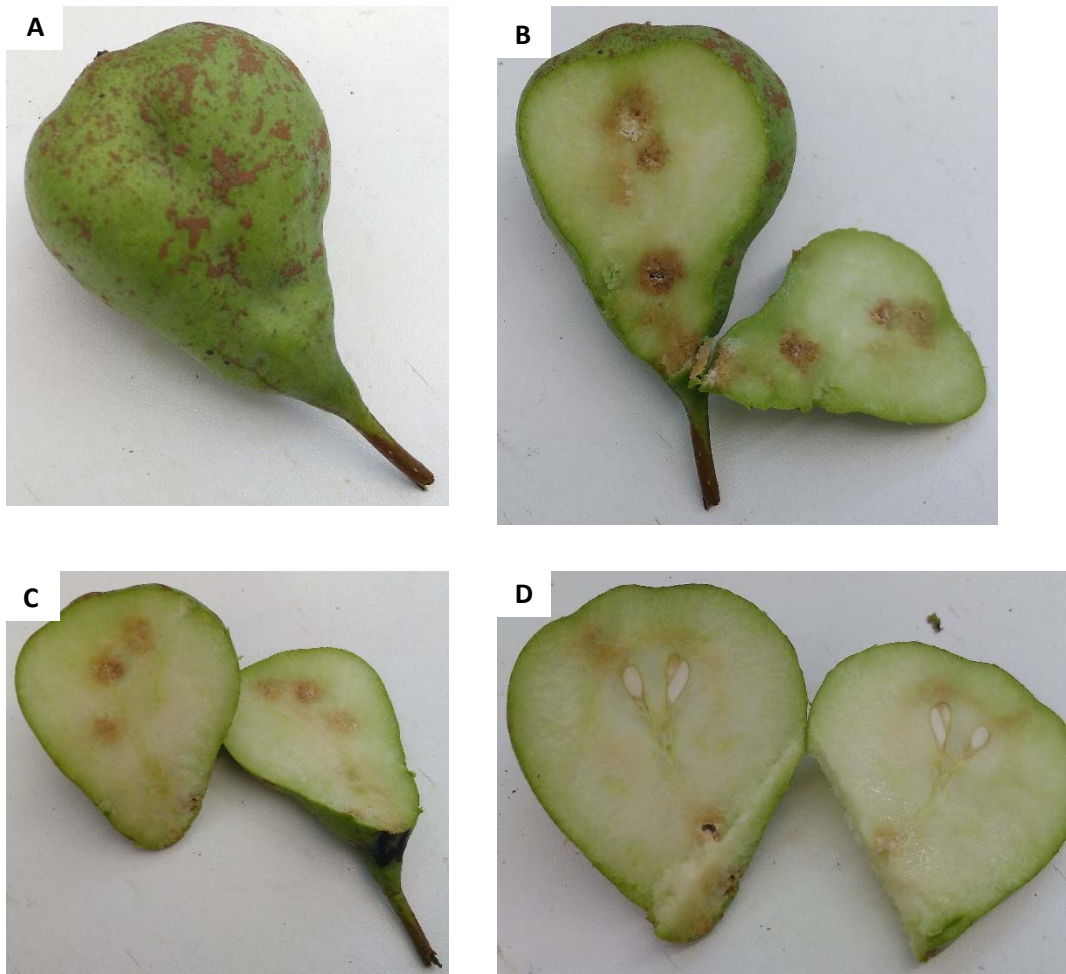


Abbildung 9: Starke Schäden an Concorde

(A) Klar deformierte Birne der Sorte Concorde mit (B-D) sichtbaren Steinzellen in den tiefergehenden Schnitten.

