

## Innovative Maßnahmen zur Förderung der funktionellen Biodiversität im ökologischen Kernobstanbau

Innovative design and management to boost functional biodiversity of organic orchards

**FKZ: 14OE005**

**Projektnehmer:**

Julius Kühn-Institut  
Institut für Biologischen Pflanzenschutz  
Heinrichstraße 243, 64287 Darmstadt  
Tel.: +49 6151 407-0  
Fax: +49 6151 407-290  
E-Mail: [bi@julius-kuehn.de](mailto:bi@julius-kuehn.de)  
Internet: [www.julius-kuehn.de/bi/](http://www.julius-kuehn.de/bi/)

**Autoren:**

Herz, Annette; Matray, Silvia

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.

# Schlussbericht

## zum Vorhaben

Thema:

**ECOORCHARD - Innovative design and management to boost functional biodiversity of organic orchards**

Zuwendungsempfänger:

**Julius Kühn-Institut, Institut für biologischen  
Pflanzenschutz  
Heinrichstr. 243  
64287 Darmstadt**

Förderkennzeichen:

**2814OE005**

Laufzeit:

**01.01.2015 bis 28.02.2019**

Monat der Erstellung:

**02/2019**

Projektleitung und Bearbeitung:

**Dr. Annette Herz  
Silvia Matray  
Institut für Biologischen Pflanzenschutz  
Julius Kühn-Institut  
Heinrichstr. 243, 64287 Darmstadt  
Email: [annette.herz@julius-kuehn.de](mailto:annette.herz@julius-kuehn.de)**



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft

**BÖLN**

Bundesprogramm Ökologischer Landbau  
und andere Formen nachhaltiger  
Landwirtschaft

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde gefördert durch das EraNet Programm Coreorganic Plus und 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 Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.



## Kurzfassung

Der Apfelanbau ist europaweit gesehen eine landschaftsdominierende Dauerkultur, deren Bewirtschaftsform einen bedeutenden Effekt auf die biologische Vielfalt in der Agrarlandschaft hat. Neben der Bestäubung der Kulturpflanze sind weitere Elemente der so genannten **Funktionellen (Agro-)Biodiversität (FAB)** elementar wichtig für die Schädlingsregulierung im Kernobstanbau. So sind wirbellose Nützlinge als natürliche Gegenspieler von Schädlingen unverzichtbare Bausteine für den Pflanzenschutz im ökologischen Kernobstbau. Viele Obstbauern versuchen trotz teilweise unzureichender Informationen und den wirtschaftlichen und technischen Herausforderungen die funktionelle Biodiversität in ihren Anlagen zu erhöhen. Das internationale Forschungsprojekt „EcoOrchard“, eine Kooperation von Forschungsinstitutionen aus Dänemark, Schweden, Lettland, Polen, Deutschland, Belgien, Frankreich, Schweiz und Italien, versucht durch eine im Dialog mit der Praxis gewonnene Zusammenstellung bekannter Methoden und der exemplarischen Prüfung bestimmter Maßnahmen zur einer Schließung der Informationslücken beizutragen bzw. die Erfolgchancen für die erfolgreiche Implementierung zu erhöhen.

In einer länderübergreifenden Umfrage wurden Wissen und Erfahrung von Praktikern bezüglich der Umsetzung von FAB-Maßnahmen erfragt. Es wurden insgesamt 24 verschiedenen FAB-Techniken erfasst, die zu drei verschiedenen Strategien gehören: 1) dynamische Methoden, die von Jahr zu Jahr wechseln können (z.B. Mähfrequenz), 2) langfristig angelegte ökologische Infrastrukturen (z.B. Hecken, Blühstreifen, Nistkästen für Vögel, Insekten), 3) Re-Design der Kulturführung (Sortenwahl, Anbaudiversifizierung). Ökologische Infrastrukturen (z.B. Blühstreifen, Bienenhotels, Nistkästen für Vögel) wurden am häufigsten umgesetzt. Es wurden deutliche Unterschiede im Katalog ausgewählter Methoden sowie in deren Umsetzungsgrad zwischen den Ländern beobachtet. Im Durchschnitt kombinierten Landwirte seit 13 Jahren mehr als vier Techniken und erwarteten mehrere Ökosystemleistungen, die über die Schädlingsbekämpfung hinausgehen (wirtschaftliche, ökologische, agronomische Verbesserungen). Außerdem haben die Praktiker auf einen großen Informationsbedarf hinsichtlich FAB, Nützlingen oder auch geeigneten Blühpflanzen hingewiesen. Der Aufbau eines webbasierten Informationsportals (EBIO-Network = **E**uropean **B**iodiversity **O**rchards **N**etwork) diente dazu, Erfahrungswissen aus der Praxis und Ergebnisse aus der Forschung zu verschiedenen Methoden der Biodiversitätsförderung im ökologischen Kernobstanbau zu bündeln und der Praxis bzw. Interessensgruppen zur Verfügung zu stellen. Die Website ist unter der Adresse <https://ebionetwork.julius-kuehn.de> erreichbar und wird fortlaufend auch nach Projektende aktualisiert. Auch konkrete Resultate des EcoOrchard-Projektes wurden öffentlichkeitswirksam aufgearbeitet und in diesem Wissensportal zur Verfügung gestellt, ebenso wie eine umfangreiche Literatursammlung zur Thematik der funktionellen Biodiversität im Obstbau. Eine Literaturstudie über Forschungsergebnisse zur Schaffung von Blütenressourcen für Nützlinge in Apfelplantagen ergab, dass meistens mit Gründüngung oder Blühstreifen experimentiert wurde. Andere Methoden wie z.B. Mischkulturen oder Agroforstwirtschaft sind dagegen selten. Auch sind nur wenige Studien vorhanden, in denen Effekte dieser Maßnahmen auf Fruchtschäden oder Ertrag gemessen wurden

Ein weiterer Schwerpunkt des Projektes zielte auf die Ausarbeitung von leicht durchzuführenden, aber aussagekräftigen Methoden für den Praktiker, die es erlauben, die im eigenen Betrieb vorhandene funktionelle Biodiversität zu erfassen und zu bewerten. Es wurde ein Methodenkatalog erstellt, in Kooperation mit Obstbauern angewendet und nach entsprechendem Feedback aus der Praxis optimiert. Der Methodenkatalog sowie erläuternde Videos sind auf der EBIO-Network - Website erhältlich (auch in mehreren Sprachen verfügbar).

Als spezifische Maßnahme erfolgte die Anlage mehrjähriger Blühstreifen aus Regio-Saatgut mit bis zu 30 verschiedenen Wildkräutern in konzertiert durchgeführten Feldversuchen in sieben beteiligten Ländern (Schweden, Dänemark, Polen, Deutschland, Belgien, Schweiz, Südtirol). Verschiedene Blühstreifenmischungen wurden eingesetzt, passende Mulch-/Schnittregime ausgetestet und potentielle Effekte auf Schädlings- bzw. Nützlingspopulationen und Fruchtschaden erhoben und bewertet. Es gelang Blühstreifen mit mehrjährigen, gebietseigenen Kräutern in den Fahrgassen in bestehenden Obstanlagen anzulegen und damit die floristische Diversität über Jahre hinweg anzureichern. Es zeigte sich aber auch, dass die Entfaltung der Blütenpflanzen eher ein zögerlicher Prozess ist. Im ersten Jahr war noch kein Blühaspekt zu erwarten, was bei fehlender Information über die Biologie der Wildkräuter enttäuschend und demotivierend für den Praktiker sein könnte. Die verwendete Saatgutmischung sollte nicht nur regional angepasst, sondern auch „maßgeschneidert“ für die angebaute Kultur sein, um die dort wichtigen Nützlinge anzusprechen, nicht aber die Hauptschädlinge. Wir zeigten im Laborversuch, dass z.B. der Apfelwickler im Gegensatz zu parasitoiden Hymenopteren offensichtlich wenig von Blühpflanzen profitiert. Die Gesamtanalyse aller EcoOrchard-Freilandversuche zeigte einen positiven Effekt der Blühstreifen auf das Vorkommen von Nützlingen und sowie auf eine Verringerung des Fruchtschadens. Dieses Ergebnis stützt sich vor allem auf signifikante Unterschiede in den Nützlingszahlen bei der visuellen Bonitur von Blattlausbefallenen Pflanzenorganen und den Fruchtschadenserhebungen nach dem Fruchtfall und kurz vor der Ernte. Bei dem Versuch in Deutschland ergaben sich keine Unterschiede bezüglich des Blattlausbefalls, wahrscheinlich da deren Populationsentwicklung durch die Insektizdapplikation unterbrochen wurde. Obwohl die Schädlingsregulierung und die Schadensverringerung möglicherweise nicht ausreichen, um diese Strategie als eigenständige Methode zur biologischen Kontrolle zu verwenden, können Blütenstreifen dazu beitragen, die Widerstandsfähigkeit des Apfel-Ökosystems gegen Schädlinge aufzubauen. Erfahrungen aus den Freilandversuchen des EcoOrchard-Projektes und die daraus abgeleiteten Empfehlungen für die Anlage von Blühstreifen in Obstanlagen wurden in einem Ratgeber zusammengefasst, der in mehreren Sprachen über EBIO-Network verfügbar ist.

Projektergebnisse und daraus resultierende Empfehlungen wurden zusammen mit der Praxis diskutiert, damit praxisnahe Lösungen erarbeitet werden können. Es ist uns gelungen, die Techniken für ein FAB-Monitoring an die Bedürfnisse der Praktiker anzupassen unter aktiver Beteiligung der Interessengruppen. Die Projektergebnisse und Ergebnisse wurden auf Konferenzen, Workshops, Feldbesuchen und Ausstellungen mit Akteuren präsentiert und diskutiert, um die Verbreitung zu erweitern. Ergebnisse und Materialien des EcoOrchard-Projekts wie mehrsprachige Versionen des Handbuchs für FAB-Bewertung und FAB-Management sind auf der EBIO-Network-Website, der Datenbank „organic eprints“ oder der Projekt-Homepage verfügbar. Ein Projekt-Merkblatt nach BÖLN-Vorgaben wurde erstellt. Mehrere wissenschaftliche Manuskripte sind in Bearbeitung.

## Summary

Orchards are perennial and landscape dominating cultures and their management significantly affect biodiversity in the agricultural landscape. Especially in organic fruit production it is essential to design and manage orchards in a way which favours predators and parasitoids over pests and this can be achieved for instance by increasing plant biodiversity and habitats in such a way that beneficials are favoured. The value of the so-called Functional Agrobiodiversity (FAB) for reducing pesticide use in fruit production is generally acknowledged, and many organic fruit growers try to increase it in spite of a shortage of information on FAB, economical and technical challenges and lack of detailed advice.

In the aim to reduce this gap, the European research project EcoOrchard addressed the following objectives: i) identifying and compiling well experienced but also still “unknown” techniques for FAB enhancement implemented by fruit growers in Europe; (ii) elaborating suitable methods for monitoring elements of FAB on-farm and in scientific trials; (iii) conducting collaborative scientific trials to evaluate the effect of installing FAB-boosting flower strips in the interrows on abundance of natural enemies, on infestation by aphids and codling moth and on fruit damage; (iv) learning from each other in a constructive dialogue between science, fruit growing practice and public.

Knowledge and experience on FAB management from practitioners were collected by interviews and led to a description of 24 different FAB techniques belonging to three different strategies: short-term dynamic practices, long-lasting ecological infrastructures, extent redesign techniques. Ecological infrastructures (e.g. flower strips, bee houses, nest boxes for birds) were the most implemented. Significant differences in the catalogue of selected methods as well as in the degree of implementation between countries were observed. On average farmers combined more than four techniques since 13 years, and expected multiple ecosystem services beyond pest regulation (economic, environmental, agronomic and working conditions), reflecting also a need for more information about FAB. The European Biodiversity Orchard-Network (EBIO-Network, accessible at <http://ebionetwork.julius-kuehn.de/>) includes more than 200 priority papers, reports and presentations on FAB, supplemented by material provided by partners as well as the main products and results of EcoOrchard. This information portal will be continued also after the end of the project. A review of existing FAB research on creating floral resources for beneficials in apple orchards showed relatively few studies, of which cover crops and flower strips were most studied, while agroforestry methods were at the outset and only few studies before EcoOrchard included fruit damage and yield.

Methods for practice oriented monitoring of FAB in orchards were selected based on performance criteria (time, materials and skill needed, information provided), and demonstrated in workshops/on farm and a by a practical handbook on FAB assessment (available in six languages via (EBIO-Network)).

For establishing flower strips in the interrows, a complex seed mixture of up to 30 perennial herb species and 8 grass species and a simple mixture with half the number of species were investigated in botanical trials in seven countries (Sweden, Denmark, Belgium, Germany, Poland, Switzerland, Italy). Lab trials at JKI Darmstadt showed that suitable plants offering nectar and pollen favoured the fitness of a braconid parasitoid of the codling moth, but not of the codling moth itself. Furthermore entomological field trials in organic orchards were established with the aim to study the effect of interrow flower strips on densities of pests and natural enemies and fruit damage. Following shared field protocols and guidelines, data were collected and analyzed in a pan-European context. In

general, flower strips significantly increased plant diversity in orchards, and increased the presence of natural enemies in the apple trees. This led to a higher control of key apple pests and a reduction in fruit damage. In the German field trials however, an effect of aphid densities and those of their antagonists was masked by insecticidal treatments against aphids. Although pest suppression and damage reduction may not be sufficient to use this conservation biological control strategy as a stand-alone method, flower strips can contribute to a build-up of the resilience of the apple agroecosystem against pests.

We succeeded to adapt monitoring methods and practices for FAB orchard management to end-users needs and constraints, with the active participation of stakeholders and to disseminate project results within a strong, collaborative stakeholder network created in the project. The project results and deliverables were presented and discussed with stakeholders on conferences, workshops, field visits and exhibitions to widen the dissemination. Results and materials of the EcoOrchard project such as multilingual versions of the handbook in FAB assessment and FAB management are accessible via the EBIO-Network website, organic e-prints or the project homepage. Several scientific manuscripts are in progress.

## Inhaltsverzeichnis

<b>I.</b>	<b>Einführung</b>	<b>11</b>
	I.1 Gegenstand des Vorhabens	11
	I.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projektes	11
	I.3 Planung und Ablauf des Projektes	13
<b>II.</b>	<b>Wissenschaftlicher und technischer Stand</b>	<b>17</b>
<b>III.</b>	<b>Zusammenarbeit mit anderen Stellen</b>	<b>18</b>
<b>IV.</b>	<b>Methoden und Ergebnisse</b>	<b>19</b>
	Arbeitspaket 1 ( <b>WP1</b> ): "Tracking innovative and efficient practices and systems to improve on-farm management of functional biodiversity."	19
	Arbeitspaket 2 ( <b>WP2</b> ): "Common methods for participatory assessment of functional biodiversity efficiency"	25
	Arbeitspaket 3 ( <b>WP3</b> ): "New collaborative experimental trials and new orchards designing actions"	28
	Arbeitspaket 4 ( <b>WP4</b> ): "Learning from all sides and dissemination"	48
<b>V.</b>	<b>Gesamtdiskussion und Aussichten für eine Verwertung der Projektergebnisse</b>	<b>49</b>
<b>VI.</b>	<b>Erkenntnisse von Dritten</b>	<b>50</b>
<b>VII.</b>	<b>Gegenüberstellung Ziele, weiterführende Fragestellungen</b>	<b>50</b>
<b>VIII.</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>51</b>
<b>IX.</b>	<b>Veröffentlichungen</b>	<b>54</b>
	<b>ANHANG</b>	<b>57</b>



**Tabellenverzeichnis**

<b>Tabelle 1:</b> Liste der am internationalen Projekt EcoOrchard beteiligten Institutionen.	<b>12</b>
<b>Tabelle 2:</b> Planung und Ablauf des Vorhabens – Arbeiten des Zuwendungsempfängers JKI.	<b>15</b>
<b>Tabelle 3:</b> Liste der geplanten Endergebnisse (Deliverables) des internationalen Projektes EcoOrchard.	<b>16</b>
<b>Tabelle 4:</b> Liste der geplanten Meilensteine im Forschungsplan des internationalen Forschungsprojektes EcoOrchard.	<b>16</b>
<b>Tabelle 5:</b> Zusammenstellung verschiedener Studien über die Wirkung von Blühstreifen im Obstbau auf Nützlinge und Schädlingsregulierung.	<b>18</b>
<b>Tabelle 6:</b> Anleitungen für ausgewählte Methoden zum Monitoring der funktionellen Biodiversität in der Praxis.	<b>26</b>
<b>Tabelle 7: Eingesetzte</b> Methoden zum Monitoring der funktionellen Biodiversität im Betrieb bei den Testbetrieben in Deutschland im Jahr 2016 und Bewertung durch die Betriebsleiter.	<b>27</b>
<b>Tabelle 8:</b> Zusammensetzung [% Gewicht] der Blühstreifenmischungen CEM und SCM für die Versuche in Deutschland.	<b>29</b>
<b>Tabelle 9:</b> Auflauf der gesäten Arten in den Blühstreifen in den Jahren 2016 bis 2018 auf dem Versuchsgeländer des JKI.	<b>30</b>
<b>Tabelle 10:</b> Entwicklung der mehrjährigen Blühstreifen (BS) im Jahresdurchschnitt 2016-2018.	<b>37</b>
<b>Tabelle 11:</b> Methoden und Zeitplan der entomologischen und botanischen Aufnahmen 2015-2018 im Praxisbetrieb Latz.	<b>38</b>
<b>Tabelle 12:</b> Anteil [%] von Pflanzenorganen (Blütenbüschel, Langtriebe) mit Blattlausbefallsspuren an jeweils 30 Apfelbäume/Versuchsparzelle in den Versuchsblocks Fuji (2x) und Braeburn (2x) im Obstbetrieb Latz/Saarwellingen.	<b>40</b>
<b>Tabelle 13:</b> Häufigkeit verschiedener taxonomischer Gruppen von Fluginsekten, die in Malaisefallen (1x pro Monat, April – September 2018) auf den verschiedenen Versuchspartellen gefangen wurden.	<b>42</b>

## Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1:** EcoOrchard-Projekttreffen am JKI Darmstadt im November 2016. **12**
- Abbildung 2:** Top 10 der angewandten Biodiversitätsmaßnahmen im Ländervergleich. Quelle Sarah Fernique, (Fernique et al., Ecofruit 2016). **20**
- Abbildung 3:** Links: Wildbienenhotel zur Ansiedlung verschiedener *Osmia*-Arten (vor allem *Osmia cornuta* und *Osmia bicornis*) beim kooperierenden Obstbaubetrieb in Saarwellingen. Rechts: Holz/Steinhaufen als Versteckmöglichkeit für Mauswiesel oder Eidechsen. **20**
- Abbildung 4:** Ökosystemdienstleistungen, die von den befragten Obstbauern für wichtig erachtet werden und die sie mittels bestimmter FAB-Techniken unterstützen möchten. **21**
- Abbildung 5:** Workshop zur Förderung der funktionellen Biodiversität auf der Ecofruit-Tagung 2016. **21**
- Abbildung 6:** Verteilung der für die EcoOrchard-Studie berücksichtigten Literaturstellen zur Förderung floraler Ressourcen für Nützlinge im Obstanbau auf unterschiedliche Kategorien des Managements. **23**
- Abbildung 7:** Webpräsenz des EBIO-Netzwerks, abrufbar unter <http://ebionetwork.julius-kuehn.de>. **24**
- Abbildung 8:** Lage der Betriebe des EcoOrchard-Netzwerkes, die die Monitoring-Methoden zur Erfassung der funktionellen Biodiversität im Betrieb getestet haben. **25**
- Abbildung 9:** Vorstellung der Methoden zum Biodiversitätsmonitoring auf den Öko-Felddagen in Kassel, 2017. **27**
- Abbildung 10:** Anlageplan des Botanischen Versuchs in einer Apfelanlage auf dem Gelände des JKI. CEM = Complex ecotype mixture, SEM = simple commercial mixture. **29**
- Abbildung 11:** Vorbereitende Bodenbearbeitung im Mai 2015 (links), Abdeckung mit schwarzen Plastik zur Unterdrückung der Unkräuter vor der Einsaat (Mitte), Pflanzenaufbau im Streifen mit Bewässerung Ende Juni 2015 (rechts). **30**
- Abbildung 12:** Blühaspekt der beiden Saatgutmischungen "SCM" (links) und "CEM" (rechts) im Juni 2016 auf dem JKI Versuchsfeld in Darmstadt. **31**
- Abbildung 13:** Blühaspekte eines der Blühstreifen auf dem JKI-Versuchsfeld in Darmstadt von 2017 bis 2018. Vorne jeweils der SCM-Bereich, dahinter der CEM-Bereich. **31**
- Abbildung 14:** Versuchsaufbau zur Testung verschiedener Blühpflanzen als Nahrungsangebot für Falter des Apfelwicklers (links oben) und der Brackwespe (links unten). **32**
- Abbildung 15:** Überlebensrate des Apfelwicklers (links) bzw. der Apfelwickler-Brackwespe (rechts) bei Ernährung mit 20%iger Zuckerlösung (Glucose oder Fructose), Buchweizen (Buckwheat)- oder Pastinaken (Parsnip)-Blüten bzw. nur Wasser. **32**

- Abbildung 16:** Überlebensrate von Männchen (links) und Weibchen des Apfelwicklers (Mitte) bei Angebot von Rotklee, Koriander, Wilder Möhre und Pastinake. **33**
- Abbildung 17:** Plantagenplan des Versuchsbetriebes mit eingezeichneten Versuchsblöcken, Karte: [www.google.de/maps](http://www.google.de/maps). **34**
- Abbildung 18:** Saatbettvorbereitung und Ansaat im Mai 2015. **34**
- Abbildung 19:** Pflege der Fahrgasse mit Blühstreifenmulcher AEDES (links). Aufnahme von Artenabundanz, Deckungsgrad und Blühaspekt der Blühstreifen in der botanischen Aufnahme. Starke Vergrasung erschwerte die Dokumentation (rechts). **35**
- Abbildung 20:** Schlechter Auflauf des Saatgutes in den Blühstreifen (hier Fuji-Block) im Jahr der Einsaat (links, Mitte) und im Frühjahr 2016 (rechts). Ruderalflur (vor allem Gänsefuß) waren dominant, im darauffolgenden Frühjahr vor allem Gräser. **36**
- Abbildung 21:** Entwicklung der neu eingesäten Blühstreifen in den Braeburn-Blocks im Jahr 2017. Links: Frühjahrsaspekt. Mitte: Blühstreifen im August 2017 (südlicher Block). **36**
- Abbildung 22:** Blühstreifen im Braeburn-Block im Juli 2018 (links), neu angelegter Blühstreifen im August 2018 (Mitte), Siebenpunkt auf Holz Zahn (rechts), Honigbiene an Gänsefuß. **37**
- Abbildung 23:** Klopfprobe, Wellpappe, Prädationskarte, Malaisefalle (von links nach rechts). **38**
- Abbildung 24:** Bonitierter Fruchtschaden an Äpfeln kurz vor der Ernte in Blühstreifen- und Kontrollparzellen (Werte der Braeburn- und Fuji-Blocks gepoolt) von 2015-2018. Links: alle Fruchtschäden, rechts: durch den Apfelwickler verursachte Fruchtschäden. **40**
- Abbildung 25:** Anteil gefressener Ködereier (*E. kuehniella*) nach Exposition an Apfelbäumen für 24 h in Kontroll- und Blühparzellen (Werte der Braeburn- und Fuji-Blocks gepoolt). **41**
- Abbildung 26:** Anzahl gefangener Nützlinge/Fangstunde in je einer Malaisefalle pro Versuchspartizelle. Die Fallen wurden einmal im Monat für 10 h betrieben. **43**
- Abbildung 27:** Links: *Melanostoma sp.* auf dem Weg zur Eiablage in eine Kolonie der Apfelblattlaus. Es wurde ein Ei abgelegt. Mitte & Rechts: Pollenpräparat aus dem Darminhalt einer weiblichen *Melanostoma*. **43**
- Abbildung 28:** Stand des Forschungsprojektes auf der IGW 2019 (links). Rechts oben: Schulkinder lassen sich die Welt der Nützlinge erklären. Rechts unten: die Blühstreifenbroschüre wird Frau Göring-Eckhardt vorgestellt. **48**

## Abkürzungsverzeichnis

**BS:** Blühstreifen

**CEM:** Complex ecotype mixture

**FAB:** Funktionelle Agrobiodiversität

**K:** Kontrolle

**SCM:** Simple commercial mixture



## I. Einführung

### I.1 Gegenstand des Vorhabens

Thema des Forschungsprojektes waren die Erfassung und Entwicklung von Methoden zum Erhalt und der Förderung der funktionellen Biodiversität im ökologischen Kernobstanbau Europas als wichtiger Baustein in einer nachhaltigen und umweltverträglichen Schädlingsregulierung.