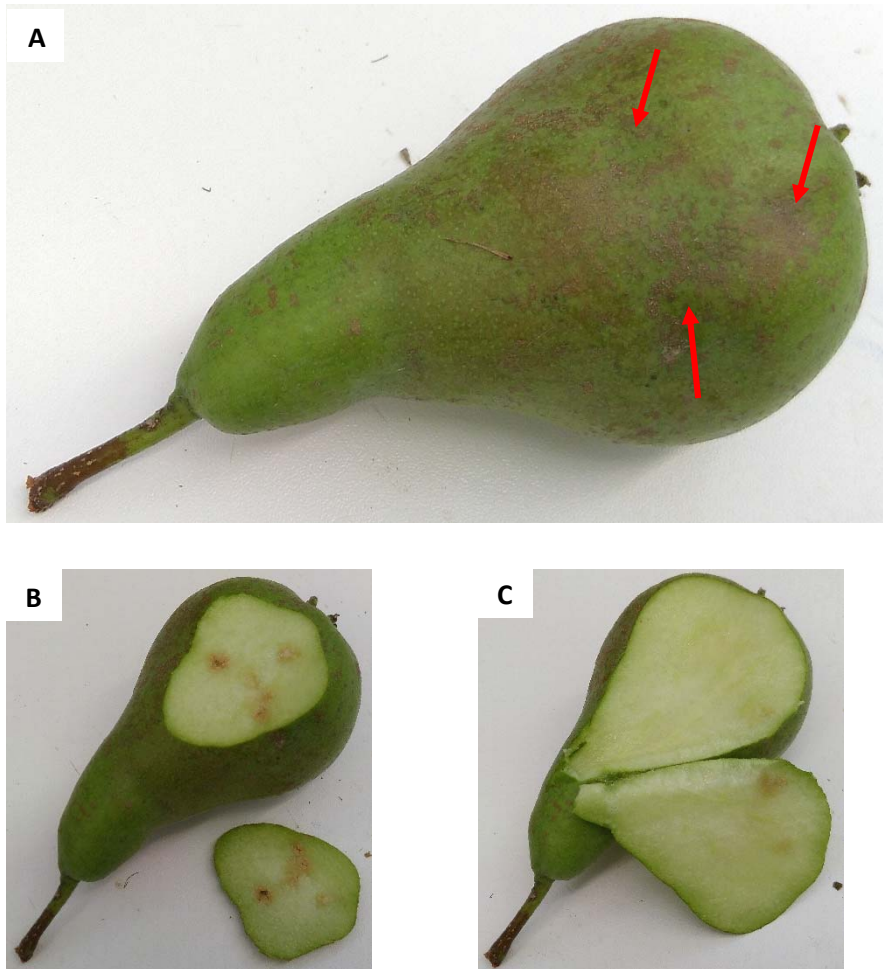


Abbildung 10: Leichte Schäden an Concorde

(A) Leicht deformierte Birne (rote Pfeile) der Sorte Concorde mit (B) sichtbaren Steinzellen im tiefgeföhrenden Schnitt und (C) unbeschädigtes, tiefgeföhrendes Fruchtfleisch.

4.2 Versuch 2 – Schwefelkalk vs. unbehandelte Kontrolle

Die zusätzlichen Behandlungen mit Schwefelkalk vor (BBCH 57-59) und nach (BBCH 69-71) der Blüte wurden vom Produzenten rechtzeitig zu den potentiell kritischen Zeitpunkten zur Verhinderung von Schäden durch die rotbeinige Baumwanze durchgeführt. Bei der Klopfprobe im Juli wurden jedoch keine *P. rufipes*, sondern nur *H. halys* nachgewiesen (Tabelle 3). Ein Grossteil der Birnen wies Deformationen auf (Tabelle 4), zudem konnten zahlreiche Nymphen von *H. halys* direkt auf den Birnen beobachtet werden. Visuell wurden mehr Nymphen als in der Klopfprobe beobachtet. Bei kleinsten Erschütterung, wie zum

Tabelle 3: Gezählte *Halyomorpha halys* in den Klopfproben in Versuch 2

Sorte	Behandlung	Baum	Nymphen	Adulte
Harrow Sweet	2 × Curatio	1-3	0	0
Harrow Sweet	2 × Curatio	4-6	0	0
Concorde	2 × Curatio	10-12	1	0
Concorde	2 × Curatio	13-15	0	0
Concorde	2 × Curatio	16-18	0	0
Conference	unbehandelt	33-35	9	1
Conference	unbehandelt	36-38	3	1
Conference	2 × Curatio	47-49	0	0
Conference	2 × Curatio	50-52	0	0
Conference	2 × Curatio	53-55	4	0

Tabelle 4: Prozent deformierte Birnen in Versuch 2 (\emptyset = Durchschnitt, Std.f. = Standardfehler)

Sorte	Behandlung	Baum	Leichte Deformationen		deutliche Deformationen		unbeschädigt	
			\emptyset	Std.f.	\emptyset	Std.f.	\emptyset	Std.f.
Harrow Sweet	2 × Curatio	1, 2, 4, 5, 6, 8, 9	6.60	0.75	11.97	2.91	81.61	2.49
Concorde	2 × Curatio	11-18	15.86	3.93	55.81	6.95	28.33	7.17
Conference	unbehandelt	33-38	12.09	4.17	63.25	14.61	24.67	11.43
Conference	2 × Curatio	47-54	21.01	3.35	44.10	8.97	34.88	6.61

Beispiel bei der Platzierung des Klopftrichters, lassen sich die Nymphen teilweise bereits fallen und werden so nicht mit der Klopfprobe erfasst.

Die Sorten Concorde und Conference wiesen augenscheinlich deutlich mehr Deformationen auf als Birnen der Sorte Harrow Sweet (Tabelle 4). Numerisch gesehen bestand kein grosser Unterschied in der Anzahl unbeschädigter Conference Birnen zwischen den unbehandelten und behandelten Bäumen. Es schien aber bei den behandelten Conference numerisch weniger stark beschädigte Birnen zu geben als bei den unbehandelten. Des Weiteren scheint das erhöhte Vorkommen der *H. halys* Nymphen im Vergleich zu den behandelten Bäumen Zufall zu sein, da zum Zeitpunkt der Klopfprobe die letzte Behandlung bereits drei Monate her war. Wie im Versuch 1 scheinen auch im Versuch 2 nicht die anvisierten *P. rufipes*, sondern *H. halys* das Problem in diesem Jahr gewesen zu sein. Durch das Fehlen eines Nachweises von *P. rufipes* und der später massenhaft auftretenden *H. halys* kann keine

Aussage betreffend Wirkung von Schwefelkalk gegen die rotbeinige Baumwanze gemacht werden. Offensichtlich haben die massenhaft auftretenden *H. halys* aber einen negativen Einfluss auf die Qualität der Birnen bei der Ernte.

4.3 Versuch 3 – Zusätzliche Schwefelkalkbehandlungen im Spritzprogramm

Die zusätzlichen Behandlungen im Spritzprogramm zur Schorfbehandlung mit Schwefelkalk vor (BBCH 57-59) und nach (BBCH 69-71) der Blüte wurden vom Produzenten rechtzeitig zu den potentiell kritischen Zeitpunkten zur Verhinderung von Schäden durch die rotbeinige Baumwanze durchgeführt. Klopfproben im Mai und Juni wiesen aber beide keine *P. rufipes* nach. Auch konnten bei der Fruchtbonitur im Juni noch keine Wanzen Schäden identifiziert werden. Wie in den Versuchen 1 und 2 spricht einiges dafür, dass die rotbeinige Baumwanze *P. rufipes* in der Saison 2019 nicht gross in den Birnen auftrat und somit keine nennenswerten Schäden verursachte. Trotzdem wurden bei der späteren Bonitur im August zahlreiche deformierte Birnen gefunden. Auch in dieser Anlage wurde *H. halys* in den Klopfproben, der Lockfalle und visuell z. T. zahlreich in der Anlage beobachtet (Tabelle 5). Die Schäden an den Birnen gehen daher vermutlich auf das Konto von *H. halys* und nicht *P. rufipes*. Die Behandlungen mit Curatio gegen *P. rufipes* vor und nach der Blüte liefen somit ins Leere und zeigten keine Effekte auf Wanzen Schäden. Die gefundenen signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungsblöcken zeigen aber einen klaren Unterschied bezüglich der Position innerhalb der Anlage (Abbildung 11). Im oberen Bereich der Anlage gab es deutlich mehr Schäden, trotz der gleichen Behandlung der oberen und unteren Behandlungsblöcke unterschied sich der Befall z. T. signifikant.