### I.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projektes

Das Forschungsvorhaben der beteiligten Forschungsinstitutionen aus Dänemark, Schweden, Lettland, Polen, Deutschland, Belgien, Frankreich, Schweiz und Italien (Tabelle 1, Abbildung 1) zielte auf die Erfassung und Evaluierung von Strategien zur Erhaltung und Förderung der funktionellen (Agro-) Biodiversität (**FAB**) im Kernobstanbau in Europa. Ein wesentlicher Schwerpunkt wurde dabei auf eine intensive Kommunikation zwischen Forschung und Praxis gelegt. Folgende Teilziele sollten im Laufe des Projektes erreicht werden:

- Aufbau eines aktiven Netzwerks zwischen Akteuren aus Forschung und Praxis durch direkte Kontakte auf Informationsveranstaltungen sowie mit Hilfe eines webbasierten Informationsportals.
- Erfassung des Kenntnisstandes und des Erfahrungsschatzes von Praktikern bezüglich FAB und Maßnahmen zur ihrer Erhaltung und Förderung in den beteiligten Ländern durch Fragebogenaktionen und Informationsaustausch auf Workshops.
- Aufbau eines webbasierten Informationsportals zur Dokumentation und Bekanntmachung der in Forschung und Praxis erprobten Maßnahmen und Empfehlungen.
- Entwicklung eines praxisgerechten Leitfadens für ein Nützlingsmonitoring in den Obstanlagen zusammen mit den Anbauern.
- Anlage und Evaluierung von mehrjährigen Blühstreifen in ökologischen Betrieben als konkrete Maßnahme zur Biodiversitätsförderung.
- Bekanntgabe der Projekt(zwischen-)ergebnisse und Meinungsaustausch mit betroffenen Praktikern, Forschern und auch der Öffentlichkeit auf von dem Projektkonsortium organisierten Workshops, bei Betriebsbegehungen und entsprechenden Veranstaltungen.

Damit zielte das Projekt EcoOrchard auf die Bearbeitung wesentlicher Fragestellungen, die auf eine Verbesserung der Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit in der landwirtschaftlichen Produktion, eine Förderung der biologischen Vielfalt in Agrarökosystemen sowie auf die Verbesserung der Vernetzung der Akteure im ökologischen Obstbau und verfolgte somit Ziele, die auch das BÖLN unterstützt.

In Deutschland war der umsetzende Partner das JKI. Das JKI leitete das Arbeitspaket 1 (WP1). Hier war das Ziel der Aufbau eines webbasierten Informationsportals (EBIO-Network = European Biodiversity Orchards Network), um Erfahrungswissen aus der Praxis und Ergebnisse aus der Forschung zu verschiedenen Methoden der Biodiversitätsförderung im ökologischen Kernobstanbau zu bündeln und der Praxis bzw. entsprechenden Interessensgruppen zur Verfügung zu stellen. Unter Federführung der INRA wurden Interviews mit Obstbauern, Beratern und Forschern zur Bedeutung und dem Management von FAB im Kernobstanbau durchgeführt. Aus dieser Zusammenstellung heraus sollten praxistaugliche Indikatoren für funktionelle Biodiversität identifiziert und mit Obstbaubetrieben zusammen getestet werden (Arbeitspaket 2 - WP2, Leitung GRAB). In einem länderübergreifenden Feldversuch sollten mehrjährige, mulchresistente und vor allem

standortangepasste Blühstreifen als Fahrgassenbegrünung angelegt werden (Arbeitspaket 3 - WP3, Leitung FiBL). Der Versuch wurde in Dänemark, Schweden, Polen, Deutschland, Belgien, Schweiz und Italien durchgeführt. Beim JKI wurde zudem die Auswahl und Prüfung der Blühpflanzen im Hinblick auf eine selektive Nützlingsförderung begleitend untersucht. Ziel war die Ausarbeitung praxisnaher Lösungen. Dazu sollten die Fragestellungen und Zwischenergebnisse im Laufe des Projektes mehrfach auf Informationsveranstaltungen mit Praktikern vorgestellt und erörtert werden (Arbeitspaket 4 – WP4, Leitung INRA).



Abbildung 1: EcoOrchard-Projekttreffen am JKI Darmstadt im November 2016.

Tabelle 1: Liste der am internationalen Projekt EcoOrchard beteiligten Institutionen. PC = Project coordinator, WPL = Work package leader, WPCL = Work package co-leader, P = Participant

Nr	Country:	Name	Type of organisation	Functions	Involved in WPs	Contact person with e-mail address:
1	Denmark	UCPH	University	PC, WPL, WPLC	0, 1, 2, 3, 4	Lene Sigsgaard <a href="mailto:les@plen.ku.dk">les@plen.ku.dk</a>
2	France	GRAB	Private research centre	WPL, P	0, 1, 2, 4	François Warlop <a href="mailto:francois.warlop@grab.fr">francois.warlop@grab.fr</a>
3	Switzerland	FiBL	Private research centre	WPL, WPLC, P	0, 1, 2, 3, 4	Pfiffner Lukas <a href="mailto:lukas.pfiffner@fibl.org">lukas.pfiffner@fibl.org</a>
4	France	INRA – Écodéveloppement	Public research	WPL/WPLC	0,1,2,4	Servane Penvern <a href="mailto:servane.penvern@avignon.inra.fr">servane.penvern@avignon.inra.fr</a> Marc Tchamitchian <a href="mailto:marc.tchamitchian@avignon.inra.fr">marc.tchamitchian@avignon.inra.fr</a>
5	Sweden	SLU	University	WPLC, P	0, 1, 2, 3, 4	Marco Tasin <a href="mailto:marco.tasin@slu.se">marco.tasin@slu.se</a>
6	Italy	Laimburg	Private research centre	P	1, 2, 3, 4	Markus Kelderer <a href="mailto:Markus.Kelderer@provinz.bz.it">Markus.Kelderer@provinz.bz.it</a>
7	Germany	JKI	Public research centre	WPL, P	0, 1, 2, 3, 4	Annette Herz, <a href="mailto:Annette.herz@julius-kuehn.de">Annette.herz@julius-kuehn.de</a>
8	Belgium	CRA-W	Public research centre	WPLC, P	0, 1, 2, 3, 4	Laurent Jamar <a href="mailto:l.jamar@cra.wallonie.be">l.jamar@cra.wallonie.be</a>
9	Poland	Inhort	Public research centre	P	1, 2, 3, 4	Dorota Kruczyńska <a href="mailto:dorota.kruczynska@inhort.pl">dorota.kruczynska@inhort.pl</a>
10	Latvia	LPPRC		P	1, 2, 4	Laura Ozolina Pole <a href="mailto:laura.ozolina.pole@laapc.lv">laura.ozolina.pole@laapc.lv</a>
11	Denmark	EcoAdvice	Company	P	2, 4	Maren Korsgaard <a href="mailto:mak@ecoadvice.dk">mak@ecoadvice.dk</a>

### I.3 Planung und Ablauf des Projektes:

#### **Arbeitspaket 1 (WP1): "Tracking innovative and efficient practices and systems to improve on-farm management of functional biodiversity."**

Das JKI hatte die Koordination dieses Arbeitspaketes übernommen, unterstützt von der INRA. Geplant war die partizipatorische Recherche nach Praktiken, die in den beteiligten Ländern als biodiversitätsfördernde Maßnahmen im Apfelanbau erforscht, erprobt oder auch mittlerweile erfolgreich eingesetzt werden sowie die Erfassung und Bewertung möglicher Hindernisse. JKI/INRA fassten dazu die von den beteiligten Institutionen aufbereiteten Informationen aus Literaturrecherchen, Feldtagen, Interviews mit Obstbaupraktikern etc. zusammen (M1.1, M1.2) und stellten die Ergebnisse in ein webbasiertes Informationsportal (EBIO-Network: European Biodiversity Orchards Network) ein. Außerdem sollte von den Projektpartnern ein Netzwerk von Akteuren aus Forschung und Praxis geschaffen werden, die sich auch über das Informationsportal austauschen und auch eigene Beiträge dazu liefern könnten. EBIO-Network sollte während der Projektphase am JKI etabliert werden (D1.2) und wird dort auch nach Projektende weiter abrufbar sein. Die in der Fragebogenaktion zusammengetragenen Erkenntnisse aus der Praxis sollten zudem nach verschiedenen sozioökonomischen Kriterien durch die INRA ausgewertet werden.

#### **Arbeitspaket 2 (WP2): "Common methods for participatory assessment of functional biodiversity efficiency"**

Dieses Arbeitspaket wurde von GRAB, Frankreich, geleitet. Das JKI beteiligte sich im Rahmen einer Literaturrecherche an der Zusammenstellung möglicher Erfassungsmethoden und Indikatoren für funktionelle Biodiversität (M2.1). Außerdem wurde die Umsetzbarkeit ausgewählter Erfassungsmethoden auf zwei Obstbautrieben geprüft (D2.3).

#### **Arbeitspaket 3 (WP3): "New collaborative experimental trials and new orchards designing actions"**

In Absprache mit den Projektpartnern (M3.1) und unter Leitung des FiBL wurden Feldversuche zum Begrünungsmanagement in ökologischen Obstbaubetrieben durchgeführt (M3.2). Als geeignetes Begrünungsverfahren wurden mehrjährige Blühstreifen als Fahrgassenbegrünung auf ausreichender Fläche mit ausgewählten Blümmischungen angelegt. Die Blümmischungen sollten nach Möglichkeit auf Regio-Saatgut basieren. Ein für alle Länder einheitliches Bonitur- und Monitoringprotokoll zur Erfassung von Hauptschädlingen, Nützlingen und Fruchtschaden wurde mit allen Projektpartnern entwickelt und sollte ab dem zweiten Projektjahr angewendet werden, um mögliche Effekte der Blühstreifen für eine verbesserte Schädlingsregulierung im Vergleich zu Kontrollflächen (M3.3) festzustellen. Weiterhin bestand die Aufgabe, die Entwicklung der Blühstreifenvegetation durch regelmäßige botanische Aufnahmen zu dokumentieren (D3.2, D3.3, D3.4). Bei entsprechender Eignung dieses Begrünungsverfahrens bestand das weitere Ziel darin, ein Handlungsleitfaden für die Praxis zu entwickeln, der auch in möglichst vielen Landessprachen zur Verfügung gestellt werden sollte.



**Arbeitspaket 4 (WP4): "Learning from all sides and dissemination"**

In WP4 wurden die Ergebnisse aus WP2 und WP3 im Diskurs mit der Praxis reflektiert. Das JKI war dabei für die Informationsbereitstellung für die Praxis in Deutschland zuständig, z.B. durch Präsentation bei entsprechenden Feldtagen oder ähnlichen Veranstaltungen (D4.3). In enger Zusammenarbeit mit den anderen Projektpartnern sollten Informationsbroschüren gestaltet (D4.2) werden. Eine weitere Aufgabe im Rahmen der BÖLN-Förderung bestand auch in der Entwicklung eines Merkblattes, das dem Praktiker in die Hand gegeben werden kann. Hier sollten mögliche Maßnahmen zur Erhöhung der funktionellen Biodiversität aufgelistet werden, Indikatoren zur ihrer Erkennung vorgestellt werden und einfache Methoden ihrer Erfassung beschrieben werden. Außerdem wurde der Bezug zu dem Portal EBIO-Network erläutert und zur interaktiven Teilhabe aufgerufen.



**Tabelle 3: Liste der geplanten Endergebnisse (Deliverables) des internationalen Projektes EcoOrchard. Das JKI war an der Bearbeitung der Deliverables D01-D03, D1.1-D1.2, D2.2-D2.3, D3.1-D3.4. D4.4 beteiligt. Auf Grund des verspäteten Projektbeginns und der Projektverlängerung ergaben sich zeitliche Verschiebungen, doch wurden alle Endergebnisse erreicht.**

Number	Deliverable name	Lead participant	Planned delivery month	Actual delivery month	Outcome
D 0.1.	Consortium agreement	UCPH	6	3	Contract
D 0.2.	Annual project meetings	UCPH	12,24,36	11, 23, 35	Minutes
D 0.3	Mid-term and final report	UCPH	18, 41	19, 43	Report
D 1.1.	Workshop for presenting analysis results	JKI	15	13	Report
D 1.2	EBIO-Network platform online	JKI	18	14	Website
D 2.1	Collection of methods	GRAB	4/12	5/12	Other
D 2.2	Selection of most relevant methods	GRAB	11/24	12/24	Other
D 2.3	Analysis of field data	GRAB	32	42	Guideline, Report
D 3.1.	Plans of field trials	FiBL	2	3	Other
D 3.2	Qualitative report of field trials	FiBL	13	14	Report
D 3.3	Intermediate qualitative report from each trial	FiBL	25	25	Report
D 3.4	Final qualitative and quantitative report on the field collaborative trial results	FiBL	36	36	Report, Leaflet, Publication
D 4.1	Leaflet describing the monitoring methods	INRA	15	15	Report, Publication
D 4.2	Revised leaflets	INRA	30	36	Leaflet
D 4.3	On-site visits and forums	INRA	36	36	Other
D 4.4	Outreach publications	INRA	36	42+	Other

**Tabelle 4: Liste der geplanten Meilensteine im Forschungsplan des internationalen Forschungsprojektes EcoOrchard. Auf Grund des verspäteten Projektbeginns und der Projektverlängerung ergaben sich zeitliche Verschiebungen. Dies betraf die Meilensteine M1.1, M1.3, M2.2, M2.3, M3.3.**

Number	Deliverable name	Lead participant	Planned delivery month	Actual delivery month	Outcome
M0.1	Consortium agreement	UCPH	6	6	Contract
M0.2	Annual project meetings	UCPH	12,24,36	11	Minutes
M0.3	Mid-term and final report	UCPH	18, 36	19	Report
M1.1.	Network of organic growers established	JKI/INRA	6	9	Data collection
M1.2	Interviews and field visits performed	INRA	12	9	Data collection, publication
M1.3	Review of literature data, research projects etc.	JKI	12	36+	Literature database, Publication
M2.1	Inventory survey of existing methods	GRAB	3	3	Data collection
M2.2	Set up of method evaluation in experimental network (2015)	GRAB	4/16	5/17	Data collection
M2.3	Set up of methods in limited and larger growers network (see 2017 EU Map)	GRAB	4/16	17/17	Data collection, technical paper
M2.4	Fields trials completed	GRAB	21	21/ 33	Data collection
M 3.1.	Plans of all field trials	FiBL	2	2	Work plan
M 3.2	Field trials are established	FiBL	5	5	Work plan
M 3.3	Assessment protocols for field trials are set, trained, ready to apply	FiBL	11	12	Work plan
M4.1	Workshops to demonstrate the selected methods	INRA	15	12 to 15	Workshop
M 4.2	Workshop to evaluate the selected monitoring methods	INRA	27	27	Workshop

## II. Wissenschaftlicher und technischer Stand

Der Apfelanbau ist europaweit gesehen eine landschaftsdominierende Dauerkultur und besitzt ein besonderes ökonomisches Potential gerade im ökologischen Anbau. Die Verbrauchernachfrage nach ökologisch produziertem Obst ist steigend (Weibel et al. 2013). Gleichzeitig besitzen umweltschonende Produktionsverfahren in dieser Dauerkultur eine hohe Bedeutung für den Erhalt und die Förderung der Biologischen Vielfalt (Simon et al. 2010). Neben der Bestäubung der Kulturpflanze sind weitere Elemente der so genannten funktionellen (Agro-)Biodiversität (FAB) elementar wichtig für die Schädlingsregulierung im Kernobstanbau. So sind z.B. wirbellose Nützlinge als natürliche Gegenspieler wesentliche Bausteine für den Pflanzenschutz im ökologischen Kernobstbau und werden z.B. für die Regulierung von Apfelwicklerpopulationen, in denen virusresistente Individuen vorkommen, immer wichtiger. Das Angebot lebenswichtiger Ressourcen wie z. B. Nahrungsquellen in Form von nektarliefernden Pflanzen ist aber entscheidend für die Effizienz von Parasitoiden und anderen Nutzarthropoden in Intensivobstanlagen (Altieri 1994, Boller et al. 2004, Siekmann et al. 2001, Wäckers 2004, Campbell et al. 2017). Zusätzlich können derartige Vegetationselemente die Präsenz von Alternativwirten und Überwinterungs- oder Rückzugshabitaten garantieren, beides unabdingbare Faktoren für den Aufbau und Erhalt einer stabilen Antagonistenfauna (Monteiro et al. 2013). Agrarumweltmaßnahmen, die dem Landwirt die Schaffung von Ackerrandstreifen, Blühstreifen, Ausgleichsflächen, Hecken und anderer Strukturelemente (Boller et al. 2004) durch finanzielle Unterstützung von Seiten der Agrarpolitik honorieren, sind bei einer nützlingsgerechten Diversifizierung der Agrarlandschaft ein unverzichtbares Werkzeug. Davon profitieren vor allem sehr mobile Organismen, wie Marienkäfer oder Schwebfliegen (Haenke et al. 2009, van Rijn et al. 2016), die von diesen Bereichen in die Kultur einwandern können.

Vor allem bei großflächigen Dauerkulturen wie dem Apfel sollte das Begrünungsmanagement aber auch innerhalb der Kulturfläche zur Erhöhung der floralen Ressourcen beitragen. Es gibt bereits Richtlinien zum Begrünungsmanagement im ökologischen Obstbau, auch hinsichtlich der Förderung von Nützlingen (Bugg & Waddington 1994, Boller et al. 2004). Frühe Arbeiten von Leius (1967), Schmidle et al. (1975) und Dickler (1978) wiesen erhöhte Schädlingsmortalität und geringeren Fruchtbefall in begrünerten Apfelanlagen im Vergleich zu Parzellen mit offenem Boden nach. Mitte der 1990er Jahre wurden in der Schweiz und in Deutschland Forschungsvorhaben durchgeführt, die die Auswirkungen von Blühstreifen auf die Regulierung verschiedener anderer Apfelschädlinge (Blattläuse und Apfelschalenwickler) untersuchten (Wyss, 1996, Weigel 1997, Vogt & Weigel, 1999). Weitere Untersuchungen zu diesem Thema wurden kürzlich veröffentlicht (Tabelle 5). Trotz erfolgversprechender Ansätze (s.a. Kienzle & Straub 1991, Kienzle 1993, Gontijo et al. 2013, Sigsgaard 2014) fehlte es aber an konkreten Handlungsanweisungen. Neueren Ergebnissen aus der internationalen Forschung zufolge wird statt einer unspezifischen Anpflanzung krautiger Blühpflanzen mittels vorgegebener Saatmischungen eine gezielte Förderung von Gegenspielern des Zielschädlings angestrebt (Gurr et al. 2005, Winkler et al. 2010). Dies geschieht durch das Angebot von zuvor ausgetesteten Ressourcen, z.B. in Form von bestimmten nektar- bzw. pollenliefernden Pflanzenarten, Alternativwirten und Vegetations- und Überwinterungsstrukturen, die auch wirklich von den Schlüsselantagonisten genutzt werden können und durch ein präzises Management im Habitat zur Verfügung gestellt werden. Die Ergebnisse umfangreicher Untersuchungen zur Zusammensetzung solcher Mischungen, die für den Apfelanbau geeignet sind, wurden vor kurzem von Campbell et al. (2017) vorgelegt. In Süddeutschland wurden in einem kürzlich beendeten Projekt ebenfalls mit mehrjährigen Blühstreifenmischungen für die Begrünung der Fahrgasse experimentiert (Kienzle et al. 2014, 2016). Kernelement einer solchen Strategie ist die sorgfältige Auswahl potentiell

geeigneter Pflanzenarten bezüglich (1) der selektiven Förderung des Nutzorganismus und einer indifferenten Rolle gegenüber dem Zielschädling, (2) der Anpassung der Blühperiode an die Phänologie des/der Schlüsselantagonisten und weiterer Elemente (z.B. Bestäuber) im Ökosystem, (3) einer einfachen und nachhaltigen Anbaumethode (geringer Arbeits- und Kostenaufwand), (4) Vermeidung von Risiken (Konkurrenz zur Kulturpflanze, Förderung anderer Schaderreger).

Trotz ermutigender Ergebnisse aus der praxisnahen Forschung bleibt die Implementierung derartiger Instrumente zur Erhöhung der funktionellen Biodiversität in Agrarökosystemen in der Praxis schwierig (Brodth et al., 2009). Es fehlen auch geeignete Indikatoren, die für den Praktiker eine Wahrnehmung des Biodiversitätszustandes nach bestimmten Maßnahmen erleichtern (Kelemen et al. 2013, Pfiffner & Graf 2010). Außerdem gibt es auch keinen Überblick darüber, wie viele dieser Maßnahmen in der Praxis modifiziert, optimiert und tatsächlich auch umgesetzt werden. Möglicherweise sind lokal/regional machbare Innovationen entstanden, die sich auch auf andere Regionen übertragen lassen (Lyon 1996). Dadurch entstand die Idee, in diesem Forschungsvorhaben solches Erfahrungswissen in den beteiligten Ländern zu sammeln, hinsichtlich der Umsetzbarkeit und den Erfolgsaussichten zu prüfen und zu bewerten und dieses gebündelte Wissen wiederum für die Praxis zu Verfügung zu stellen.

**Tabelle 5: Zusammenstellung verschiedener Studien über die Wirkung von Blühstreifen im Obstbau auf Nützlinge und Schädlingsregulierung.**

FAB-Technik	Zielschädling	Nützlingsförderung	Schädlingskontrolle	Studie
Blühstreifen	<i>Aphis pomi</i> , <i>Dysaphis plantaginea</i>	positiv	positiv	Wyss (1995), Wyss et al. (1995), Schweiz
Blühstreifen	<i>Aphis pomi</i> , <i>Dysaphis plantaginea</i>	positiv	negativ ( <i>D. plantaginea</i> )	Vogt et al. (1998), Vogt & Weigel (1999), SW-Deutschland
Blühstreifen	<i>Aphis pomi</i> , <i>Eriosoma lanigerum</i>	teilweise positiv	kein Effekt negativ ( <i>E. Lanigerum</i> )	Marko et al. (2013), Ungarn
Mehrfährige Blühstreifen	<i>Aphis pomi</i> , <i>Dysaphis plantaginea</i>	positiv	positiv (Köderbaum)	Kienzle et al. (2014, 2015), SW-Deutschland
Wildkräuter	<i>Cydia pomonella</i> , <i>Malacosoma</i> sp.	positiv	positiv	Leius (1967), USA
Buchweizen-Einsaat	Tortricidae: Schalenwickler	positiv	positiv	Stephens et al. (1998)
Buchweizen/Steinkraut/Phazelia-Einsaat	Tortricidae: Schalenwickler	positiv	positiv	Irvin et al. (2006), Neuseeland
Bühstreifen	Spinnmilben, Blattminierer, Fruchtschädlinge	positiv (Raubmilben, Parasitoide)	positiv (Spinnmilben) kein Effekt	Marko et al. (2012), Ungarn

### III. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

EcoOrchard ist ein internationales Projekt, in dem insgesamt 11 Institutionen aus neun verschiedenen europäischen Ländern zusammen gearbeitet haben. Außerdem waren durch die Umfrage- und Disseminationsaktivitäten Möglichkeiten zu regem Erfahrungsaustausch gegeben und die Erkenntnisse daraus sind teilweise in die Projektergebnisse eingeflossen.

#### IV. Methoden und Ergebnisse

##### **Arbeitspaket 1 (WP1): "Tracking innovative and efficient practices and systems to improve on-farm management of functional biodiversity."**

###### **Zielsetzungen:**

1. Erfassung praktischen Wissens zur funktionellen Biodiversität in Obstbaubetrieben in den beteiligten Ländern des Projektkonsortiums. Aufarbeitung in einem Workshop (Deliverable 1.1) und in Publikationen.
2. Erfassung wissenschaftlicher Erkenntnisse zur funktionellen Biodiversität im Obstbau in einer Literaturliteraturdatenbank. Zusammenfassende Darstellung in Form einer Literaturstudie.
3. Erstellung eines Netzwerkes zwischen verschiedenen Akteuren durch Aufbau eines webbasierten Wissensportals zur funktionellen Biodiversität im Obstbau (Deliverable 1.2).

###### **Methoden & Ergebnisse:**

###### Zu 1: Durchführung von Interviews mit Beratern und Landwirten zum Stand der Biodiversität.

- Auf Grundlage eines vom Projektpartner INRA erstellten Fragebogens wurden Befragungen von Obstbauern und Beratern, vornehmlich aus dem Ökoobstanbau, durchgeführt. Diese Fragebogenaktion fand in jedem der an EcoOrchard beteiligten Länder statt. Eine Übersetzung des Fragebogens in die Landessprache war notwendig (siehe Anhang). In Deutschland wurden zunächst fünf Berater (ökologisch und integriert) telefonisch befragt (Gesprächsdauer durchschnittl. 60 min.) Danach wurden ca. 40 Obstbauern mehrmals kontaktiert, aus denen schließlich 20 Obstbauern ausgewählt und befragt wurden, 13 persönlich durch Besuche vor Ort, sieben telefonisch. Hauptthema der Befragung war die generelle Einschätzung der Bedeutung der funktionellen Biodiversität im Apfelanbau, das Wissen über bekannte und auch eingesetzte Techniken zur Biodiversitätsförderung (so genannte FAB-Techniken), Erfahrungen mit diesen Techniken, bekannte Vor- und Nachteile und neue Ideen oder Anregungen für Verbesserungen.

Die Antworten wurden wiederum übersetzt und dann zur weiteren Auswertung an die Kolleginnen der INRA weitergeleitet. Erste Ergebnisse wurden bei der Tagung Ecofruit in Stuttgart-Hohenheim vorgestellt (Fernique et al. 2016). Insgesamt wurden in den neun beteiligten Ländern 55 Berater und 125 Obstbauern befragt. In Deutschland waren es fünf Berater und 20 ökologisch arbeitende Obstbauern. Es wurden insgesamt 24 Techniken genannt, die drei Kategorien zugeordnet werden können: 1) dynamische Methoden, die von Jahr zu Jahr wechseln können (z.B. Mähfrequenz), 2) langfristig angelegte ökologische Infrastrukturen (z.B. Hecken, Blühstreifen, Nistkästen für Vögel, Insekten), 3) Re-Design der Kulturführung (Sortenwahl, Anbaudiversifizierung). Abbildung 2 gibt einen Überblick über die „Top 10“ der angewendeten Techniken (Hecken, Blühstreifen, alternierendes Mähen, Strukturelemente in der Umgebung, Vogelnistkästen, Ansitzstangen für Greifvögel, Unterschlupfmöglichkeiten für Wirbeltiere, solche für Insekten, reduzierter Pflanzenschutzmitteleinsatz, Wildbienenhotels) im Ländervergleich. Der Großteil der befragten Bauern aus Deutschland (70 %) hat bereits Erfahrungen mit Blühstreifen gesammelt. Davon wurden die Blühstreifen bei 15 % im Zeitraum 2000 – 2005, bei 35 % im Zeitraum 2006 – 2010 und bei weiteren 35 % zwischen 2011 und 2015 etabliert. Es gab auch zwei Betriebe, die bereits seit 1985 bzw. 1995 diese Maßnahme eingeführt haben. In der Umfrage wurde allerdings nicht gefragt, ob es sich dabei um ein- oder mehrjährige Blühstreifen handelt und wo genau bzw. auf wieviel Prozent der

Betriebsfläche diese Infrastrukturen zu finden waren. Auf den meisten Betrieben befinden sich auch Schutzvorrichtungen für Wirbeltiere, wie z.B. Holz-oder Steinhaufen als Rückzugsort für Mauswiesel und auch Wildbienenhotels (Abbildung 3). Als kulturtechnische Maßnahme zum Erhalt von alternativer Vegetation im Betrieb als Habitat für nützliche oder geschützte Insekten wird oftmals alternierendes Mähen eingesetzt. Es zeigt sich, dass die deutschen Obstbauern im internationalen Vergleich sehr erfahren sind auf dem Gebiet der Biodiversitätsförderung. Dies mag auch daran liegen, dass 15 von 20 Betrieben sich durch die Beratung gut informiert zu diesem Thema fühlen und alle befragten Betriebe mehrere Maßnahmen (Median: 6 verschiedene FAB-Techniken) einsetzen.

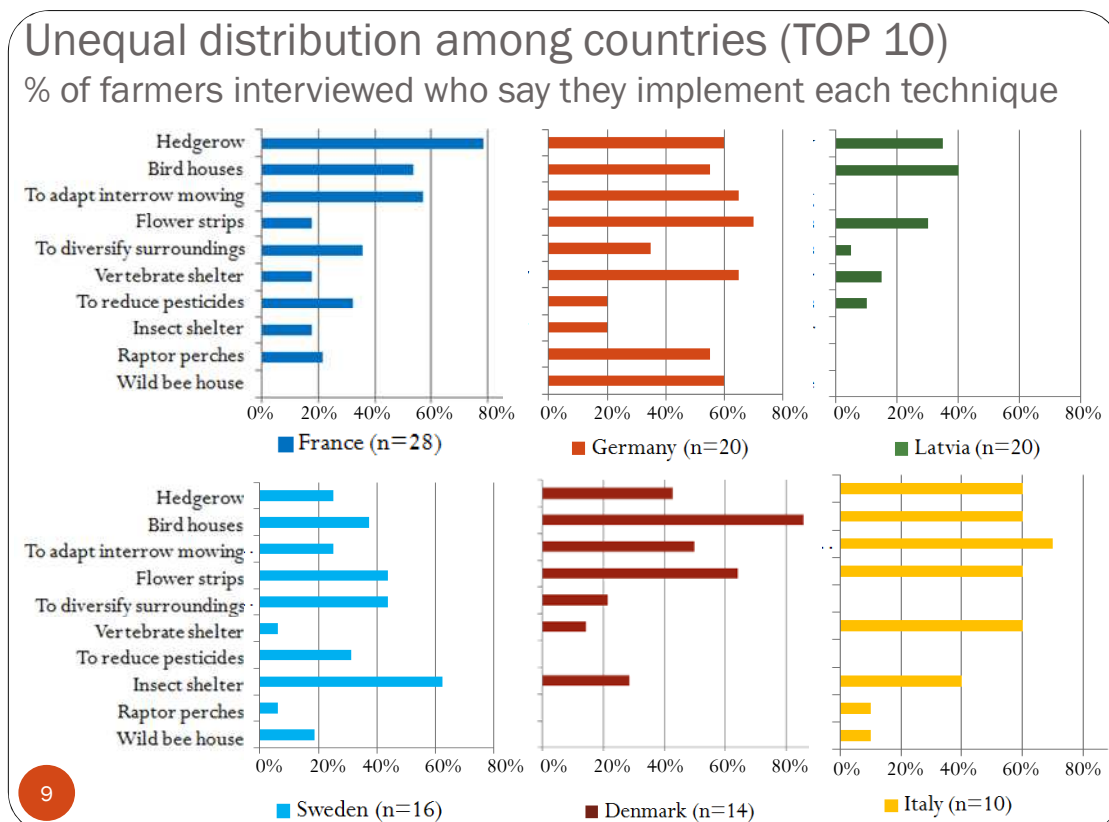
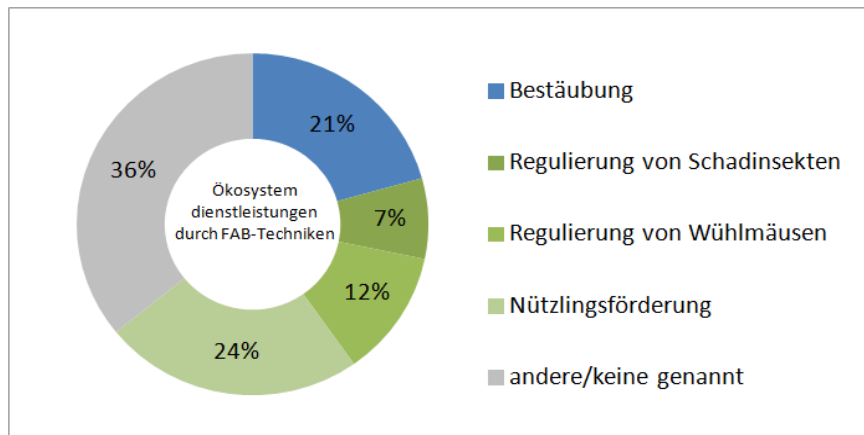


Abbildung 2: Top 10 der angewandten Biodiversitätsmaßnahmen im Ländervergleich (Fernique et al., Ecofruit 2016).



Abbildung 3: Links: Wildbienenhotel zur Ansiedlung verschiedener *Osmia*-Arten (vor allem *Osmia cornuta* und *Osmia bicornis*) beim kooperierenden Obstbaubetrieb in Saarwellingen. Beide Arten sind für die Bestäubung der Obstbäume (Pflaumen, Mirabellen, Apfel, Birnen u.a.) im Betrieb elementar wichtig. Rechts: Holz/Steinhaufen als Versteckmöglichkeit für Mauswiesel oder Eidechsen.



**Abbildung 4: Ökosystemdienstleistungen, die von den befragten Obstbauern für wichtig erachtet werden und die sie mittels bestimmter FAB-Techniken unterstützen möchten (% der genannten Antworten).**

Als mögliche Ziele dieser Maßnahmen sehen Obstbauern bestimmte Ökosystemdienstleistungen, die förderlich für die Obstproduktion sind. Ganz allgemein sollen Nahrungs- und Habitatressourcen für die Ansiedlung von Nützlingen geschaffen werden, aber konkret wurden vor allem die Bestäubung mit Hilfe von Wildbienen, die Regulierung von Wühlmäusen durch Wiesel oder Greifvögel sowie die Regulierung von Schadraupen durch Singvögel oder von der Blutlaus durch Ohrwürmer (Ohrwurmverstecke) genannt (Abbildung 4). 85 % der befragten Betriebe halten aber auch das aufgewertete Landschaftsbild und verbesserte Bedingungen für Naturschutz und Brutvogelschutz als wichtige Motivationsfaktoren für die Investition in solche Techniken. Allerdings sind es vor allem die zusätzliche Arbeitsbelastung bzw. die fehlende Zeit sowie fehlende Förderung/Belohnung oder Wertschätzung Faktoren, die eine Implementierung hemmen können.

Zu 1: Durchführung eines Workshops zu Bewertung von FAB-Techniken durch verschiedene Akteure aus Forschung und Praxis (Deliverable 1.1)

- Mit Unterstützung des Organisationskomitees der Ecofruit-Konferenz, einer internationalen, alle zwei Jahre an der Universität Stuttgart-Hohenheim durchgeführten Tagung, wurde vom EcoOrchard-Team (JKI, INRA, CRAB) im Jahr 2016 ein Workshop zum Thema „Enhancement of functional biodiversity“ durchgeführt. Als Arbeitsgrundlage wurden den Teilnehmern fünf Poster zu bestimmten FAB-Techniken (Blühstreifen, Wildbienen, Integration von Nutztvieh, Mahdmanagement, Hecken) zur Verfügung gestellt. In Gruppen von fünf bis sieben Personen wurden diese Maßnahmen diskutiert und dokumentiert (Abbildung 5). Zusätzlich wurde ein Fragebogen an die Teilnehmer ausgegeben, den diese später an die Organisatoren des Workshops zurückgeben konnten.



**Abbildung 5: Workshop zur Förderung der funktionellen Biodiversität auf der Ecofruit-Tagung 2016.**



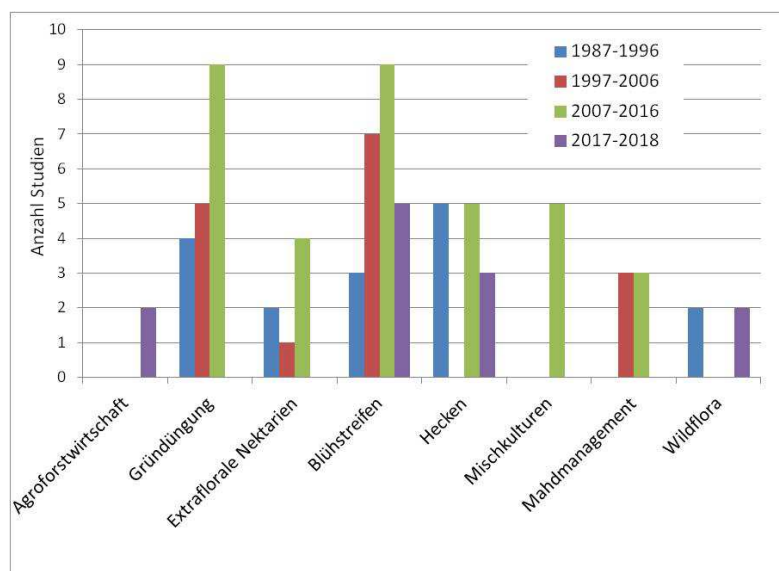
Insgesamt nahmen an dem Workshop 29 Personen teil. Von 19 wurden zusätzlich Fragebögen beantwortet. Alle dokumentierten Beiträge wurden an die INRA zur weiteren Analyse weitergeleitet. Danach spiegelt das im Workshop gewonnene Bild der Kenntnis und Wertung verschiedener FAB-Techniken die Ergebnisse aus der Umfrage unter Praktikern. Spezielle Fragestellungen, z.B. die Verbesserung von Wildbienenhotels unter Kenntnisnahme der Biologie dieser wichtigen Bestäuber bzw. die notwendige Forschung dazu, oder auch die notwendige räumliche Verteilung von Hecken in der Anlage wurden besonders intensiv diskutiert.

## Zu 2: Literaturdatenbank und Auswertung von wissenschaftlicher Literatur

- Mit Unterstützung aller Partner des EcoOrchard-Consortiums wurde eine Literaturdatenbank mit mehr als 200 Literaturstellen aus wissenschaftlichen Veröffentlichungen zu Methoden, Effekten, Integrierbarkeit usw. von funktioneller Biodiversität in Obstkulturen, aber auch anderen Agrarökosystemen aufgebaut. Diese Datenbank liegt im Endnote-Format vor und wird regelmäßig durch neue Literaturstellen zu dieser Thematik ergänzt. Die Datenbank wurde komplett in das Themenportal EBIO-Network eingearbeitet und ist mit einer Hilfe einer einfachen Suchmaske recherchierbar. Das Ergebnis kann als Datei gespeichert oder ausgedruckt werden.
- Eine Literaturstudie zum Thema „Managing floral resources in fruit orchards for pest control: experiences and future directions“ mit mehreren Projektpartnern als Co-Autoren ist in Vorbereitung. Für diese Studie wurde eine umfangreiche Literatursuche in Web of Science mit folgendem Suchalgorithmus durchgeführt: TOPIC: (((apple\*) AND (Orchard\*) AND ("cover crop\*" OR "service crop\*" OR "flower\* crop\*" OR "semi-natural" OR "floral\*" OR "flower strip\*" OR "flower margin\*" OR "non-cropflower\*" OR "non crop flower\*" OR "intercrop\*" OR "inter-crop\*" OR "hedge\*" OR "weed\*" OR "vegetation" OR "wild plant\*" OR "agro-forestry" OR "agroforestry" OR "\*diversity") AND ("pest\*")))), Timespan=1987 - 1996, 1997-2006, 2007-2016, 2007-2008, Search language=English. Zusätzlich wurden noch einige Referenzen aus der EBIO-Network Datenbank mit aufgenommen.

Alle Abstracts dieser Publikationen wurden gelesen und daraufhin geprüft, ob sie auf die allgemeine Fragestellung passen („How to manage floral resources for pest control in apple orchards?“). Insgesamt wurden 78 Literaturstellen ausgewählt, mit den vollständigen Artikeln ergänzt und nach Publikationszeitraum bestimmten Kategorien zugeordnet (Abbildung 6). Demnach sind Mischkulturen und Studien zu einer möglichen Agroforstwirtschaft eher selten und erst in der zurückliegenden Dekade publiziert worden. Andere Themen wie das Management der Wildkrautflora waren in den 1990er Jahren schon ein Thema und wurden aktuell wieder aufgegriffen. Manipulative Maßnahmen wie die Anlage von Gründungsparzellen zwischen Baumreihen oder auch ein- und mehrjährige Blühstreifen wurden dagegen in der Mehrzahl der berücksichtigten Studien betrachtet. Generell waren es bestimmte Forschergruppen, die über einen Zeitraum von mehreren Jahren eine bestimmte Strategie verfolgt haben. So haben frühe Studien (z.B. Altieri & Schmidt 1986) vor allem Gründungsstreifen mit Ackerbohnen, Buchweizen oder Phazelle eingesetzt. In den USA haben Brown und Kollegen intensive Untersuchungen zu Mischkulturen von Apfel und Pfirsichen durchgeführt mit der Idee durch die extrafloralen Blattnektarien der Pfirsichbäume Nützlinge wie z.B. Marienkäfer besonders zu fördern (z.B. Brown et al. (2010)). Bereits in den 1990er Jahren gab es Versuche in der Schweiz und in Deutschland mit Blühstreifen aus ein- und mehrjährigen Pflanzen, die allerdings unterschiedliche Effekte (Schweiz: positiv, Deutschland: negativ) auf die Schädlingsregulierung zeigten (Wyss et al. (1995), Wyss (1996), Vogt & Weigel (1999)). Diese

Inkonsistenz in den Ergebnissen bezüglich Nützlingsförderung und/oder Schädlingsregulierung zeigte sich allerdings bei fast allen recherchierten Studien. Generell gilt, dass mögliche Effekte einer Erhöhung von nützlingsfördernden floralen Ressourcen im Kernobstanbau eher über die Erhebung der Nützlings-/Schädlingsdichte oder die Parasitierung/Prädation an Köderwirten als über die Erfassung von Fruchtschäden oder Ernteerträgen bewertet wurden. Eine ausführliche Publikation zu dieser Literaturrecherche ist in Vorbereitung.



**Abbildung 6:** Verteilung der für die EcoOrchard-Studie berücksichtigten Literaturstellen zur Förderung floraler Ressourcen für Nützlinge im Obstanbau auf unterschiedliche Kategorien des Managements. Es wurden insgesamt 78 Studien in die Recherche miteinbezogen.

### Zu 3: Schaffung eines „Stakeholder“-Netzwerkes und des webbasierten Themenportals „EBIO-Network“

In der Internet-domain des JKI wurde das englischsprachige Themenportal (EBIO-Network: European Biodiversity Orchard Network) geschaffen, das eine webbasierte Informations- und Kontaktquelle zur funktionalen Biodiversität im Obstbau anbieten möchte. Die Bereitstellung von Informationen oblag dem EcoOrchard-Team des JKI, das auch die Infrastruktur über die Projektlaufzeit hinaus anbieten wird. Das Portal ist unter <http://ebionetwork.julius-kuehn.de> abrufbar. Inhalte der Website umfassen: Literaturdatenbank mit Suchfunktion, Berichte über die Aktivitäten von EcoOrchard (Workshops, Präsentationen auf Feldtagen etc.), Bereitstellung von Informationen zu FAB-Elementen (z.B. Nützlinge, geeignete Pflanzen), FAB-Techniken (Anlage von Blühstreifen, Hecken, Wildbienenhäusern etc.) in „fact sheets“, „technical sheets“ oder auch Video-Dokumentationen (Abbildung 7). Die Angaben von Kontaktmöglichkeiten zu Beratern, Organisationen in den verschiedenen Ländern wurden aus Datenschutzgründen allerdings sehr stark eingeschränkt. Außerdem werden Ergebnisse und Broschüren, die aus der Arbeit des Projektes EcoOrchard hervorgegangen sind, nach und nach in das Informationsportal eingestellt, sobald sie öffentlich gemacht werden können. Auch die Literaturdatenbank und weitere Inhalte werden nach Projektende noch weiter durch das JKI gepflegt.