Tabelle 5: Anzahl Individuen von *Halyomorpha halys* und *Pentatoma rufipes* in der Lockfalle

Datum	<i>Halyomorpha</i>	<i>Pentatoma</i>
19.06.2019	2	0
27.06.2019	7	0
04.07.2019	14	0
11.07.2019	5	0
18.07.2019	7	0
25.07.2019	11	0
02.08.2019	11	0
07.08.2019	34	0

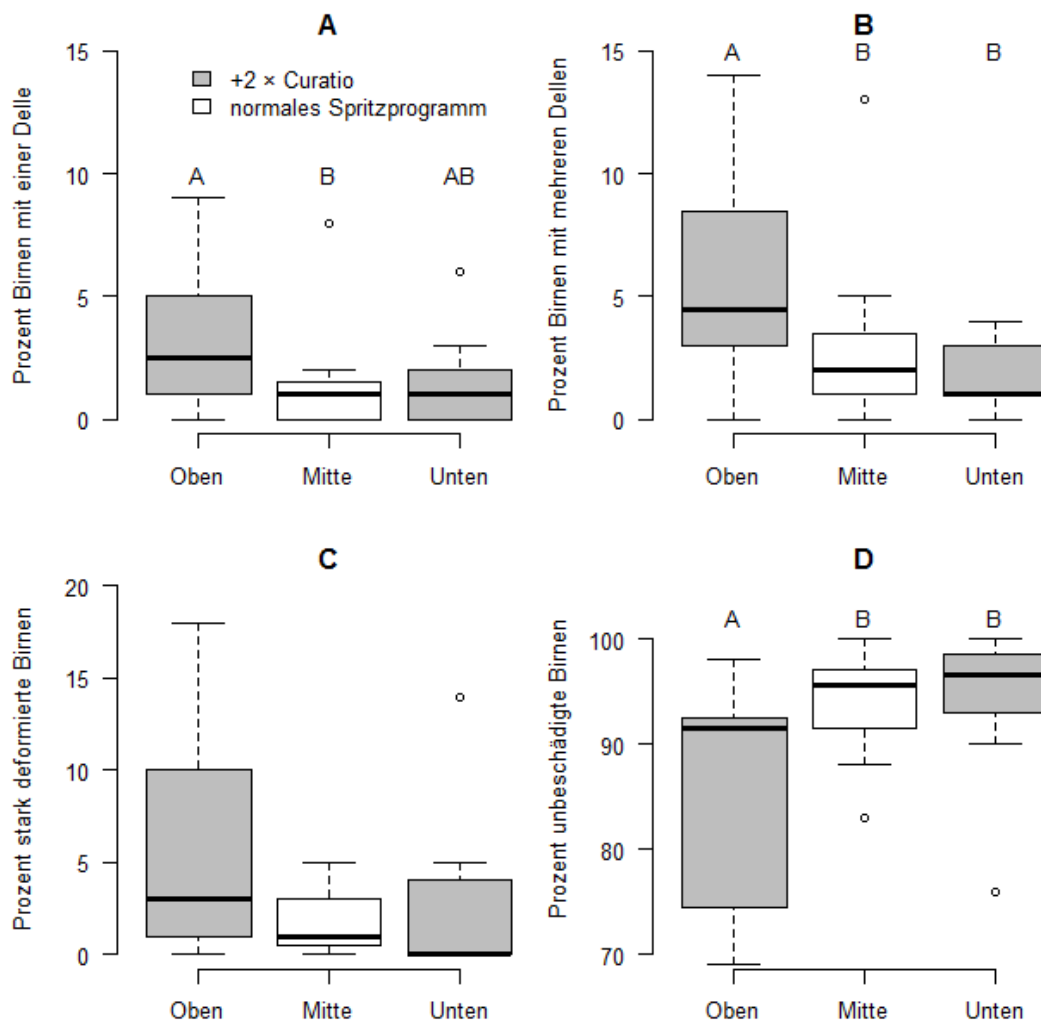


Abbildung 11: Schäden im Versuch 3

Prozent Birnen mit (A) einer Delle, (B) mehreren Dellen, (C) stark deformiert und (D) unbeschädigt in den oberen, mittleren und unteren Behandlungsblöcken der Anlage im Versuch 3. Die oberen und unteren Behandlungsblöcke (graue Box) wurden zweimal zusätzlich zum normalen Spritzprogramm mit Curatio (Schwefelkalk) gegen Schorf behandelt. Die Box reicht vom ersten zum dritten Quartil, der dicke Balken zeigt den Median, die gestrichelten Antennen entsprechen 1.5 x dem Interquartilsabstand und Kreise zeigen Ausreisser. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede ($P < 0.05$, linear mixed models, Tukey multiple comparison).

5. Fazit

Im Gegensatz zu vorherigen Jahren schien die rotbeinige Baumwanze im 2019 weniger stark aufzutreten und verursachte, zumindest in den untersuchten Birnenanlagen, keine nennenswerten Schäden. Daher kann keine Aussage bezüglich der Wirkung von Kaolin (Surround WP) oder Schwefelkalk (Curatio) vor (BBCH 54-59) und nach (BBCH 69) der Blüte zur Reppellenz gegen *P. rufipes* gemacht werden. Unerwarteter Weise verursachte

aber die eingeschleppte marmorierte Baumwanze in allen drei untersuchten Birnenanlagen z. T. massive Schäden. *Halyomorpha halys* war seit ihrer Einschleppung und Verbreitung in der Schweiz vor allem in Siedlungsräumen häufig, scheint aber seit 2-3 Jahren immer mehr auch in der Landwirtschaft aufzutreten und nun vermehrt Schäden zu verursachen. Zukünftige Kontrollstrategien müssen daher beide Baumwanzenarten tangieren. Ob Kaolin und Schwefelkalk zu späteren Zeitpunkten in der Saison *H. halys* abwehren können und ob repellente Spritzbeläge bei der Ernte die Qualität der Früchte nicht mindern muss in zukünftigen Studien untersucht werden.