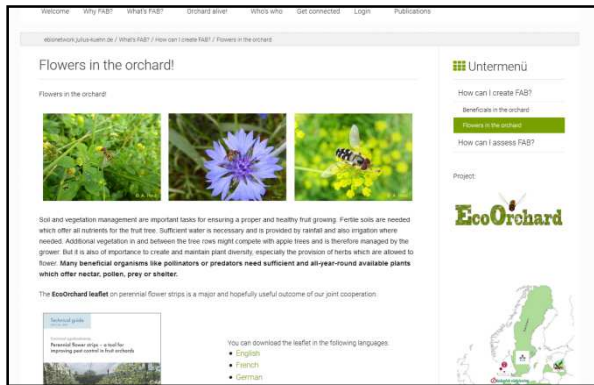


Abbildung 7: Webpräsenz des EBIO-Netzwerks, abrufbar unter <http://ebionetwork.julius-kuehn.de>.

#### IV. Methoden und Ergebnisse

##### Arbeitspaket 2 (WP2): "Common methods for participatory assessment of functional biodiversity efficiency"

**Zielsetzung:** Erarbeitung von einfach umsetzbaren Monitoring-Methoden, die dem Praktiker erlauben, die funktionelle Biodiversität im Betrieb selbst zu bewerten.

##### Methoden & Ergebnisse:

- Basierend auf den Ergebnissen der Befragungen von Beratern und Obstbauern sowie der Literaturlatenbank (WP 1) wurden im Jahr 2015 von den Projektpartnern GRAB (Frankreich), UCPH (Dänemark) und LAAPC (Lettland) verschiedene Methoden zur Erfassung der Biodiversität ausgewählt und auf Anwendbarkeit geprüft. Hauptkriterien bei der Auswahl waren auf der einen Seite die Praxistauglichkeit (insbesondere ein geringer Zeit- und Arbeitsaufwand sowie eine leichte Anwendbarkeit und Auswertung) als auch ein aussagekräftiges Ergebnis zum Stand der Biodiversität.
- Basierend auf diesen Ergebnissen wurden von GRAB, UCPH und LAAPC vier Methoden ausgewählt, die im Jahr 2016 und 2017 in weiteren Projektländern von interessierten Betrieben getestet wurden (Abbildung 8): (1) **Visuelle Kontrolle** auf das Vorhandensein von aphidophagen Nützlingen, (2) Durchführen von **Klopfproben** zum Nachweis von Nützlingen auf dem Apfelbaum, (3) Anbringen von **Wellpappen** an den Apfelbäumen als Versteckmöglichkeit für Nützlinge, (4) Ausbringung von so genannten „**Prädationskarten**“ – d.h. der Exposition von Beutetieren, an denen die Fraßleistung von Nützlingen nachgewiesen wird (Tabelle 6). Es wurden praxistaugliche Anleitungen und Aufnahmebögen zur Durchführung diesen Methoden entworfen, die dem Obstbauern ermöglichen sollen, den Stand der Biodiversität auf ihren Flächen selbst bewerten zu können. Diese Erfassungshilfen wurden vom JKI ins Deutsche übersetzt.

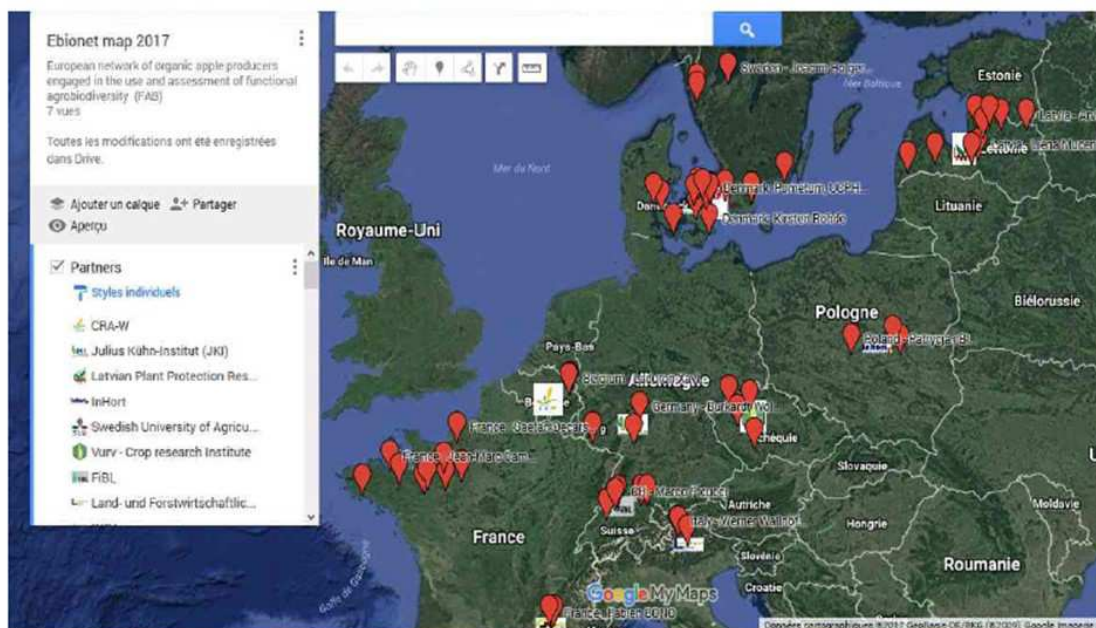






Abbildung 8: Lage der Betriebe des EcoOrchard-Netzwerkes, die die Monitoring-Methoden zur Erfassung der funktionellen Biodiversität im Betrieb getestet haben. In Deutschland haben drei Betriebe mitgemacht.

**Tabelle 6: Anleitungen für ausgewählte Methoden zum Monitoring der funktionellen Biodiversität in der Praxis.**

<p><b>Visuelle Beobachtung der Mehligigen Apfelblattlaus</b></p>	<p>Es werden 10 Bäume in einer Anlage ausgesucht und jeweils 10 Blütenbüschel pro Baum angeschaut. Dabei ist es wichtig die Bäume zufällig zu wählen und sich nicht von schon befallenen Blütenbüscheln ablenken zu lassen). Die An- und Abwesenheit von Blattläusen pro Blütenbüschel wird vermerkt (siehe Foto im Protokoll). Die befallenen Blütenbüschel werden gekennzeichnet.</p> <p>Im weiteren Saisonverlauf wird das Monitoring durch das Öffnen von 10 bis 20 Kolonien in den markierten Blütenbüscheln vervollständigt, um aktive natürliche Feinde zu erfassen. Dies ist eine direkte und effektive Methode um die momentane Befallsrate durch die Blattlaus und die Räuber-Aktivität zu messen.</p>	 <p>© A. Herz, JKI Darmstadt</p>
<p><b>Klopfen (nicht destruktiv)</b></p>	<p>Kennzeichnen von 10 Bäumen pro Bereich (oder 33 Bäume, wenn Sie bereits derartige Stichproben nach IOBC Richtlinien durchführen). Es wird über einem weißem Tablett (ca. 45 x 45 cm) oder Klopfschirm ein Zweig pro Baum drei Mal geklopft. Es sollten möglichst mehrere Partien des beklopften Baumes (Nord/Süd) beklopft werden, wobei die Zweige ähnlich groß sein sollten. Das Klopfen sollte auch mit der gleichen Stärke ausgeführt werden, um die Vergleichbarkeit der Klopfproben sicher zu stellen. Direkt nach dem Klopfen werden vorhandene Nützlinge auf dem Tablett identifiziert und gezählt. Die Methode bietet eine Übersicht der Gliedertiere in der Baumkrone, wobei größere Vertreter tendenziell eher erfasst werden. Diese Methode ist besonders geeignet für Marienkäfer, Florfliegen, Spinnen, Ohrkneifer, Raubwanzen, die nicht ganz so leicht bei Störungen wegfliegen. Die Tiere werden anschließend wieder frei gelassen.</p>	 <p>© S. Feiertag, JKI Darmstadt</p>
<p><b>Fraßkarten</b></p>	<p>Auf diesen Karten werden entweder Eier vom Apfelwickler, der Mehlmotte (können gekauft werden) oder abgetötete Erbsen-Blattläuse geklebt (künstliche Beute genannt). Die Karten werden in den Kronenbereich der Apfelbäume aufgehängt. Die Karten werden an der Blattunterseite angeheftet, die Bäume mit Karten werden markiert. Nach 24 Stunden werden die Karten wieder eingeholt und der befallene/gefressene Anteil der Beutetiere auf der Karte vermerkt. Diese Methode kann einen Aufschluss über die räuberische Aktivität in der Baumkrone vermitteln. Bei Verwendung von Eiern muss man eine Lupe besitzen, um den Zustand der Eier nach Exposition im Freiland genau beurteilen zu können.</p>	 <p>© S. Jakobsen</p>
<p><b>Wellpappe-Fallen</b></p>	<p>Ein Wellpappe-Streifen (ca. 10 cm breit) wird aufgerollt und in eine Plastikflasche, von der der Boden vorher abgeschnitten wurde, gesteckt. Die Flasche wird vertikal am Baumstamm unter dem Blattwerk befestigt. Die Flasche dient als Regenschutz. Diese Methode wird genutzt, um einige natürliche Feinde zu erfassen, die in der Wellpappe Schutz suchen. Die Pappe wird für eine Woche am Baum belassen. Anschließend wird sie vorsichtig über einem Behälter geöffnet oder geschüttelt, um die enthaltenen Tiere aufzufangen. Diese werden dann identifiziert und gezählt. Effektive Methode um Spinnen und Ohrkneifer zu erfassen.</p>	 <p>© L.Ozolina</p>

In Deutschland erklärten sich insgesamt drei Obstbauern bereit, dieses Werkzeug zur Biodiversitätsbewertung zu testen (Tab. 2). Nach Durchführung wurden die Obstbauern befragt, inwieweit sie die Methoden für einfach durchzuführen halten und wie sinnvoll sie sind.

**Tabelle 7: Eingesetzte Methoden zum Monitoring der funktionellen Biodiversität im Betrieb bei den Testbetrieben in Deutschland im Jahr 2016 und Bewertung durch die Betriebsleiter.**

Betrieb	Methode	Vergleich	Termine	Bewertung
Latz, Saarwellingen	visuelle Kontrolle	Hecke vs. Bestand	24.05. & 08.06.16	mittel, zeitaufwändig wenn nach Protokoll
Wolff, Südhessen	visuelle Kontrolle Klopfprobe Fraßkarten	alte Hecke vs. Bestand	31.05. & 16.06.16	positiv
Filsinger, Kraichgau	Fraßkarten	neue Hecke vs. Bestand	07.06. & 21.06.16	keine

Anhand der Erfahrungen und der Bewertung durch die Obstbauern konnten die Methoden angepasst und verbessert werden. Ein Leitfaden zum Biodiversitätsmonitoring wurde von den Projektpartnern erstellt und dann in die verschiedenen Landessprachen übersetzt. Alle Versionen sowie ein erläuterndes Video dazu sind über das EBIO-Network -Portal abrufbar. Die deutsche Version ist im Anhang.

Der Leitfaden wurde auch ganz gezielt bei der Ausstellung zum Projekt EcoOrchard auf den 1. Öko-Feldtagen in Kassel (21-22.06.2017) vorgestellt.



**Abbildung 9: Vorstellung der Methoden zum Biodiversitätsmonitoring auf den Öko-Feldtagen in Kassel, 2017.**

#### IV. Methoden und Ergebnisse

##### Arbeitspaket 3 (WP3): "New collaborative experimental trials and new orchards designing actions"

###### Zielsetzung:

1. Eignung verschiedener Blümmischungen auf Etablierungsfähigkeit und biodiversitätsfördernde Eigenschaften („botanical trial“) und Laborversuche zur Prüfung der Bedeutung von blühenden Pflanzen für Schädlinge und Nützlinge.
2. Durchführung länderübergreifender Freilandversuche zur Praxiseignung mehrjähriger, standortangepasster Blühstreifen als Fahrgassenbegrünung.
3. Erfassung und Bewertung der nützlingsfördernden und schädlingsreduzierenden Wirkung dieser Blühstreifen im Freilandversuch. Als Zielschädlinge stehen Mehligte Apfelblattlaus (*Dysaphis plantaginea*) und Apfelwickler (*Cydia pomonella*) im Vordergrund („entomological trial“).

###### Methoden & Ergebnisse:

###### Zu 1: Eignung verschiedener Blümmischungen für eine Biodiversitätsförderung

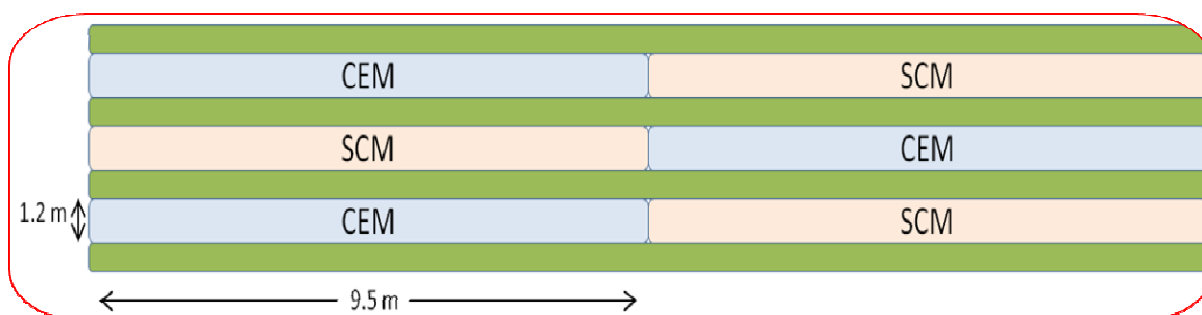
- Gemeinsam mit der WP3-Leitung (FiBL) wurden nach dem Kick-off Meeting im Januar 2015 zwei Saatgutmischungen für die länderübergreifenden Freilandversuchen entwickelt (Tabelle 8). Die Mischungen enthielten bis zu 20 % krautige Pflanzen, deren Blüten durch Pollen, Nektar oder auch durch das Vorhandensein von extrafloralen Nektarien für Nützlinge mit kauend-leckenden (z.B. Marienkäfer, parasitische Schlupfwespen, viele Schwebfliegen), aber auch rüsselartigen Mundwerkzeugen (z.B. manche Schwebfliegen, Wildbienen, Honigbiene) attraktiv und nutzbar sind. Die Pflanzenarten wurden so gewählt, dass in den Streifen über die gesamte Saison geeignete Blüten zu erwarten waren. Die restlichen 80 % setzen sich aus acht verschiedenen Süßgrasarten zusammen, die die Stabilität der Streifen auch bei mehrmaligen Mulchen gewährleisten sollten. Nach Möglichkeit sollte Regio-Saatgut aus dem jeweiligen Naturraum eingesetzt werden. Die Firma Rieger-Hoffmann lieferte demnach Saatgut aus dem Bereich „Oberrheingraben mit Saarpfälzer Bergland“, das größtenteils in einem landwirtschaftlichen Betrieb in Neunkirchen, Saarland, produziert wurde. Die CEM (Complex-Ecotype-Mixture)-Mischung enthielt insgesamt 27 krautige Pflanzenarten und acht Grasarten. Die SCM (Simple-Commercial-Mixture)-Mischung setzte sich dagegen aus weniger und typischen, in vielen Blümmischungen enthaltene Arten zusammen und wäre für einen Praxiseinsatz kostengünstiger.
- Die artenreichere CEM-Mischung kam im Praxisversuch im Obstbetrieb zum Einsatz (siehe Punkt 2). Ein Vergleich der CEM-Mischung mit der SCM-Mischung erfolgte im „botanical trial“. Hierbei sollte der Aufbau der Arten, ihre Durchsetzungsfähigkeit und der Blühaspekt beider Mischungen verglichen werden. Der botanische Versuch erfolgte in einer im Jahr 2010 angelegten Apfelanlage (Elstar Elshof, Unterlage M9) auf dem Versuchsgelände des JKI in Darmstadt. Die Blühstreifen wurden in drei Fahrgassen angelegt (Abb. 10). Zur Saatbettvorbereitung wurde der Boden zweimal gegrubbert und anschließend mit schwarzer Folie bedeckt, um Wildkrautauflauf zu unterdrücken (Abb. 11). Die Streifen waren 19 m lang und 1,2 m breit. Pro Streifen wurden beide Mischungen am 26.05.2015 jeweils bis zur Hälfte ausgebracht und mittels einer Handwalze angedrückt. Da nach der Saat eine längere Trockenperiode begann, wurde mehrfach bewässert.

Das Gras in den Baumreihen wurde regelmäßig kurz gehalten. Mehrere Schröpfungsschnitte der Blühstreifen wurden nach den botanischen Aufnahmen durchschnittlich dreimal jährlich durchgeführt. Es waren keine annuelle Pflanzenarten in den Blühmischungen vorhanden, so dass im Jahr der Einsaat nicht mit einem Blühaspekt gerechnet werden konnte.

- Um den Auflauf der Pflanzen in beiden Mischungen verfolgen zu können, wurden im ersten Jahr zwei und in den darauffolgenden Jahren drei botanische Aufnahmen durchgeführt. Auf einer Aufnahme­fläche von 1,2 m<sup>2</sup> wurde jeweils sowohl der Deckungsgrad aller gesäten und spontan auftretenden Pflanzenarten oder -kategorien bestimmt als auch deren Blühstatus sowie die vorherrschenden Blütenfarben. Pro Termin wurde in jedem Blühstreifen pro Saatgut­mischung eine Aufnahme durchgeführt.

**Tabelle 8: Zusammensetzung [% Gewicht] der Blühstreifenmischungen CEM (complex ecotype mixture) und SCM (simple commercial mixture) für die Versuche in Deutschland. Im Vergleich zur FiBL-Vorgabe fehlten drei *Hieracium*-Arten, *Ajuga reptans* sowie *Gallium mollugo* und *Festuca rubra* (hier durch *G. album* und *F. nigrescens* ersetzt).**

Kräuter	CEM	SCM		CEM	SCM
<i>Achillea millefolium</i>	0,085	0,06667	<i>Myosotis scorpioides</i>	0,204	--
<i>Bellis perennis</i>	0,068	0,05	<i>Primula elatior</i>	0,034	0,025
<i>Campanula rotundifolia</i>	0,3485	--	<i>Prunella vulgaris</i>	0,4075	0,31
<i>Cardamine pratensis</i>	2,717	0,27778	<i>Silene dioica</i>	0,679	--
<i>Carum carvi</i>	0,3395	2,11667	<i>Silene flos-cuculi</i>	0,17	--
<i>Centaurea jacea</i>	0,5095	0,42222	<i>Trifolium pratense</i>	1,019	0,796
<i>Crepis capillaris</i>	0,102	0,08333	<i>Veronica chamaedrys</i>	0,17	0,12
<i>Daucus carota</i>	0,89	0,52778	<i>Vicia sepium</i>	1,3585	1,10
<i>Galium album</i>	0,2715	0,22222			
<i>Geranium pyrenaicum</i>	1,019	--	Gräser		
<i>Hieracium pilosella</i>	0,3055	--	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	3,9805	9,375
<i>Hypochaeris radicata</i>	0,4415	0,33333	<i>Cynosurus cristatus</i>	15,9225	37,50
<i>Lathyrus pratensis</i>	2,0375	--	<i>Festuca questfalica</i>	15,9225	37,50
<i>Leontodon autumnalis</i>	0,7555	0,51667	<i>Festuca nigrescens</i>	15,9225	--
<i>Leontodon hispidus</i>	0,951	0,74278	<i>Lolium perenne</i>	19,903	--
<i>Leucanthemum vulgare</i>	0,40	0,17	<i>Poa nemoralis</i>	2,3885	5,625
<i>Lotus corniculatus</i>	1,019	0,79444	<i>Poa pratensis</i>	6,3685	--
<i>Medicago lupulina</i>	1,698	1,325	<i>Poa trivialis</i>	1,592	--



**Abbildung 10: Anlageplan des Botanischen Versuchs in einer Apfelanlage auf dem Gelände des JKI. CEM = Complex ecotype mixture, SEM = simple commercial mixture.**





Abbildung11: Vorbereitende Bodenbearbeitung im Mai 2015 (links), Abdeckung mit schwarzen Plastik zur Unterdrückung der Unkräuter vor der Einsaat (Mitte), Pflanzenauflauf im Streifen mit Bewässerung Ende Juni 2015 (rechts).

Der Auflauf beider Saatgutmischungen CEM und SCM verlief gut. Allerdings wiesen beide Mischungsvarianten einen hohen Anteil an spontanen Arten auf, was eventuell auf die nicht optimale Saatbettvorbereitung zurückzuführen war (nur zweimalige Bodenbearbeitung vor Aussaat möglich wegen verspätetem Projektbeginn). Im ersten Jahr nach der Saat (2016, Abb. 12) dominierten von den eingesäten Kräutern in beiden Mischungen die Schafgarbe *A. millefolium*, der Rotklee *T. pratense* und der Kleinköpfige Pippau *C. capillaris* (Tabelle 9). Auch fanden sich CEM-Pflanzen in den SCM-Parzellen; wohl bedingt durch den geringen Abstand zwischen den Varianten. Beinahe alle Pflanzen, die ausgesät wurden, konnten in den Jahren 2017 und 2018 auf den Streifen nachgewiesen werden, mit Ausnahme von *Cardamine pratensis* und *Myosotis scorpioides*. Insgesamt waren nur geringe Unterschiede in Vegetationshöhe und Blühaspekt zwischen den beiden Mischungen zu finden (Abb. 13).

Tabelle 9: Auflauf der gesäten Arten in den Blühstreifen in den Jahren 2016 bis 2018 auf dem Versuchsgeländer des JKI. CEM: Complex Ecotype Mixture, SCM: Simple Commercial Mixture.