6. Danksagung

Unser Dank geht an die Produzenten für das Bereitstellen und Behandeln der Versuchsfelder. Zudem danken wir herzlich der Migros für die finanzielle Unterstützung des Forschungsprojektes.

7. Referenzen

- Akotsen-Mensah C, Kaser JM, Leskey TC & Nielsen AL (2018) *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) Responses to Traps Baited With Pheromones in Peach and Apple Orchards. *Journal of Economic Entomology* 111: 2153-2162. doi:10.1093/jee/toy200.
- Beliën T, Peusens G, Schoofs H & Bylemans D (2015) Stink Bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in Pear Orchards: Species Complex, Population Dynamics, Damage Potential and Control Strategies, Vol. 1094: Xii International Pear Symposium (ed. by T Deckers & J Vercammen), pp. 415-420.
- Blaauw BR, Jones VP & Nielsen AL (2016) Utilizing immunomarking techniques to track *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) movement and distribution within a peach orchard. *PeerJ* 4. doi:10.7717/peerj.1997.
- Haye T, Abdallah S, Garipey T & Wyniger D (2014) Phenology, life table analysis and temperature requirements of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in Europe. *Journal of Pest Science* 87: 407-418. doi:10.1007/s10340-014-0560-z.
- Haye T, Garipey T, Hoelmer K, Rossi JP, Streito JC, Tassus X & Desneux N (2015) Range expansion of the invasive brown marmorated stinkbug, *Halyomorpha halys*: an increasing threat to field, fruit and vegetable crops worldwide. *Journal of Pest Science* 88: 665-673. doi:10.1007/s10340-015-0670-2.
- Joseph SV, Stallings JW, Leskey TC, Krawczyk G, Polk D, Butler B & Bergh JC (2014) Spatial Distribution of Brown Marmorated Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae) Injury at Harvest in Mid-Atlantic Apple Orchards. *Journal of Economic Entomology* 107: 1839-1848. doi:10.1603/ec14154.
- Kehrli P, Pasquier D & Höhn H (2011) Die Rotbeinige Baumwanze, ein sporadisch auftretender Schädling im Obstbau. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 4: 10-13.

- König V (2015) Monitoring der Rotbeinigen Baumwanze. *Öko-Obstbau* 4: 18-22.
- Kuhar TP & Kamminga K (2017) Review of the chemical control research on *Halyomorpha halys* in the USA. *Journal of Pest Science* 90: 1021-1031. doi:10.1007/s10340-017-0859-7.
- Kuhar TP, Morehead JA & Formella AJ (2019) Applications of Kaolin Protect Fruiting Vegetables from Brown Marmorated Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Entomological Science* 54: 401-408. doi:10.18474/jes18-126.
- Lalancette N, Belding RD, Shearer PW, Frecon JL & Tietjen WH (2005) Evaluation of hydrophobic and hydrophilic kaolin particle films for peach crop, arthropod and disease management. *Pest Management Science* 61: 25-39. doi:10.1002/ps.943.
- Leskey TC, Lee D-H, Short BD & Wright SE (2012) Impact of Insecticides on the Invasive *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae): Analysis of Insecticide Lethality. *Journal of Economic Entomology* 105: 1726-1735.
- Leskey TC, Short BD & Lee D-H (2014) Efficacy of insecticide residues on adult *Halyomorpha halys* (Stal) (Hemiptera: Pentatomidae) mortality and injury in apple and peach orchards. *Pest Management Science* 70: 1097-1104.
- Maistrello (2017) Monitoring of the invasive *Halyomorpha halys* a new key pest of fruit orchards in northern Italy.pdf>. doi:10.1007/s10340-017-0896-2.
- Maistrello L, Vaccari G, Caruso S, Costi E, Bortolini S, Macavei L, Foca G, Ulrici A, Bortolotti PP, Nannini R, Casoli L, Fornaciari M, Mazzoli GL & Dioli P (2017) Monitoring of the invasive *Halyomorpha halys*, a new key pest of fruit orchards in northern Italy. *Journal of Pest Science* 90: 1231-1244. doi:10.1007/s10340-017-0896-2.
- Morehead JA & Kuhar TP (2017) Efficacy of organically approved insecticides against brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* and other stink bugs. *Journal of Pest Science* 90: 1277-1285. doi:10.1007/s10340-017-0879-3.
- Pinheiro J, Bates D, DebRoy S, Sarkar D & Team RC (2018) nlme: Linear and nonlinear effects models. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=nlme> R package version 3.1-137,.
- R Development Core Team (2016) R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing Vienna, Austria.
- Sargent C, Martinson HM & Raupp MJ (2014) Traps and Trap Placement May Affect Location of Brown Marmorated Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae) and Increase Injury to Tomato Fruits in Home Gardens. *Environmental Entomology* 43: 432-438. doi:10.1603/en13237.
- Short BD, Khimian A & Leskey TC (2017) Pheromone-based decision support tools for management of *Halyomorpha halys* in apple orchards: development of a trap-based treatment threshold. *Journal of Pest Science* 90: 1191-1204. doi:10.1007/s10340-016-0812-1.
- Trautmann M & Wetzler H (2010) Die Baumwanze *Pentatoma rufipes* (L.), ein Fruchtschädling in Birnenanlagen des Bodenseegebietes. *Obstbau* 3: 30-133.
- Wood SN (2011) Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society (B)* 73: 3-36.
- Zuur AF, Ieno EN & Elphick CS (2010) A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. *Methods in Ecology and Evolution* 1: 3-14. doi:10.1111/j.2041-210X.2009.00001.x.