	2016		2017		2018	
Saatgut-Mischung	CEM	SCM	CEM	SCM	CEM	SCM
Anzahl gesäter Kräuter	12	9	20	15	20	15
Dominante gesäte Kräuter	<i>A. millefolium</i> , <i>T. pratense</i> , <i>C. capillaris</i>	<i>A. millefolium</i> , <i>T. pratense</i> , <i>C. capillaris</i>	<i>A. millefolium</i> , <i>C. jaceae</i> , <i>M. lupulina</i>	<i>A. millefolium</i> , <i>P. vulgaris</i> , <i>B. perennis</i>	<i>A. millefolium</i> , <i>C. jaceae</i> , <i>G. pyrenaicum</i>	<i>A. millefolium</i> , <i>C. jaceae</i> , <i>H. radicata</i>
Anzahl spontaner Kräuter	8	8	16	18 (5 aus CEM)	16	18 (6 aus CEM)
Dominante spontane Kräuter	<i>T. officinale</i> , <i>T. repens</i> , <i>G. hederacea</i> , <i>P. lanceolata</i>	<i>T. officinale</i> , <i>T. repens</i> , <i>G. hederacea</i> , <i>P. lanceolata</i>	<i>T. repens</i> , <i>G. hederacea</i> , <i>P. lanceolata</i> , <i>T. officinale</i>	<i>T. repens</i> , <i>T. officinale</i> , <i>G. hederacea</i> , <i>P. reptans</i>	<i>T. repens</i> , <i>C. hirsuta</i> , <i>P. reptans</i> , <i>P. lanceolata</i>	<i>Digitaria sp.</i> , <i>T. officinale</i> , <i>P. lanceolata</i> , <i>P. reptans</i>
Deckungsgrad Blüten (%)	32	40	111	80	47	26
Deckungsgrad Gras (%)	40	40	22	21	55	55

Einige Arten waren nur selten zu finden, wie z.B. *Campanula rotundifolia*, da einerseits der Samenanteil in der Mischung sehr gering war, aber auch andere Arten konkurrenzstärker waren. Anhand der versetzten Blühperioden der einzelnen Pflanzen zeigte sich ab dem zweiten Jahr während des Saisonverlaufes ein kontinuierlicher Blühaspekt (Abb. 13). Im Jahr 2018 begann die Saison ca. zwei Wochen früher und der Pflanzenauflauf im Frühjahr verlief zunächst gut. Allerdings konnten sich die Kräuter in den Streifen nach dem ersten Schnitt (Anfang Mai) wegen anhaltender Dürre und Hitze nicht mehr richtig erholen, so dass der weitere Blühaspekt mager ausfiel (Abb. 13).



Abbildung 12: Blühaspekt der beiden Saatgutmischungen "SCM" (links) und "CEM" (rechts) im Juni 2016 auf dem JKI Versuchsfeld in Darmstadt. Indikatorpflanzen für die funktionelle Biodiversität (FAB-Pflanzen) aus der CEM sind daneben.



Abb. 13: Blühaspekte eines der Blühstreifen auf dem JKI-Versuchsfeld in Darmstadt von 2017 bis 2018. Vorne jeweils der SCM-Bereich, dahinter der CEM-Bereich. Einblendung Mitte: Hainschwebfliege auf Hopfenklee (*M. lupulina*).

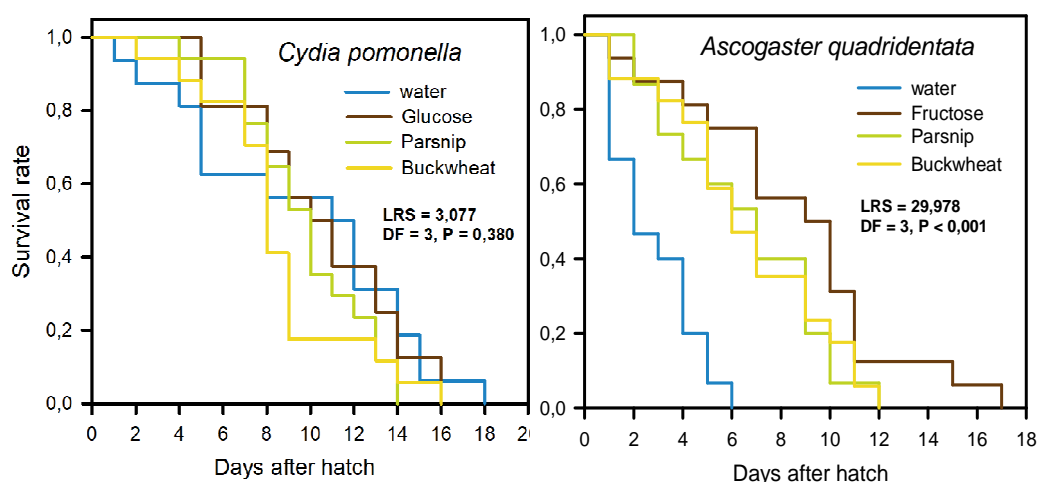
Zu 1: Laborversuche zur Eignung der Blühpflanzen für Nützlinge und Schädlinge

- Durch die Anlage von Blühstreifen sollen in der Obstanlage Nützlinge gefördert werden, nicht aber Schädlinge („selektive Nützlingsförderung“). Um dies zu überprüfen, wurden am JKI Darmstadt exemplarisch Laborversuche zur Bedeutung verschiedener Blühpflanzen als Nahrungsressource (Nektar-, Pollenspender) für den Apfelwickler (*Cydia pomonella*) und der Apfelwickler-Brackwespe (*Ascogaster quadridentata*) durchgeführt. In verschiedenen Biotests wurden die Blüten von verschiedenen Pflanzen (auch Rotklee und Wilde Möhre aus der Saatgutmischung), Zuckerlösungen oder nur Wasser als Nahrungsangebot gereicht und Überlebensrate sowie Reproduktion der Versuchstiere bestimmt (Abb. 14).



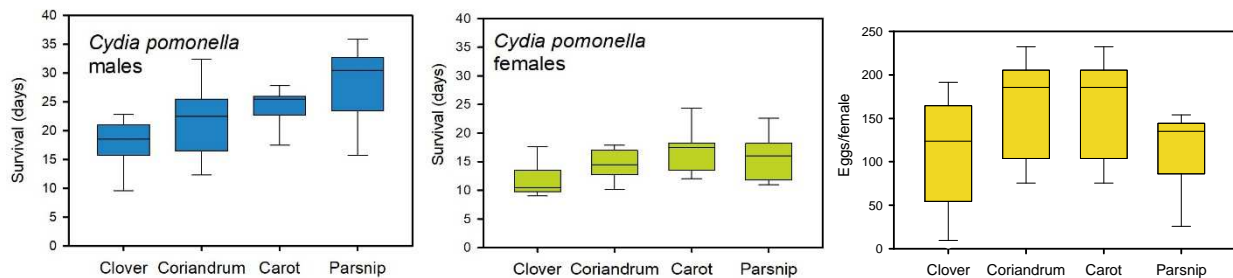
**Abb. 14:** Versuchsaufbau zur Testung verschiedener Blühpflanzen als Nahrungsangebot für Falter des Apfelwicklers (links oben) und der Brackwespe (links unten). Hier wurden Pastinake (gelbe Blüten) und Wilde Möhre (weiße Blüten), beides Doldenblütler mit offenen Scheibenblumen, angeboten.

Falter des Apfelwicklers zeigten in den meisten Versuchsserien meist keine nennenswerte Erhöhung ihrer Überlebensrate bei Zugang zu Blütennektar oder Zuckerlösung (Abb. 15, links). Dagegen starb die Brackwespe *A. quadridentata* bereits nach drei bis vier Tagen ohne Ernährung. Hatte sie dagegen Zugang zu Blütennektar oder einer Zuckerlösung, lebte sie doppelt bis viermal so lange (Abb. 15, rechts) und die Weibchen parasitierten auch über diesen Zeitraum kontinuierlich.



**Abb. 15:** Überlebensrate des Apfelwicklers (links) bzw. der Apfelwickler-Brackwespe (rechts) bei Ernährung mit 20%iger Zuckerlösung (Glucose oder Fructose), Buchweizen (Buckwheat)- oder Pastinaken (Parsnip)-Blüten bzw. nur Wasser. Geschlechter wurden gepoolt, da keine Unterschiede; Kaplan-Meier Survivalanalyse (Herz et al., 2017).

In einem weiteren Versuch lebten bei Angebot der Blühpflanzen Rotklee, Wilde Möhre, Pastinake oder Buchweizen die männlichen Falter von *C. pomonella* etwas länger als die Weibchen (Abb. 16). Sie könnten im Freiland von möglichen zusätzlichen Nektarquellen profitieren, falls sie die Apfelbäume verlassen und auch in den Fahrgassen nach Nahrung suchen, was aber nicht bekannt ist. Wichtiger ist aber vor allem, dass sich die Eiablagekapazität der Weibchen bei dem Angebot von Nektarquellen (Pastinake, Koriander, Wilde Möhre) nicht signifikant veränderte (Abb. 16, rechts). Die Mehrzahl der Eier wurde unter diesen Laborbedingungen bereits in der ersten Woche abgelegt und war daher auch nicht von einer längeren Überlebensrate der Weibchen abhängig.



**Abb. 16:** Überlebensrate von Männchen (links) und Weibchen des Apfelwicklers (Mitte) bei Angebot von Rotklee (Clover), Koriander (Coriandrum), Carot (Wilde Möhre) und Pastinake (Parsnip). Rotklee fungierte in diesem Versuch als „Leerkontrolle“, da die Falter mit ihrem kurzen Rüssel (9 mm) nicht den Nektarvorrat der Blüten erreichen können. Rechts: Anzahl abgelegter Eier pro Weibchen in den verschiedenen Varianten. Es gibt keine signifikanten Unterschiede (Herz et al., 2017; Drexler, 2017).

## Zu 2: Etablierung mehrjähriger Blühstreifen als Fahrgassenbegrünung im Praxisversuch

- Die während des Kickoff-Treffens im Januar 2015 festgelegte Versuchsplanung sah einen Mehrparzellenversuch in mehreren der EcoOrchard-Länder nach einem genau festgelegten und harmonisierten Versuchsdesign vor (Abb. 8). Für unsere Versuche konnten wir den Vollerwerbsbetrieb „Obstplantage Latz“ in Saarwellingen (Saarland) gewinnen, der seit über 18 Jahren auf 17 ha ökologischen Obstbau betreibt. Der Anbauswerpunkt liegt in der Apfelproduktion: Auf 13 ha werden 16 Apfelsorten angebaut. Auf den restlichen 4 ha stehen Birnen, Pfirsiche und Mirabellen. Der Boden besteht aus sandigem Lehm mit 45 Bodenpunkten. Kulturtechnische Maßnahmen sowie Pflanzenschutz werden in vollem Umfang im Rahmen der ökologischen Bewirtschaftungsweise durchgeführt. Gegen den Apfelwickler werden die Verwirrmethode mittels Pheromondispenser sowie Granulosevirus (CpGV)-Spritzungen und regelmäßig auch Herbstbehandlungen mit insektenpathogenen Nematoden durchgeführt. Der Betrieb setzt das Virus schon seit langem ein und gehörte zu den ersten Betrieben in Deutschland, in denen CpGV-resistente Apfelwickler-Populationen gefunden wurden. Neem-Behandlungen gegen Mehligelbe Apfelblattlaus erfolgen regelmäßig nach der Blüte. Der Einsatz von Spruzit gegen den Apfelblütenstecher und von Quassia-Extrakt gegen Apfelsägewespe richtet sich nach dem Nachweis der Schädlinge auf Monitoring-Fallen. Um pilzlichen Krankheiten vorzubeugen, kommen Kupfer- und Netzschwefelpräparate sowie Pflanzenstärkungsmittel zum Einsatz. Zur Förderung der funktionellen Biodiversität werden viele Maßnahmen bereits umgesetzt, wie z. B. Wildbienenförderung, Anlage von Hecken und Blühparzellen, Sitzstangen für Greifvögel und Vogelkästen, Steinhäufen für Mauswiesel, Ankerpflanzen am Reihenanfang und vieles mehr. Bei der Bestäubung der Apfelbäume setzen die Gebrüder Latz neben Honigbienen vor allem auf die auf der Anlage vermehrten Mauerbienen *Osmia cornuta* und *Osmia bicornis*.

- Mit Beginn der Projektförderung im April 2015 erfolgte unverzüglich die Anlage der Blühstreifen im Blockversuch in den Fahrgassen zweier Apfelsorten (Fuji und Braeburn, Unterlage: M9) auf jeweils zwei Flächen (Abb. 17). Jeder Block wurde in zwei Hälften geteilt: die ursprüngliche Fahrgassenbegrünung (Kleeegrasmischung) mit üblicher Bodenbearbeitung als Kontrolle (Bereich „C“ pro Block) sowie die Blühstreifenanlage (Bereich „FS“ pro Block). Die Anzahl der Blühstreifen pro Versuchsblock betrug acht, d.h. insgesamt wurden 32 Blühstreifen angelegt (Abbildung 1 18). Die Streifen wurden in der Mitte der Fahrgasse mit einer Breite von 0,5 m angelegt und waren damit ca. 50 m (halbe Baumreihe) lang. Hierzu wurde das Saatbett durch fünfmaliges Fräsen vorbereitet. Die Ansaat der EcoOrchard-Blühstreifenmischung (CEM: „complex ecotype mixture“) erfolgte am 27. Mai 2015 manuell mit anschließender Behandlung durch eine Walze (Abb. 18).

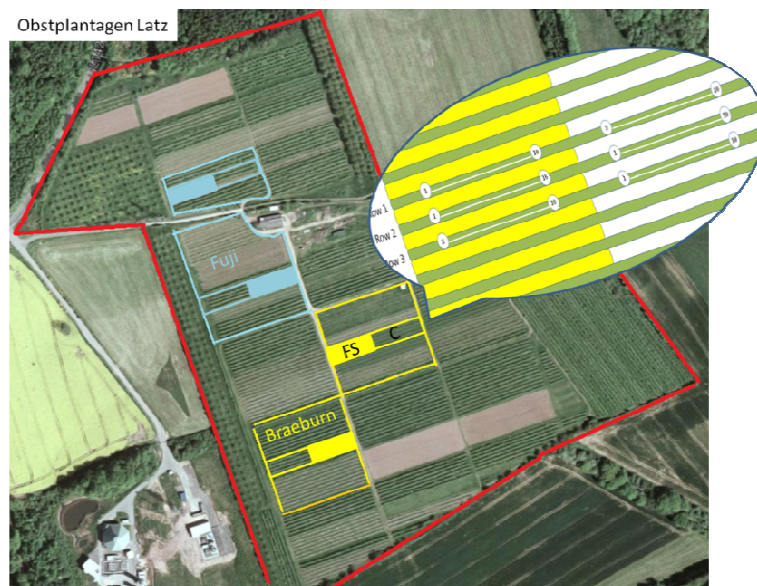


Abbildung 17: Plantagenplan des Versuchsbetriebes mit eingezeichneten Versuchsblöcken, Karte: [www.google.de/maps](http://www.google.de/maps). In jedem Versuchsblock (8 Reihen) lag im inneren Bereich der „Assessment-Plot“ (hier in der Vergrößerung mit Block 1, 2, 3 gekennzeichnet) für die folgenden botanischen und entomologischen Aufnahmen. FS: Blühstreifenbereich, C: Kontrolle.



Abbildung 18: Saatbettvorbereitung und Ansaat, Mai 2015

- Die bereitgestellten Versuchspartellen wurden während der gesamten Projektlaufzeit nach unseren Vorgaben durch den Betrieb gepflegt. Dies umfasste neben allen anfallenden obstbaulichen Maßnahmen auch die Vorbereitung des Saatbettes durch mehrfaches Fräsen des Bodens, mehrmaliges Mähen der Grasstreifen im Kontrollbereich, Pflege der Blühstreifen durch Mulchen, Monitoring der Hauptschaderreger, fotografische Dokumentation der Vegetationsentwicklung sowie die Bereitstellung von Fruchtproben, Wetterdaten und Angaben

zum Pflanzenschutzmittel- und Düngemiteleinsatz. Das betriebsübliche Pflanzenschutzmanagement kam auch auf den Versuchspartellen zum Einsatz. Ein Verzicht war nicht möglich, da es sich um einen Vollerwerbsbetrieb handelt, der sich eine vermeidbare Beeinträchtigung des Ernteertrages und etwaige längerfristige Schädigung der Bäume z.B. durch die Mehligte Apfelblattlaus nicht leisten kann. Außerdem war unser Ziel (JKI, Deutschland) die Anlage der Blühstreifen in einem bestehenden Praxisbetrieb zu testen und nicht auf einer Versuchsanlage. Das Mulchen der Blühstreifen wurde mit Hilfe eines vom Betrieb angeschafften Blühstreifenmulchers des Fabrikats „Aedes“ durchgeführt (Abb. 19). Das Mahdgut wurde nach jedem Mulchen komplett von den Streifen entfernt werden, um einen optimalen Pflanzenaufbau zu gewährleisten. Ab dem Projektjahr 2016 erfolgte ein viermaliges Mulchen (kurz vor der Apfelblüte, ca. 6 Wochen danach, nach der Sommerruhe Ende August und dann nochmal im Herbst), wobei vor allem der Zeitpunkt des zweiten und dritten Schnittes sich nach der Vegetationsentwicklung richtete. Die Kontrollstreifen wurden immer mit dem herkömmlichen Mulchgerät bearbeitet, insgesamt häufiger pro Saison als die Blühparzellen.

- In Absprache mit der WP3-Leitung (FIBL) wurde wegen schlechten Auflaufs im Herbst 2015 eine Neusaat in den Braeburn-Blocks im Mai 2016 durchgeführt. Der Fuji-Block dagegen blieb unverändert, um die weitere Entwicklung der Vegetation seit Aussaat 2015 zu verfolgen. Im Frühjahr 2018 wurde im nördlichen Fuji-Block und daneben neue Blühstreifen eingesät, um erneut Eindrücke zur Aussaatetablierung zu gewinnen, aber unter besseren Witterungsbedingungen (vor allem mehr Niederschlag) als im Jahr 2015.
- Um den Auflauf der Pflanzen in den Blühparzellen verfolgen zu können, wurden im ersten Jahr zwei und in den darauffolgenden Jahren drei botanische Aufnahmen durchgeführt (Boniturschema zwischen allen Projektpartnern harmonisiert, siehe unter Punkt 3). Auf einer Aufnahmefläche von 1,2 m<sup>2</sup> wurde jeweils sowohl der Deckungsgrad aller gesäten und spontan auftretenden Pflanzenarten oder -kategorien bestimmt als auch deren Blühstatus sowie die vorherrschenden Blütenfarben. Pro Termin wurde in jedem Blühstreifen des zentral gelegenen „Assessment-Plots“ in einem Block (8 Reihen) eine Aufnahme durchgeführt (Abb. 17 & Abb. 19).



Abbildung 19: Pflege der Fahrgasse mit Blühstreifenmulcher AEDES (links). Aufnahme von Artenabundanz, Deckungsgrad und Blühaspekt der Blühstreifen in der botanischen Aufnahme. Starke Vergrasung erschwerte die Dokumentation (rechts).

Der Auflauf der Blühstreifen in 2015 war schlecht, wahrscheinlich aufgrund des späten Vorbereitungs- und Aussaatzeitpunktes und der anschließenden andauernden Trockenheit und Hitze über mehrere Monate (Abb. 20). Beim ersten Besichtigungstermin Ende Juni 2015 herrschten typische Ruderalpflanzen, insbesondere Weißer Gänsefuß, vor. Bei den Vegetationsaufnahmen im Frühjahr 2016 waren die Streifen verunkrautet und wurden von nicht gesäten Gräsern dominiert. Eingesäte Arten wurden nur wenige entdeckt.



Abb. 20: Schlechter Auflauf des Saatgutes in den Blühstreifen (hier Fuji-Block) im Jahr der Einsaat (links, Mitte) und im Frühjahr 2016 (rechts). Ruderalflur (vor allem Gänsefuß) waren dominant, im darauffolgenden Frühjahr vor allem Gräser.

Die Neusaat in den Braeburn-Blocks entwickelte sich gut, denn die Witterungsverhältnisse im Frühjahr 2016 waren mit mehr Regen besser als im Vorjahr. Im Ansaatjahr zeigten sich insbesondere Gräser, Weißklee und Sauerampfer. Im Jahr 2017 kamen dann verschiedene Pflanzen der Blühstreifenmischung zum Blühen: Rotklee (*T. pratense*), Wilde Möhre (*D. caurota*), Kleinköpfiger Pippau (*C. capillaris*) und Ferkelkraut (*H. radicata*) (Abb. 21).



Abb. 21: Entwicklung der neu eingesäten Blühstreifen in den Braeburn-Blocks im Jahr 2017. Links: Frühjahrsaspekt. Mitte: Blühstreifen im August 2017 (südlicher Block). Rechts: Close-up: Rotklee, Wild Möhre, Hornklee aus CEM sind zu sehen.

Im Jahr 2018 entwickelten sich die Pflanzen in den Braeburn-Blocks weiterhin gut, wobei allerdings durch anhaltende Hitze und Sommertrockenheit die Ausbildung im August 2018 nicht mehr so kräftig war wie im Vorjahr. Im Gegensatz zu den Fuji-Blöcken, in denen die Gräser weiterhin dominant waren, nahm der Deckungsgrad der Blühpflanzen in Braeburn über die Jahre stetig zu (Tabelle 10). Einige Arten blühten zum erstenmal, wie z.B. Kuckucks-Lichtnelke (*S. flos-cuculi*), Zaunwicke (*V. sepium*) oder Wiesen-Platterbse (*L. pratensis*) (Abb. 22, Tabelle 10). Durch die Ansaat nahm die florale Biodiversität in den Blühstreifen im Vergleich zu den Kontrollbereichen (bzw. zu allen unbehandelten Fahrgassen)

eindeutig zu. Die auf der vorhandenen Samenbank beruhenden spontanen Kräuter (Tabelle 10) waren auch den Kontrollbereichen vorhanden. Insgesamt entwickelten sich die Streifen aber zögerlicher als die Streifen auf dem JKI-Versuchsfeld (vgl. Deckungsgrad Blüten, Tabelle 9 & 10).

In dem neu eingesäten nördlichen Fuji-Block zeigte sich ein ähnliches Bild wie 2015: Ruderal-Unkräuter wie Weißer Gänsefuß und verschiedene Knöterich-Arten herrschten vor und ließen wenig Raum für die Entwicklung der neuen Pflanzen. Der Gänsefuß war teilweise stark von der Schwarzen Bohnenblattlaus befallen und zog dadurch viele Nützlinge, wie Marienkäfer und Schwebfliegen, an. Auch Honigbienen sammelten häufig Pollen am Weißen Gänsefuß (Abb. 22).



Abbildung 22: Blühstreifen im Braeburn-Block im Juli 2018 (links), neu angelegter Blühstreifen im August 2018 (Mitte), Siebenpunkt auf Hohlzahn (rechts), Honigbiene an Gänsefuß.

Tabelle 10: Entwicklung der mehrjährigen Blühstreifen (BS) im Jahresdurchschnitt 2016-2018. \* keine detaillierten botanischen Aufnahmen in diesem Block, aber fotografische Dokumentation von blühenden Pflanzen.

Sorte	Fuji	Fuji	Fuji	Braeburn	Braeburn	Braeburn
Jahr	2016	2017	2018*	2016	2017	2018
Anzahl BS-Kräuter	3	16	10	6	19	20
Dominante gesäte Kräuter	<i>Trifolium pratense</i> , <i>Geranium pyrenaceum</i>	<i>Trifolium pratense</i> , <i>Achillea millefolium</i>	<i>Trifolium pratense</i> , <i>Achillea millefolium</i> , <i>Lotus corniculatus</i>	<i>Trifolium pratense</i> , <i>Achillea millefolium</i>	<i>Trifolium pratense</i> , <i>Achillea millefolium</i> , <i>Daucus carota</i>	<i>Trifolium pratense</i> , <i>Achillea millefolium</i> , <i>Lathyrus pratensis</i>
Anzahl spontane Kräuter	5	15	n.d.	9	15	7
Dominante spontane Kräuter	<i>Trifolium repens</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Rumex sp.</i>	<i>Trifolium repens</i> , <i>Taraxacum officinale</i>	<i>Trifolium repens</i> , <i>Bellis perennis</i>	<i>Plantago major</i> , <i>Trifolium repens</i> , <i>Rumex sp.</i>	<i>Trifolium repens</i> , <i>Taraxacum officinale</i>	<i>Taraxacum officinale</i> , <i>Trifolium repens</i> , <i>Rumex sp.</i>
Deckungsgrad Blüten	9	8	n.d.	12	21	33
Deckungsgrad Gras	70	49	n.d.	53	30	51



### Zu 3: Erfassung und Bewertung von Nützlingsförderung/Schädlingsregulierung durch Blühstreifen

Ein umfassendes Boniturschema für die Erfassung von Nützlings- und Schädlingsvorkommen in der Blühparzelle und Kontrollparzelle eines Versuchsblockes wurden im Jahr 2015 erprobt und danach für den weiteren Versuchszeitraum festgelegt. Das Boniturschema beinhaltet praxisübliche Monitoringmethoden in Anlehnung an die Empfehlungen der IOBC (Baggiolini et al. (1982): „Visuelle Kontrollen im Apfelanbau“) und war zeitlich auf die Phänologie des Apfels abgestimmt (Tabelle 11). Die harmonisierte Datenaufnahme sollte es ermöglichen, die Daten aus allen Freilandversuchen zu bündeln und gemeinsam auszuwerten. Alle Erhebungen wurden in den „assessment plots“, d.h. in den jeweils drei zentralen Reihen einer Versuchsblocks an zehn mittig gelegenen Bäumen durchgeführt, sowohl in den Blühstreifenparzellen als auch in den Kontrollflächen (Abbildung 17). Im Jahr 2018 wurden weniger Datenaufnahmen gemacht, aber dafür noch Malaisefallen eingesetzt.

**Tabelle 11: Methoden und Zeitplan der entomologischen und botanischen Aufnahmen 2015-2018 im Praxisbetrieb Latz**

Was?	Wann?	2015	2016	2017	2018
Betriebsdaten sammeln	Winter	x	x	x	x
1. Botanische Aufnahme	10 Tage vor Blüte und vor dem 1. Schnitt	Ansaat	x	x	x
1. visuelle Blattlaus-Bonitur, Schätzung der Blühknospen	Vor der Blüte, BBCH 59	-	x	x	x
1. visuelle Nützlings-Bonitur	Vor der Blüte, BBCH 59	-	x	x	x
2. visuelle Blattlaus-Bonitur	Nach der Blüte, BBCH 69-70	x	x	x	x
2. visuelle Nützlings-Bonitur	Nach der Blüte, BBCH 69-71	x	x	x	x
Installation von Pheromon-Fallen	Nach der Blüte, BBCH 69-72	-	x	x	x
1. Ausbringung von Prädationskarten	Nach der Blüte, BBCH 69-73	-	x	x	-
Klopfprobe	Nach der Blüte, BBCH 69-74	3x	1x	1x	-
2. Botanische Aufnahme	6 Wochen nach der 1. Aufnahme, vor dem 2. Schnitt	x	x	x	x
3. visuelle Blattlaus-Bonitur, Schätzung des Fruchtbehangs und Triebwachstums	Sommer, nach Juni-Fruchtfall	x	x	x	x
3. visuelle Nützlings-Bonitur	Sommer, nach Juni-Fruchtfall	x	x	x	x
2. Ausbringung von Prädationskarten	Sommer, nach Juni-Fruchtfall	-	x	x	-
1. Fruchtschadensbewertung (Dysaphis, Cydia)	Sommer, nach Juni-Fruchtfall	x	x	x	x
Wellpappe-Installation	Juni, nach Beginn des 1. Flugs	x	x	-	-
3. Botanische Aufnahme	Ende Juli/August	x	x	x	x
2. Fruchtschadensbewertung (Dysaphis, Cydia), Schätzung des Fruchtbehanges	Vor der Ernte	x	x	x	x
3. Ausbringung von Prädationskarten	Vor der Ernte	-	x	x	-
Malaise-Fallen zum Nachweis fliegender Nützlinge (nur JKI)	Einmal pro Monat	-	-	-	x



**Abb. 23: Klopfprobe, Wellpappe, Prädationskarte, Malaisefalle (von links nach rechts)**

- Die visuellen Bonituren wurden direkt vor Ort durchgeführt, i.d.R. in zwei Personen-Teams, die die Apfelbäume nach den vorgegebenen Schema untersuchten (180 Pflanzenorgane wie Blütenbüschel, Langtriebe, Früchte bzw. kurz vor der Ernte bis zu 900 Äpfel pro Versuchsparzelle eines Blocks und Termin). Erfasst wurden Blattläuse und in den Kolonien auftretende Nützlinge, Blattlausschäden, Schäden durch Apfelwickler und andere Fruchtschädlinge. In der darauf folgenden „Nützlingsbonitur“ wurden je 30 Blattlausbefallene Pflanzenorgane (hauptsächlich Triebe mit Blattkräuselungen) nochmals genauer auf das Vorkommen von Nützlingen bewertet.
- Klopfproben wurden 2016 und 2017 einmal pro Saison genommen (Abb. 23). Die erfassten Tiere wurden im Labor vorsortiert und einzelne Gruppen wurden auf Familien-, Gattungs- oder sogar Artniveau bestimmt, um ihre ökologische Funktion (herbivor, zoophag, Parasitoid etc.) eindeutig anzusprechen.
- So genannte Prädationskarten wurden im Labor gebastelt, in dem ca. 20 Eier der Mehlmotte (*Ephestia kuehniella*) mit ungiftigem Kleber auf Pappkärtchen aufgeklebt wurden. Je 15 dieser Kärtchen wurden am folgenden Tag für 24 h in den Versuchspartellen an den Blättern der Apfelbäume befestigt (Abb. 23). Danach wurden die Kärtchen eingesammelt, eingefroren und später unter dem Mikroskop ausgezählt und untersucht. Ein Vergleich der Anzahl an verlorenen sowie beschädigten Eiern im Vergleich zur ursprünglichen Anzahl sollte als Prädationsrate bestimmt werden.
- Wellpappen wurden im Juni für 6 bis 8 Wochen im unteren Stammbereich von je 15 Bäumen pro Versuchsparzelle ausgebracht (Abb. 23), dann eingesammelt und anschließend im Labor auf das Vorhandensein von Apfelwicklerlarven und anderen Insekten untersucht.
- Je eine Malaisefalle (Abb. 23) wurde im Jahr 2018 pro Versuchsparzelle in den Braeburn-Blocks aufgestellt und für insgesamt 10 Stunden (i.d.R. sechs Stunden am Nachmittag und weitere vier Stunden am Vormittag des darauf folgenden Tages) betrieben. Die Fallen waren ohne Fangflüssigkeit und wurden alle zwei Stunden kontrolliert, die Fänge nach Großgruppen erfasst und wieder freigelassen. Nur Schwebfliegen und parasitoide Wespen (maximal 10) wurden für weiterführende Pollenanalysen entnommen, eingefroren und nachfolgend im Labor untersucht. Diese Erhebung wurde von April bis September einmal pro Monat durchgeführt. Außerdem wurden die zu dieser Zeit blühenden Pflanzen dokumentiert sowie in einem Transsekt im assessment block von 15 min Dauer pro Fahrgasse/Blühstreifen die Blütenbesucher notiert.

Alle erhobenen Daten der Jahre 2015-2017 sowie Informationen zum Versuchsbetrieb (Wetter, Pflanzenschutz Management etc.) wurden in vorbereitete Excel-Dateien eingepflegt und an das FiBL (WP3-Leitung) zur Gesamtauswertung weitergeleitet. Im Folgenden werden nun die Ergebnisse aus dem JKI-Freilandversuch dargestellt, allerdings ohne eine statistische Auswertung, die auf Grund der geringen Anzahl an Versuchsplots (maximal vier pro Variante) nicht sinnvoll erscheint. Eine Gesamtanalyse unter Einbeziehung aller Versuchsstandorte wird in einem gemeinsamen Manuskript dargestellt, das bereits zur Veröffentlichung eingereicht ist (Cahenzli et al., akzeptiert zur Veröffentlichung in „Agriculture, Ecosystems and Environment“).

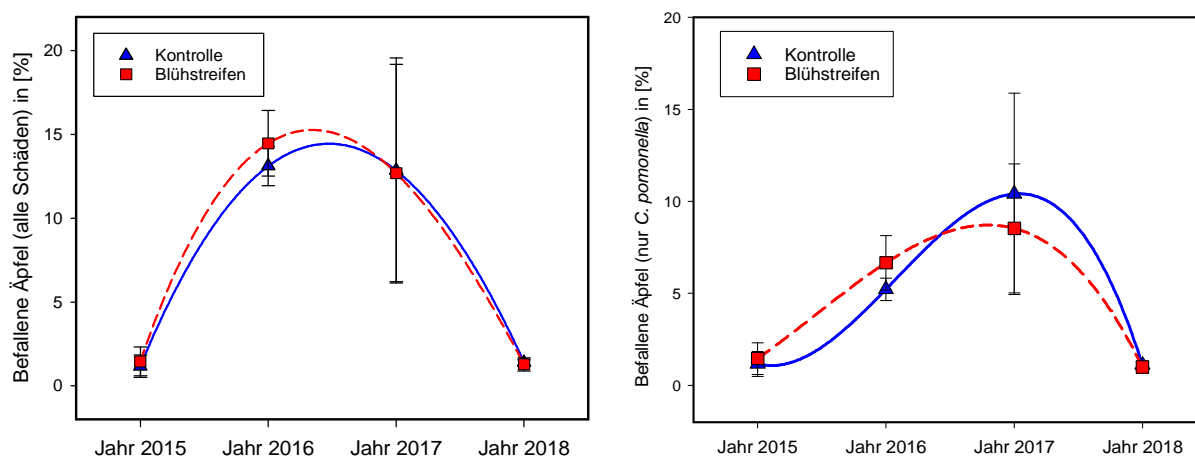
Die Schädlingskontrollen und Fruchtschadensbewertungen ergaben, dass sich ein zum Zeitpunkt BBCH59 dokumentierter Befall durch die **Mehlige Apfelblattlaus** und andere Blattläuse im Saisonverlauf nicht weiter aufbaute (Tabelle 12). Dies lässt sich auf die vom Betrieb durchgeführten, praxisüblichen Behandlungen mit Neem Azal TS zurückführen, die vor der Blüte stattfanden. In den

Jahren 2015 und 2018 war die Applikation sehr gut terminiert und das Blattlausauftreten danach sehr gering. Das Insektizid wirkt systemisch und verhinderte ein Wachstum der Blattlauskolonien. Die Dynamik der Blattlausentwicklung unterschied sich in den Behandlungsvarianten der Versuchsblöcke nicht. Auch ließ sich in den Blühstreifenparzellen keine erhöhtes Vorkommen von Nützlingen an blattlausbefallenen Blütenbüscheln oder Langtrieben nachweisen. Durch die Neem-Behandlung blieben in allen Parzellen auch noch nicht abgestorbene Blattlauskolonien klein, so dass kaum Nützlinge angelockt wurden und nur vereinzelt Eier oder Larven von Schwebfliegen, Florfliegen oder Marienkäfer dokumentiert werden konnten. Es ist zu vermuten, dass diese dann zunehmend verhungerten, da keine Beutetiere mehr zu Verfügung standen.

**Tabelle 12: Anteil [%] von Pflanzenorganen (Blütenbüschel, Langtriebe) mit Blattlausbefallsspuren an jeweils 30 Apfelbäumen/Versuchsparzelle in den Versuchsblocks Fuji (2x) und Braeburn (2x) im Obstbetrieb Latz/Saarwellingen. BBCH 59 und BBCH 69: je 180 Blütenbüschel/Parzelle, Nach Fruchtfall: je 180 Langtriebe/Parzelle. Daten entsprechen arithmetischem Mittel ± Standardabweichung aus zwei Versuchsblocks pro Sorte.**

		BBCH 59	BBCH 69	Nach Fruchtfall
2016 -Fuji	Kontrolle	14,2 ± 3,5	18,1 ± 21,6	10,0 ± 3,9
	Blühstreifen	17,8 ± 1,6	20,8 ± 1,2	19,4 ± 5,5
2016 -Braeburn	Kontrolle	10,8 ± 5,1	11,4 ± 2,0	4,7 ± 3,5
	Blühstreifen	17,2 ± 6,3	14,2 ± 0,4	3,6 ± 1,2
2017 - Fuji	Kontrolle	6,4 ± 2,0	3,9 ± 3,9	3,6 ± 1,2
	Blühstreifen	4,4 ± 1,6	5,0 ± 4,7	7,5 ± 5,9
2017 - Braeburn	Kontrolle	14,2 ± 5,1	11,7 ± 11,8	8,9 ± 10,2
	Blühstreifen	9,5 ± 2,0	15,3 ± 17,7	10,6 ± 2,4

Der Obstbetrieb Latz hat schon seit Jahren mit virusresistenten Populationen des Apfelwicklers zu kämpfen. So stieg der Anteil der **von *C. pomonella* befallenen Früchte** in den Jahren 2015 bis 2017 stetig an (Abb. 24, rechts)



**Abbildung 24: Bonitierter Fruchtschaden an Äpfeln kurz vor der Ernte in Blühstreifen- und Kontrollparzellen (Werte der Braeburn- und Fuji-Blocks gepoolt) von 2015-2018 im Betrieb Latz, Saarwellingen. Links: alle Fruchtschäden, rechts: durch den Apfelwickler verursachte Fruchtschäden.**

Es kam im Frühjahr 2017, nicht nur in Deutschland, zu einem Spätfrost-Ereignis, wodurch bei bestimmten Sorten die Blüte und Fruchtausbildung zerstört wurde. Auf der Versuchsfläche mit der niedrigsten Hanglage (Braeburn, Block 12) bildeten die Bäume keine Früchte aus, weshalb für dieses Jahr dort keine Fruchtschadensbewertung durchgeführt wurde. Auch bei den anderen Versuchsblöcken waren weniger Früchte ausgebildet aus sonst (insbesondere Braeburn 10). Der erhöhte Fruchtausfall führte zu einem konzentrierten Apfelwicklerbefall an den verbliebenen Äpfeln, so dass sich der Befall im Vergleich zu 2016 nahezu verdoppelte, wobei der Anstieg aber in den Blühstreifenparzellen geringer ausfiel als in den Kontrollparzellen (Abb. 24, rechts). Dieser Trend zeigte sich auch bei den Versuchsanlagen der Projektpartner (Abb. 3c) in Cahenzli et al. ). Im Jahr 2018 mit einer normalen Blüte und Fruchtbehang setzte der Betrieb dann ein neues Viruspräparat ein und der Fruchtschaden sank unter die praxisübliche Schadensschwelle von 2% in allen Versuchsvarianten.

Die einmalige **Klopfprobe** in den Jahren 2016 und 2017 im Juni als Bestandteil des gemeinsamen Protokolls erbrachte keine auswertbaren Daten. Die Anzahl der geklopfen Insekten war generell niedrig. Meist waren herbivore Arten wie Käfer der Gattung *Phyllobius* nachzuweisen, aber weitaus weniger Nützlinge wie Blumen- und Weichwanzen oder Marienkäfer. Die Ergebnisse in den anderen Ländern waren ähnlich, weshalb die so gewonnen Daten auch nicht in der Gesamtauswertung berücksichtigt wurden. Diese Erfassungsmethode ist in dieser Form offensichtlich räumlich und vor allem zeitlich zu begrenzt, um an ausreichend quantitative Datenmengen zu kommen.

Mit Hilfe der **Prädationskarten** sollte die Höhe des Prädationsdrucks in den Versuchspartellen gemessen werden und darüber eventuell eine Steigerung der Räuberzahlen und ihrer Ökosystemleistung in den Blühpartellen nachgewiesen werden. Die Prädationsraten waren im Frühjahr (BBCH 59) am geringsten und nahmen über die Saison hin zu (Abb. 25). Unterschiede zwischen den Varianten waren nicht signifikant (auch nicht zum Zeitpunkt nach dem Fruchtfall 2016). Möglicherweise wurden die Prädationskarten vor allem von räuberischen Arten aufgesucht, deren Abundanz von der Existenz blühender Pflanzen weniger beeinflusst wird wie z.B. Ameisen und wahrscheinlich auch Ohrwürmer. Dieser Trend zeigte sich auch, wie in Cahenzli et al. beschrieben, auch in der Gesamtauswertung.

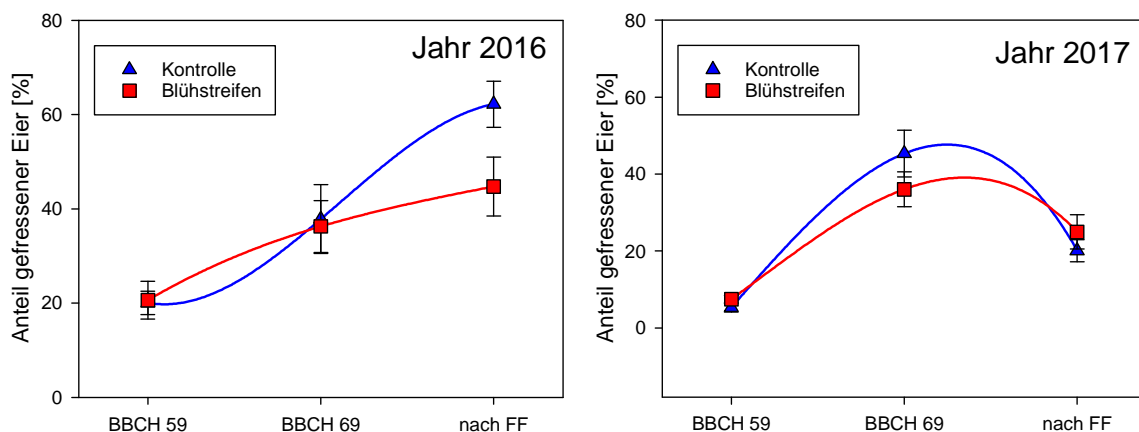


Abb. 25: Anteil gefressener Kødereier (*E. kuehniella*) nach Exposition an Apfelbäumen für 24 h in Kontroll- und Blühpartellen (Werte der Braeburn- und Fuji-Blocks gepoolt).

Die Zahl der in den **Wellpappen** gefundenen Apfelwicklerlarven schwankte im Jahr 2015 zwischen 1,3 und 2,6 Larven in den Braeburn-Blocks und zwischen 0,3 und 0,5 Larven in den Fuji-Blocks. Im Jahr 2016 fanden sich durchschnittlich 1,3 Larven pro Wellpappe in der Kontrollvariante und 1,2 Larven in der Blühvariante. Für das Jahr 2017 lagen keine auswertbaren Aufsammlungen vor.

Die im Jahr 2018 in **Malaisfallen** erfassten Gruppen von Fluginsekten waren auf allen beprobten Flächen bezüglich ihrer Abundanz und Diversität (Shannon Index) sehr ähnlich (Tabelle 13). Die Shannon-Wiener Indices sind war in den Blühstreifen-Parzellen höher als in den Kontrollen, doch nicht signifikant (Randomization Test). Die vorherrschende Gruppe waren Diptera, die um die 80 % der Fänge umfassten. Dabei waren auch Syrphinae und Tachinidae vertreten, die beide wichtig für die Schädlingsregulierung sind. Auch die parasitoiden Hymenopteren wurden gut mit diesen Fallen nachgewiesen, die Bienen allerdings weniger. Die Fallen standen quer zur Längsachse der Fahrgassen und bildeten einen Fangschirm aus, der vom Boden bis ca. 1,80 m Höhe reichte. Zu beachten ist, dass der Wind hauptsächlich von Westen in die Anlage blies und daher die Fangzahlen in der Parzelle Braeburn-12-Kontrolle höher liegen könnten, da die Tiere von dieser Seite aus stärker mit dem Wind in die Anlage eingeflogen sind. Weiterhin war westlich vom Braeburn-12-Block eine ausgedehnte Blühwiese vor der dortigen Streuobstparzelle mit Mirabellen angelegt worden. Diese hatte wahrscheinlich einen anlockenden Effekt auf z.B. Schwebfliegen, die dann von dort in die Anlage eingeflogen sind und vielleicht zuerst von der Kontrollfalle gefangen wurden. Bei diesen sehr flugaktiven Tieren lassen sich daher auch keine Unterschiede in den Fangzahlen zwischen Kontroll- und Blühparzellen nachweisen.

**Tabelle 13: Häufigkeit verschiedener taxonomischer Gruppen von Fluginsekten, die in Malaisfallen (1x pro Monat, April – September 2018) auf den verschiedenen Versuchspartellen gefangen wurden.**

	Block 10 Kontrolle	Block 10 Blühstreifen	Block 12 Kontrolle	Block 12 Blühstreifen
	Relative Abundanz des Taxons [%]			
<i>Apis</i>	0,43	0,29	0,27	0,38
<i>Bombus</i>	0,00	0,29	0,14	0,19
Sonst. Wildbienen	1,72	3,20	4,11	3,00
Syrphinae	5,60	4,66	6,03	6,19
Tachinidae	2,30	2,18	2,74	3,38
Sonst. Bactrocera	66,67	64,63	60,00	57,97
Nematocera	7,18	8,88	8,63	11,07
Parasit. Hymenoptera	11,64	11,21	14,66	14,45
Sonst. Hymenoptera	1,44	0,73	1,37	1,13
Coccinellidae	0,72	0,44	0,14	0,38
Sonst. Coel	1,01	1,89	1,10	0,56
Anthocoridae	0,00	0,00	0,14	0,00
Sonst. Heteroptera	0,14	0,44	0,27	0,19
Lepidoptera	0,29	0,58	0,14	0,19
Neuroptera	0,00	0,15	0,14	0,19
Sonst.Arthr	0,86	0,44	0,14	0,75
<b>Gesamtsumme an Tieren</b>	<b>696</b>	<b>687</b>	<b>730</b>	<b>533</b>
Shannon Index	1,261	1,335	1,393	1,437

Betrachtet man die Fänge nach dem zeitlichen Verlauf über die Saison hinweg, werden auch keine Unterschiede zwischen den Parzellen sichtbar. Doch kann man erkennen, welche Nützlinge vor allem wann aufgetreten sind (Abb. 26). So wurden Schwebfliegen vor allem im Juni vermehrt festgestellt. Dann wäre es wichtig, dass sie auf nutzbare Blütenpflanzen treffen, die zu dieser Zeit in Blüte stehen (z.B. Wiesenkümmel, beginnende Blüte von Wilder Möhre). Bisherige Sektionen der gefangenen Schwebfliegen zeigen, dass sie meistens gut ausgebildete Eier trugen und zu dem viel Pollen im Darm hatten, d.h. in der Anlage auch Nahrungspflanzen gefunden haben (die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen). Dabei kann es sich aber auch durchaus um Gräserpollen handeln, die z.B. von der Gattung *Melostoma* zur Ernährung genutzt werden. Diese Art wurde auch bei der Eiablage in die Kolonie der Apfelfaltenlaus beobachtet (Abb. 27).

Bereits ab Mai bis in den September hinein wurden parasitische Hymenopteren gefangen. Auch sie benötigen vor allem Nektar zur Ernährung, den sie vor allem aus Scheibenblumen mit offenen Nektarien entnehmen. Blühende Doldenblütler sind daher auch im August und September wichtig.

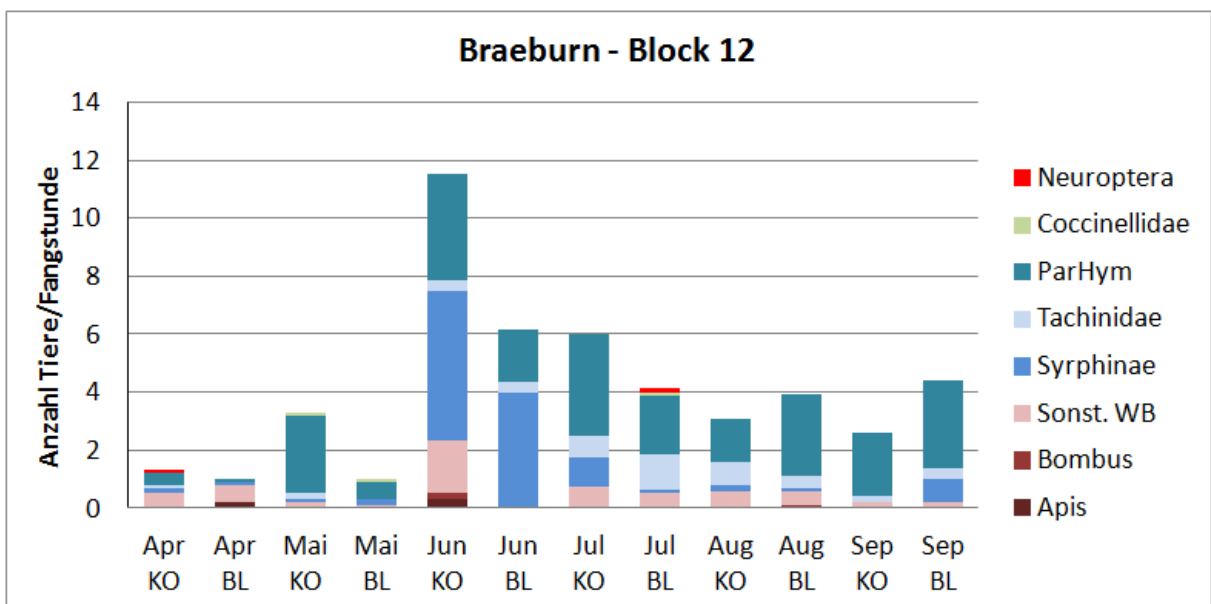
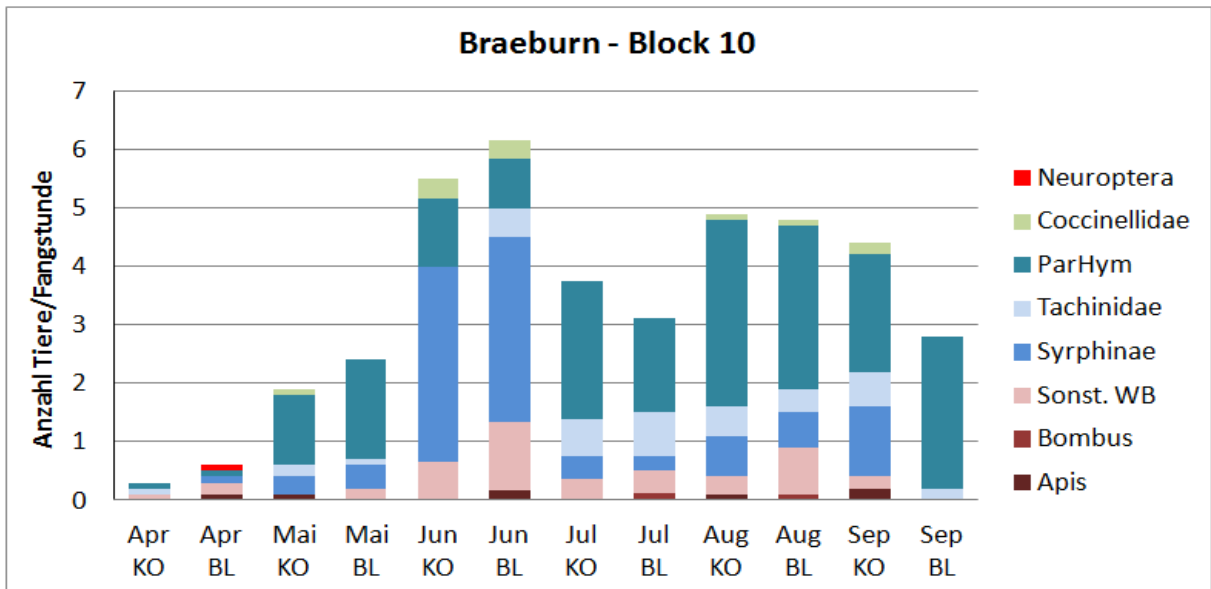


Abb. 26: Anzahl gefangener Nützlinge/Fangstunde in je einer Malaisefalle pro Versuchspartelle. Die Fallen wurden einmal im Monat für 10 h betrieben. KO: Kontrollpartelle ohne Blühstreifen. BL: Partelle mit Blühstreifen.



**Abb. 27:** Links: *Melanostoma* sp. auf dem Weg zur Eiablage in eine Kolonie der Apfelblattlaus. Es wurde ein Ei abgelegt. Mitte & Rechts: Pollenpräparat aus dem Darminhalt einer weiblichen *Melanostoma*. Hauptsächlich Gräserpollen, aber auch zwei Pollenkörner der Waldkiefer sind zu sehen.

### Zentrale Ergebnisse des Arbeitspaketes WP3 und Diskussion

#### Eignung von Blühstreifenmischungen und Etablierung der Blühstreifen im Praxisbetrieb

- Es gelang Blühstreifen mit mehrjährigen, gebietseigenen Kräutern in den Fahrgassen in bestehenden Obstanlagen anzulegen und damit die floristische Diversität über Jahre hinweg anzureichern. Sowohl auf dem Versuchsfeld des JKI Darmstadt als auch im Praxisbetrieb in Saarwellingen haben sich zunächst Rotklee und Schafgarbe sehr gut etabliert und damit zusätzliche Pollen- und Nektarquellen für Wildbienen (Rotklee) und Fliegen (Schafgarbe) in die Anlagen eingebracht.
- Es zeigte sich aber auch, dass die Entfaltung der Blütenpflanzen eher ein zögerlicher Prozess ist. Im ersten Jahr war noch kein Blühaspekt zu erwarten, was bei fehlender Information über die Biologie der Wildkräuter enttäuschend und demotivierend für den Praktiker sein könnte. Daher wäre zu überlegen, ob annuelle Arten wie z.B. Lein, verschiedene Kreuzblütler oder auch Buchweizen eingemischt werden könnten, die einen ersten Blühaspekt bewirken. Weiterhin zeigte sich, dass nur bei entsprechender Pflege (gut terminierter Mulchschnitt, Entfernung des Mahdgutes vom Blühstreifen) die Streifen nicht vergrasen und manche Arten wie z.B. die Frühlings-Platterbse oder Zaunwicke erst im zweiten Jahr nach der Ansaat auftraten und ausbreiteten.
- Im Ansaatjahr entstanden Störungen durch in der Samenbank enthaltenen Unkrautfluren. Es handelte sich um einjährige Arten, die aber offensichtlich auch ihren Wert als Pollenpflanzen oder „Wirtspflanzen“ für Nützlinge haben und die in den Folgejahren auch kein Problem darstellten. Sinnvoll ist sicherlich auch die Beachtung der spontan auftretenden Wildkrautarten, die bei entsprechender Pflege der Fahrgasse auch zu einer Bereicherung des Nahrungsangebotes für Nützlinge beitragen könnten. Daher wäre z.B. eine floristische Analyse vorhandener Pflanzenarten vor der Anlage von Blühstreifen durchaus sinnvoll, die Blühstreifenmischung könnte demnach gestaltet werden und z.B. auch weniger Grasarten enthalten, wenn eigentlich schon genügend Gräser vorhanden sind.

- Die verwendete Saatgutmischung sollte nicht nur regional angepasst, sondern auch „maßgeschneidert“ auf die angebaute Kultur sein, um die dort wichtigen Nützlinge anzusprechen, nicht aber die Hauptschädlinge. Wir zeigten, dass z.B. der Apfelwickler im Gegensatz zu parasitoiden Hymenopteren offensichtlich wenig von Blühpflanzen profitiert, doch ist dies z.B. unbekannt für andere Schädlinge wie Apfelschalenwickler oder Apfelsägewespe. Auch in anderen Kulturen (z.B. Kartoffeln, Getreide) zeigten maßgeschneiderte Blühstreifen einen positiven Effekt (Tschumi et al. 2014, Tschumi et al. 2016).
- Die Trockenperiode nach der Ansaat im Jahr 2015 erwies sich als problematisch für die gute Etablierung der eingebrachten Wildkräuter und es musste eine Nachsaat erfolgen. Um einen zusätzlichen finanziellen Aufwand für die Praxis zu vermeiden, sollte in Regionen mit häufiger Sommertrockenheit die Bodenbearbeitung und Ansaat der Blühstreifen eher im Frühherbst erfolgen.
- Die artenreiche Ausbildung und die Erhaltung von Blühstreifen erfordern spezielle Maßnahmen bei der Pflege der Fahrgassen. Beim Mähen war zu beachten, dass die Rosetten nicht beschädigt wurden, so dass der Schröpfschnitt in einer Höhe von mindestens 7 – 15 cm erfolgen sollte. Zum einen muss dazu die maschinelle Ausstattung eines Betriebes gegeben sein: ab einer gewissen Betriebsgröße werden die speziellen Pflegemaßnahmen nur mit einem Blühstreifenmulchgerät zu bewältigen sein. Die Terminierung der Mulchschnitte anhand von Zeigerarten wie z.B. die Wilde Möhre erfordern auch floristische Kenntnisse des Obstbauern sowie die Bereitschaft, auch noch diese Betriebsaspekte im Blick zu halten.
- Daher wird der Wissensstand zum Thema Biodiversität, eine hohe Motivation und die Bereitschaft der Betriebsleitung zusätzliche Finanzmittel (Saatgut, maschinelle Ausstattung, Arbeitskosten) in die Kulturführung zu investieren, immer entscheidend sein für die erfolgreiche Etablierung von Blühstreifen als Mittel, um mehr funktionelle Biodiversität in die Fläche zu bringen.
- Erfahrungen aus den Freilandversuchen des EcoOrchard-Projektes und die daraus abgeleiteten Empfehlungen für die Anlage von Blühstreifen in Obstanlagen wurden in einem Ratgeber zusammengefasst (Anhang 3). Er ist verfügbar als FiBL-Broschüre bzw. unter: [www.ebionetwork.julius-kuehn.de](http://www.ebionetwork.julius-kuehn.de).

#### Bewertung der mehrjährigen Blühstreifen für eine Nützlingsförderung und Schädlingsregulierung

- Die bei Cahenzli et al. (acc.) beschriebene Gesamtanalyse aller EcoOrchard-Freilandversuche zeigte einen positiven Effekt der Blühstreifen auf das Vorkommen von Nützlingen und sowie auf eine Verringerung des Fruchtschadens. Dieses Ergebnis stützt sich vor allem auf signifikante Unterschiede in den Nützlingszahlen bei der visuellen Bonitur von Blattlausbefallenen Pflanzenorganen und den Fruchtschadenserhebungen nach dem Fruchtfall und kurz vor der Ernte. Die Nützlingszahlen stiegen bei Syrphidae, Chrysopidae und Coccinellidae mit der Zahl der gefundenen Blattlauskolonien. Der Fruchtschaden durch Blattläuse im Sommer war in den Blühparzellen geringer als in den Kontrollflächen. Beim Apfelwickler kam es auf Grund des geringeren Fruchtbehanges durch das Spätfrostereignis im Jahr 2017 zu einer Schadenszunahme im Vergleich zu 2016, doch war der Anstieg des Schadens zum Erntezeitpunkt signifikant geringer in den Blühstreifenparzellen als in den Kontrollflächen. Keine Unterschiede zwischen den Varianten ergaben sich bei Vergleich der Prädationsrate der Räuberfrasskarten sowie dem



Blattlausbefall während der BBCH Stadien 59 und 69. Die Ergebnisse der Klopfproben konnten wegen der unzureichenden Datenlage nicht mit in die Auswertung bezogen werden.

- Bei dem Versuch in Deutschland ergaben sich keine Unterschiede bezüglich des Blattlausbefalls, wahrscheinlich da die Populationsentwicklung durch die Insektizidapplikation unterbrochen wurde. Die Mehligke Apfelblattlaus ist ein gefürchteter Schädling und mit dem Pflanzenschutzmittel NeemAzal TS steht in Deutschland ein gut wirksames und vor allen Dingen zuverlässiges Präparat der Praxis zur Verfügung. Die Bereitschaft der Praxis, auf dieses Mittel zu verzichten und nur auf die natürliche Schädlingsregulierung zu vertrauen, ist eher gering und war auch nicht bei dem kooperierenden Obstbetrieb gegeben. Auch wenn die Blühstreifen gerade für Blattlausgegensepieler wie Schwebfliegen oder Marienkäfer vorteilhaft sein können, sieht die obstbauliche Praxis ihren Sinn eher in einer besseren Regulierung anderer Schädlinge und auch der Förderung weiterer Nützlinge wie z.B. Wildbienen (siehe auch Ergebnisse WP1).
- In Deutschland steht dem Ökoobstanbau mit dem CpGV-Präparat auch für die Kontrolle des Apfelwicklers ein an sich gut wirksames Mittel zu Verfügung. Da unser Versuch im Praxisbetrieb stattfand, wurde auch der Pflanzenschutz gegen den Apfelwickler praxisüblich gefahren. Zu unserem „Vorteil“ gab es in den Jahren 2015 – 2017 eine Minderwirkung des Präparates, so dass auswertbare höhere Befallswerte und Apfelwicklerdichten auftraten. Insofern zeigte sich im Fruchtschaden kurz vor der Ernte in den Jahren 2016 und 2017 ein ähnliches Bild wie in dem bei der Gesamtanalyse aufgezeigten Trend einer besseren Schädlingsregulierung in den Blühstreifenparzellen. Im Jahr 2018 erfolgte dann ein Präparatewechsel und ein Apfelwicklerbefall wurde nahezu komplett verhindert.
- Da nur wenige „lebendige“ Blattlauskolonien vorhanden waren, ergaben die visuellen Nützlingsbonituren bei uns nur wenige Anzahlen von Nützlingen in den Apfelbäumen. Ebenso waren die Klopfproben auf Grund der nur punktuellen Durchführung nicht geeignet, genügend Nützlinge nachzuweisen. Die Prädationskarten erlaubten zwar einen „Prädationsdruck“ zu erfassen, doch war es damit nicht möglich, Rückschlüsse auf die Verursacher zu ziehen.
- Die Malaisfallen-Fänge waren geeignet, die Nützlingsfauna, zumindest unter den Fluginsekten, zu erfassen. Es ergaben sich dadurch wichtige Hinweise, wann bestimmte Nützlingsgruppen in den Obstanlagen zu erwarten sind. Hier fehlen noch viele Informationen, auch in einer für die Praxis sinnvoll ausgearbeiteten Form (z.B. das zeitliche Auftreten in Bezug auf die BBCH-Skala), die dann zum Beispiel dafür verwendet werden könnten, die Blühstreifen in ihrer Artenzusammensetzung entsprechend zu entwerfen. Weiterhin lassen die Malaisfallen-Fänge aber auch den Schluss zu, dass viele der Zielnützlinge besonders mobil sind und das vielleicht auch dadurch Effekte von Blühstreifen nicht eindeutig nachzuweisen waren: die Versuchsvarianten lagen auf Grund des Versuchsdesigns immer in einer Baumreihe und die „assessment plots“ waren nicht mehr als 39 m voneinander entfernt. Dies ist eine Distanz, die von mobilen Insekten wie Schweb- und Raupenfliegen, Marienkäfern oder auch Brack- und Schlupfwespen leicht überwunden werden kann. Letztendlich müssten dann also noch weitere Boniturmethode für weniger mobile Arten wie Spinnen oder räuberische Wanzen eingesetzt werden, z.B. Absaugverfahren oder Transekt-Zählungen von Radnetzspinnen.
- Die Blühstreifen etablierten sich zufriedenstellend, doch auf Grund der ungünstigen Witterungsverhältnisse (v.a. Trockenheit im Ansaatjahr oder auch im Sommer 2018) blieben sie insgesamt in ihrer Entfaltung und Wüchsigkeit zurück, z.B. wenn man sie mit Bildern aus den Freilandversuchen in Südtirol oder der Schweiz (Regionen mit mehr Niederschlag im

Frühsommer) vergleicht. Insofern war ihr Effekt oder ihre Bedeutung für Nützlinge wahrscheinlich auch geringer als bei einer besseren Entwicklung zu erwarten gewesen wäre.

- Generell ist zu schlussfolgern, dass die Komplexität der vielen Einflussfaktoren wie Pflanzenschutz, Kulturführung, Witterung mit Niederschlag, Trockenheit oder Frost, Erhebungsmethoden, standörtliche Gegebenheiten wie Sorte, landschaftliche Umgebung, Hanglage etc. eindeutige Aussagen über eine mögliche Verbesserung der funktionellen Biodiversität durch Blühstreifen auf der trophischen Ebene der Schädlingsvertilger in einem kurzfristigen Projekt sehr schwierig macht. Dies gilt insbesondere dann, wenn man diese Maßnahme unter Praxisbedingungen prüfen möchte, die nur wenige experimentelle „Stellschrauben“ erlauben, um zu aussagekräftige Daten zu erlangen.
- Alternativ wäre an Langzeitstudien in Praxisbetrieben zu denken, wenn es um darum gilt, FAB-Maßnahmen wie mehrjährige Blühstreifen auf ihre Bedeutung als Biodiversitätsfördernde Maßnahme hin zu testen. Man könnte z.B. relativ einfach umzusetzende, aber langfristig eingesetzte Monitoring-Methoden (z.B. fotografische Dokumentation der Flora, kurzer Einsatz von Malaisfallen im Juni und nochmals im September) sowie Fruchtschadensbewertungen zum Zeitpunkt der Ernte als Maß für die Ökosystemleistung anwenden. Dies sollte dann vergleichend in mehreren Praxisbetrieben mit einem unterschiedlichen Ausmaß an FAB-Maßnahmen über mindestens fünf Jahre geschehen, um zu belastbaren und vor allem für die Praxis nutzbaren Aussagen zu gelangen.

#### IV. Methoden und Ergebnisse

##### Arbeitspaket 4 (WP4): "Learning from all sides and dissemination"

Zielsetzung: Vorstellung und Diskussion der Ergebnisse aus den Arbeitspaketen WP1, WP2 und WP3 auf Informationsveranstaltungen mit Akteuren aus Forschung, Praxis und Öffentlichkeit.

In WP4 wurden von mehreren Projektpartnern Workshops speziell für Obstbauern durchgeführt. Das JKI präsentierte die Forschungsergebnisse aus EcoOrchard vor allem auf Plattformen für die breitere Öffentlichkeit. Dazu gehörten folgende Beiträge:

- Ausstellung zur Biologischen Vielfalt in Obstanlagen beim Tag der offenen Tür, Julius Kühn-Institut, Darmstadt am 12. Juni 2016.
- Posterbeitrag auf der Wissenschaftstagung „Ökologischer Landbau“, Freising, März 2017
- Ausstellung zur Biologischen Vielfalt in Obstanlagen auf den 1. Öko-Feldtagen auf der Staatsdomäne Frankenhausen im Juni 2017 (siehe Arbeitspaket WP2).
- Vortrag auf der Fachmesse „BioBeurs“ in Zwolle, Niederlande am 18. Januar 2018
- Ausstellung zur Biologischen Vielfalt in Obstanlagen auf der Fachmesse „Biofach“ in Nürnberg, 13. – 17.02.18
- Ausstellung als ausgewähltes BÖLN-Forschungsprojekt auf dem Stand des BÖLN bei der Internationalen Grünen Woche 2019. Der Stand war sehr gut besucht. Viele Interessenten aus der Öffentlichkeit, Politik und Fachpublikum kamen vorbei. Auch Schulklassen kamen nahezu täglich an den Stand. Neben Informationen zu Nützlingen (in lebender Form) wurden Filme, Dia-Shows und Broschüren zu den Hauptergebnissen des Projektes gezeigt. Es wurden mehr 250 Flyer und 1000 Saatgut-Tütchen verteilt (Abb. 29).
- Vortrag zur Biologischen Vielfalt in Obstanlagen auf dem Obstbautag in Güstrow/Mecklenburg-Vorpommern am 19. Februar 2019.



Abbildung 28: Stand des Forschungsprojektes auf der IGW 2019 (links). Rechts oben: Schulkinder lassen sich die Welt der Nützlinge erklären. Rechts unten: die Blühstreifenbroschüre wird Frau Göring-Eckhardt vorgestellt.

## V. Gesamtdiskussion und Aussichten für eine Verwertung der Projektergebnisse

Die Besonderheit des Projektes EcoOrchard bestand in dem Anspruch, in einem europäischen Rahmen Maßnahmen zur Schaffung funktioneller Biodiversität (FAB) in Obstanlagen zu erfassen, zu testen und zu bewerten und diese Aktionen in einem engen Dialog mit der Praxis umzusetzen. Die Projektergebnisse sind dementsprechend für eine Vielzahl von Ländern interessant. So hat das Arbeitspaket 1 einen Überblick über den derzeitigen Kenntnisstand zu dieser Thematik geschaffen und die daraus gewonnenen Ergebnisse betonten vor allem die Heterogenität zwischen den Ländern. Insofern kann das Bewusstsein dieser Unterschiede die Grundlage für einen Austausch und ein gegenseitiges Lernen schaffen. Das Informationsportal EBIO-Network versucht dafür ein Podium zu bieten. Der Inhalt ist zwar hauptsächlich nur in Englisch verfügbar, doch liegen die „Hauptprodukte“ des Projektes – der Leitfaden zum Nützlingsmonitoring sowie der Ratgeber zur Anlage der mehrjährigen Blühstreifen – dank des Engagements der involvierten WissenschaftlerInnen in mehreren europäischen Sprachen vor. Es bleibt zu hoffen, dass auch nach Projektende die Wahrnehmung des Informationsportals mit seinem Angebot (Broschüren, Videos, Literaturdatenbank) weiterhin stattfindet. Insofern ist es vorteilhaft, dass das Portal im Internet-Angebot des JKI vertreten ist. Auch die IFOAM beabsichtigt, das EBIO-Network mit ihrer „Organic Farm Knowledge“-Datenbank (<https://organic-farmknowledge.org/>) zu verknüpfen.

Eine wesentliche Erkenntnis des Projektes besteht auch dahingehend, dass die Praxis eindeutig den Wunsch geäußert hat, mehr Informationen zu den zu fördernden Organismen (Nützlinge wie Blütenpflanzen oder Heckengehölze etc.) zu bekommen. Der Leitfaden zum Nützlingsmonitoring kann als erster Schritt gesehen werden, wie der Obstbauer sich hier selbstständig und relativ einfach einen Überblick schaffen kann. Vor dem Hintergrund des zu beobachtenden Insektenschwundes und der Forderung nach einem verbesserten Insektenschutz ist folgend daran zu denken, Obstanlagen in ihrer Funktion als bedeutende, oftmals landschaftsprägende Dauerkulturen für ein Langzeitmonitoring der biologischen Vielfalt in Betracht zu ziehen. Dahingehend wäre neben einer (finanziellen) Unterstützung des Engagements von Praxisbetrieben für eine solche Aktivität auch die zentrale Koordinierung bezüglich Anleitung zur Datenaufnahme sowie Zusammenstellung und Auswertung der gewonnenen Daten aus unterschiedlichen Regionen und Anbausystemen notwendig.

Das spezielle Instrument der mehrjährigen Blühstreifen zur Nützlingsförderung gilt es weiter zu optimieren und die Effekte auf die Biologische Vielfalt und die Ökosystemleistungen (v.a. Schädlingsregulierung aber auch Wildbienenansiedlung und Bestäubung) in Langzeitstudien zu untersuchen. Außerdem gilt es die Übertragbarkeit solcher Maßnahmen auch in den Integrierten Anbau zu prüfen. In Deutschland findet dies bereits in einem vom „Bundesprogramm Biologische Vielfalt“ geförderten Verbundprojekt statt (siehe Punkt VI). Durch die Bereitstellung der „Blühstreifenbroschüre“ ist bereits ein Produkt geschaffen worden, das für die Praxis direkt zu verwerten ist.

Die Projektergebnisse werden auch in wissenschaftlichen Publikationen zusammengefasst werden und werden damit auch der Wissenschaftsgemeinde weltweit zur Verfügung gestellt.

**VI. Erkenntnisse von Dritten**

In Deutschland wurde in einem von Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Projekt der Universität Hohenheim im südwestdeutschen Raum Versuche zur Etablierung mehrjähriger Blühstreifen durchgeführt (Kienzle & Zebitz 2015; Kienzle et al. 2016) und ihre Eignung zur Förderung der funktionellen Biodiversität (v.a. Blattlausgegensepieler) bestätigt. Auch hier wurde ein Ratgeber mit ganz ähnlichen Empfehlungen für die Praxis zur Durchführung solcher Maßnahmen entwickelt: <https://www.uni-hohenheim.de/organisation/publikation/bluehstreifen-mit-heimischen-wildkraeutern-in-apfelanlagen-zur-foerderung-natuerlicher-gegensepieler-von-blattlaeusen>

Seit 2016 (bis 2022) wird ein Verbundprojekt im Rahmen des Bundesprogramms Biologische Vielfalt durch das BfN gefördert, das die Integrierbarkeit verschiedener biodiversitätsfördernder Maßnahmen in ökologischen und integrierten Obstbetrieben in bedeutenden Obstbauregionen in Deutschland testet (Projekttitle: „Potenziale und Praxisprogramm zur Erhöhung der ökologischen Vielfalt in Erwerbsobstanlagen und Streuobstwiesen“). Zwischenergebnisse wurden noch nicht veröffentlicht.

**VII. Gegenüberstellung Ziele, weiterführende Fragestellungen**

Ziele des Projektes EcoOrchard	Weiterführende Fragestellungen
Internationales Netzwerk zwischen Akteuren aus Forschung und Praxis - etabliert	Vernetzung muss erhalten bleiben. Auch nationale Vernetzung muss verbessert werden – z.B. in Deutschland bundesweite Koordinationsinstanz „Biologische Vielfalt im Obstbau“ schaffen
Erfassung des Kenntnisstandes und des Erfahrungsschatzes aus der Praxis - erfolgt	Zusammenfassung der Ergebnisse in Publikation unter Leitung der INRA in Vorbereitung
Informationsportal zur funktionellen Biodiversität im Obstbau - erfolgt	Erhaltung des Informationsportals EBIO-Network nach Projektende
Leitfaden für ein Nützlingsmonitoring für die Praxis - entwickelt	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Weitere Informationen zu Nützlingen im Obstbau praxisgerecht verfügbar machen</li> <li>▪ Aufbau eines Langzeitmonitorings im Rahmen des Insektenschutzprogrammes</li> </ul>
Evaluierung von mehrjährigen Blühstreifen in der Fahrgasse als Instrument zur Förderung der Biodiversität im Obstbau - erfolgt	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Langzeitstudie über mögliche Effekte auf Schädlingsregulierung</li> <li>▪ Langzeitmonitoring im Rahmen des Insektenschutzprogrammes in Betrieben mit derartigen Maßnahmen</li> <li>▪ Entwicklung dieser Maßnahmen für den integrierten Obstbau</li> <li>▪ Entwicklung ähnlicher Instrumente für andere Obstkulturen, z.B. Beerenobst</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Austausch mit der Praxis - erfolgt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bekanntmachung der Projektergebnisse bei passenden Veranstaltungen auch nach Projektende</li> <li>▪ Wissenschaftliche Publikationen</li> <li>▪ Technische Veröffentlichungen</li> </ul>

## VIII. Literaturverzeichnis

- Altieri, M. A., (1994): Biodiversity and pest management in agroecosystems. New York, Haworth Press.
- Altieri, M. A., & Schmidt, L. L. (1986): The dynamics of colonizing arthropod communities at the interface of abandoned, organic and commercial apple orchards and adjacent woodland habitats. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 16(1), 29-43.
- Baggiolini M; Keller E; Miliare HG & Steiner H. (1992): Visuelle Kontrollen im Apfelanbau, Internationale Organisation für Biologische und Integrierte Bekämpfung von schädlichen Tieren und Pflanzen IOBC (Hrsg.), 4. Auflage, Kreuzlingen.
- Boller, E. F., F. Häni und H.-M. Poehling (Eds.), (2004): Ecological Infrastructures: Ideabook on Functional Biodiversity at the Farm Level Temperate Zones of Europe. IOBC-WPRS. Lindau, Switzerland. Swiss Centre for Agricultural Extension and Rural Development.
- Brodt, S., Klonsky, K., Jackson, L., Brush, S.B., Smukler, S. (2009): Factors affecting adoption of hedgerows and other biodiversity-enhancing features on farms in California, USA. *Agrofor. Syst.* 76: 195-206.
- Brown, M. W., Mathews, C. R., & Krawczyk, G. (2010): Extrafloral nectar in an apple ecosystem to enhance biological control. *Journal of economic entomology*, 103(5), 1657-1664.
- Bugg, R.L. und R. Waddington (1994): Using cover crops to manage arthropod pests of orchards: a review. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 50, 11-28.
- Campbell, A., Wilby, A., Sutton, P., & Wäckers, F. (2017): Getting more power from your flowers: multi-functional flower strips enhance pollinators and pest control agents in apple orchards. *Insects*, 8(3), 101.
- Dickler, E. (1978): Influence of beneficial arthropods on the codling moth in an orchard with green covered and clean cultivated soil. *Mitt. Biol. Bundesanstalt* 180, 16-18.
- Fernique et al. (2016): Organic farmers reality to manage functional agrobiodiversity in European organic apple orchards. In Proceedings of the 17<sup>th</sup> International Conference on Organic Fruit-Growing, 15-17.02.2016 Ecofruit, Hohenheim.
- Gontijo L., E.H. Beers, W.E. Snyder (2013): Flowers promote aphid suppression in apple orchards. *Biological control* 66: 8-15
- Gurr, G.M., Wratten, S.D., Tylianakis, J., Kean, J., Keller, M. (2005): Providing plant foods for insect natural enemies in farming systems: balancing practicalities and theory. In: Plant-derived Food and Plant-carnivore mutualism. (Ed. by F.L. Wäckers, P.C.J. van Rijn, J. Bruin), 326-341. Cambridge University Press, Cambridge.
- Haenke, S., B. Scheid, M. Schaefer, T. Tschardt und C. Thies, (2009): Increasing syrphid fly diversity and density in sown flower strips within simple vs. complex landscapes. *Journal of Applied Ecology* 46, 1106-1114.
- Herz, A.; Eder, G.; Feiertag, S.; Wittlich, S. (2012): Use of nectar resources by *Ascogaster quadridentata* WESMAEL (Hymenoptera, Braconidae), an important egg-larval parasitoid of the codling moth: first evidence from laboratory studies. *Eco-Fruit: proceedings of the 15th International Conference on Organic Fruit-Growing from February 20th to February 22th, 2012 at the University of Hohenheim, Germany*, 338 - 341.
- Herz, A., Eder, G. (2014): Flowering crops as nutritional resources for *Ascogaster quadridentata* (Hymenoptera, Braconidae) and other beneficials in agroecosystems. *IOBC-WPRS Bulletin* 100, 45-48.

- Irvin, N. A., Scarratt, S. L., Wratten, S. D., Frampton, C. M., Chapman, R. B., & Tylianakis, J. M. (2006): The effects of floral understoreys on parasitism of leafrollers (Lepidoptera: Tortricidae) on apples in New Zealand. *Agricultural and Forest Entomology*, 8(1), 25-34.
- Kelemen, E., Nguyen, G., Gomiero, T., Kovács, E., Choisis, J.-P., Choisis, N., Paoletti, M.G., Podmaniczky, L., Ryschawy, J., Sarthou, J.-P., Herzog, F., Dennis, P., Balázs, K. (2013): Farmers' perceptions of biodiversity: Lessons from a discourse-based deliberative valuation study. *Land Use Policy* 35: 318-328.
- Kienzle, J. (1993): Fahrgassenbegrünung im ökologischen Obstbau. *Ökologie und Landbau* 88, 29-32.
- Kienzle, J., Straub, M. (1991): Nützlingsförderung und Begrünung im Ökologischen Obstbau. 4. Internationaler Erfahrungsaustausch über Forschungsergebnisse zum ökologischen Obstbau, Weinsberg, 23-28.
- Kienzle, J., Foell, M., Karrer, E., Krismann, A. (2014): Establishment of permanent weed strips with autochthonous nectar plants and their effect on the occurrence of aphid predators. 16th International Conference on Organic Fruit-Growing: Proceedings, Hohenheim, Germany 2014, pp. 31-39
- Kienzle, J., Krismann A., Walther, B., Karrer, E., Foell, M., Zebitz, C. P. W. (2016): Towards a holistic and participatory approach to integrate flower strips in apple orchards. Ecofruit. 17th International Conference on Organic Fruit-Growing: Proceedings, 15-17 February 2016, Hohenheim, Germany 2016, pp.270-272.
- Leius, K. (1967): Influence of wild flowers on parasitism of tent caterpillar and codling moth. *Canadian Entomologist* 99, 444-446.
- Lyon, F. (1996): How farmers research and learn: The case of arable farmers of East Anglia, UK. *Agriculture and Human Values* 13, 39-47.
- Markó, V., Jenser, G., Mihályi, K., Hegyi, T., & Balázs, K. (2012): Flowers for better pest control? Effects of apple orchard groundcover management on mites (Acari), leafminers (Lepidoptera, Scitellidae), and fruit pests. *Biocontrol science and technology*, 22(1), 39-60.
- Markó, V., Jenser, G., Kondorosy, E., Ábrahám, L., & Balázs, K. (2013): Flowers for better pest control? The effects of apple orchard ground cover management on green apple aphids (*Aphis* spp.) (Hemiptera: Aphididae), their predators and the canopy insect community. *Biocontrol Science and Technology*, 23(2), 126-145.
- Monteiro, L. B., Lavigne, C., Ricci, B., Franck, P., Toubon, J.-F., Sauphanor, B. (2013): Predation of codling moth eggs is affected by pest management practices at orchard and landscape levels. *Agriculture Ecosystems and Environment* 166: 86– 93
- Pfiffner, L., Graf, R. (2010): Mit Leitarten die Vielfalt fördern. *Ökologie & Landbau* 155, 45-48.
- Schmidle, A., Dickler, E., Seemüller, E., Krczal, H., Kunze, L. (1975): Influence of fertilization and soil management on the occurrence of diseases and pests in apple orchard. I. Effect of green covered and clean cultivated soil. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 82, 522-530.
- Sigsgaard, L. (2014): Conservation biological control of codling moth, *Cydia pomonella*. IOBC-WPRS Bulletin 100: 123-126
- Siekmann, G., Tenhumberg, B., Keller, M. (2001): Feeding and survival in parasitic wasps: sugar concentration and timing matter. *Oikos* 95, 425-430.
- Simon, S., Bouvier, J. C., Debras, J. F., & Sauphanor, B. (2011): Biodiversity and pest management in orchard systems. In *Sustainable Agriculture Volume 2* (pp. 693-709). Springer, Dordrecht.

- Stephens, M. J., France, C. M., Wratten, S. D., & Frampton, C. (1998): Enhancing biological control of leafrollers (Lepidoptera: Tortricidae) by sowing buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) in an orchard. *Biocontrol Science and Technology*, 8(4), 547-558.
- Tschumi, M., Albrecht, M., Entling, M. H., & Jacot, K. (2014): Targeted flower strips effectively promote natural enemies of aphids. *IOBCwprs Bull*, 100, 131-135.
- Tschumi, M., Albrecht, M., Collatz, J., Dubsy, V., Entling, M. H., Najar-Rodriguez, A. J., & Jacot, K. (2016): Tailored flower strips promote natural enemy biodiversity and pest control in potato crops. *Journal of applied ecology*, 53(4), 1169-1176.
- Vogt, H., Weigel, A. (1999): Is it possible to enhance the biological control of aphids in an apple orchard with flowering strips? *IOBC/wprs Bulletin* 22 (7), 39-46.
- van Rijn, P. C., & Wäckers, F. L. (2016): Nectar accessibility determines fitness, flower choice and abundance of hoverflies that provide natural pest control. *Journal of Applied Ecology*, 53(3), 925-933.
- Weibel, F.P., Daniel, C., Tamm, L., Willer, H., Schwartau, H. (2013): Development of organic fruit in Europe. *Acta Horticulturae* 1001: 19-34.
- Wäckers, F. L. (2004): Assessing the suitability of flowering herbs as parasitoid food sources: flower attractiveness and nectar accessibility. *Biological Control* 29, 307-314.
- Weigel, A. (1997): Zum Einfluss blühender Kräuter und Stauden in einer Apfelanlage auf die Populationsdynamik von Blattläusen und ihren Gegenspielern. Diplomarbeit, Universität Heidelberg, 133 pp.
- Winkler, K., F. L. Wäckers, A. J. Thermoerhuizen, J. C. van Lenteren, 2010: Assessing risks and benefits of floral supplements in conservation biological control. *BioControl* 55, 719-72.
- Wyss, E. (1996): The effects of artificial weed strips on diversity and abundance of the arthropod fauna in a Swiss experimental apple orchard. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 60, 47-59.
- Wyss, E., Niggli, U., & Nentwig, W. (1995): The impact of spiders on aphid populations in a strip-managed apple orchard. *Journal of Applied Entomology*, 119(1-5), 473-478.



## IX. Veröffentlichungen (unter Beteiligung des JKI)

2019

- Cahenzl, F., Sigsgaard, L., Daniel, C., Herz, A., Jamar, L., Kelderer, M., Kramer-Jacobsen, S., Kruczyńska, D., Matray, S., Porcel, M., Sekrecka, M., Świergiel, W., Tasin, M., Telfser, J., Pfiffner, L. (accepted): "Perennial flower strips for pest control in organic apple orchards - A pan-European study". *Agriculture, Ecosystems and Environment*.

2018

- Sigsgaard, Lene; Pfiffner, Lukas; Penvern, Servane; Tchamitchian, Marc; WARLOP, FRANCOIS; Herz, Annette; Kelderer, Markus; Jamar, Laurent; Kruzynska, Dorota; Korsgaard, Maren; Tasin, Marco and Jasko, Janis (2018) Functional agrobiodiversity in apple orchards. In: *ECE 2018, XI EUROPEAN CONGRESS OF ENTOMOLOGY*, p. 30.
- Matray, Silvia & Herz, Annette (2018): EcoOrchard: Biodiversitätsförderung durch lebendige Obstanlagen. In *Obstbau 10/18*.
- Matray, Silvia, Herz, Annette, Pfiffner, Lukas, Warlop, Francois, Sigsgaard, Lene (2018): Biodiversitätsförderung im Obstbau. [Boosting agro-biodiversity in pome fruit production.]. *61. Deutsche Pflanzenschutztagung, Stuttgart Hohenheim, 11.-14.09.2018*.

2017

- Sigsgaard, Lene; Warlop, Francois; Herz, Annette; Tchamitchian, Marc; Pfiffner, Lukas; Kelderer, Markus; Jamar, Laurent; Kruzynska, Dorota; Korsgaard, Maren; tasin, Marco and Ozoliņa-Pole, Laura (2017) [EcoOrchard – collecting existing knowledge and generating new knowledge on functional biodiversity of organic orchards](#). In: Begg, Graham; Bianchi, Felix; Birch, Nick; Gerowitt, Bärbel; Holland, John; Lupi, Daniela; Moonen, Camilla; Ramsden, Marc and Rijn, van, Paul (Eds.) *IOBC-WPRS Bulletin*, International organisation for Biological Control-Western Palearctic Regional Section, Darmstadt, 122, IOBC-WPRS Bulletin, pp. 147-150.
- Matray, Silvia; Herz, Annette; Pfiffner, Lukas and Sigsgaard, Lene (2017) [Das Projekt EcoOrchard: Förderung der funktionellen Agro- Biodiversität im Ökologischen Obstbau](#). Poster at: 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Campus Weihenstephan, Freising-Weihenstephan, 7. -10. März 2017.
- Herz, A.; Matray, S.; Sigsgaard, L.; Penvern, S.; Tchamitchian, M.; Warlop, F.; Pfiffner, L.; Kelderer, M.; Kruczyńska, D.; Ozoliņa-Pole, L.; Jasko, J.; Jamar, L. and Porcel, M. (2017) [EcoOrchard und EBIO-Network - Strategien für mehr funktionelle Biodiversität im Kernobstbau](#). [EcoOrchard and EBIO-Network - Strategies for more functional biodiversity in pome fruit growing.] In: *Entomologentagung 2017 in Freising: Abstracts der Poster*, p. 101.
- Herz, Annette (2017): "Mehr blühende Vielfalt in Obstanlagen hilft Nützlingen" 4 | 2017 Agrargewerbe intern | Saft und Wein.
- Herz, Annette; Drexler, Nils; Matray, Silvia and Veekmann, Oliver (2017) [Nutrition ecology of Ascogaster quadridentata \(Hymenoptera, Braconidae\) and its host in apple orchards](#). Poster at: 5th International Entomophagous Insects Conference, Kyoto, Japan, October 16-20, 2017. [Completed]
- Matray, Silvia; Herz, Annette; Warlop, Francois; Pfiffner, Lukas and Sigsgaard, Lene (2017) [Funktionelle Agro-Biodiversität im Obstbau](#). [Functional agro-biodiversity in apple orchards.] Poster at: Öko-Feldtage 2017, Frankenhausen, 21-22.06.2017.

- Herz, Annette; Sharifova, Hadil; Penvern, Servane; Sigsgaard, Lene; Warlop, Francois and Pfiffner, Lukas: (2017) EBIO-Network – a new knowledge platform on functional agrobiodiversity in European Orchards. *Core Organic Newsletter*, May 2017, pp. 1-4.

## 2016

- Sigsgaard, Lene; Herz, Annette; Warlop, Francois; Pfiffner, Lukas and Tchamitchian, Marc (2016): EcoOrchard -Innovative design and management to boost functional biodiversity of organic orchards. *CORE Organic News*, 4 May 2016, p. 1.
- Herz, Annette; Penvern, Servane; Fernique, Sarah; Matray, Silvia and WARLOP, FRANCOIS (2016) [Workshop: Enhancement of functional biodiversity](#). Workshop at: Ecofruit - 17th International Conference of Organic Fruit-Growing, Stuttgart Hohenheim, 15.02.-17.02.16. [Completed]
- Herz A. (2016): „EBIO-Network - a web-based platform for knowledge sharing on functional agrobiodiversity“, Posterbeitrag auf der 60. Deutschen Pflanzenschutztagung vom 20. - 23. September 2016 in Halle. In: *Tagungsband 60. Deutsche Pflanzenschutztagung*.
- Matray, Silvia; Herz, Annette; Pfiffner, Lukas and Sigsgaard, Lene (2016) [EcoOrchard. Innovative design and management to boost functional biodiversity of organic orchards](#). Posterbeitrag auf der 60. Deutschen Pflanzenschutztagung vom 20. - 23. September 2016 in Halle. In: *Tagungsband 60. Deutsche Pflanzenschutztagung*.
- Ralle, Baiba; Ozoliņa-Pole, Laura; Herz, Annette; Penvern, Servane; Warlop, Francois; Porcel, Mario; Tchamitchian, Marc; Pfiffner, Lukas; Jamar, Laurent; Kruczynska, Dorota; Korsgaard, Maren; Kelderer, Markus and Sigsgaard, Lene (2016) [Functional agrobiodiversity \(FAB\) in apple pest management in Latvia: what do we know?](#) In: *RPD Abstracts "3rd international scientific conference „Sustainable Fruit Growing: From Plant to Product“ and 4th European Workshop on Seabuckthorn EuroWorks 2016”, Vol.2*, RPD Science, Dobeles, 2, p. 44.
- Sigsgaard, Lene; Warlop, Francois; Herz, Annette; Tchamitchian, Marc; Porcel, Mario; Kelderer, Markus; Jamar, Laurent; Korsgaard, Maren; Ralle, Baiba; Penvern, Servane; Pfiffner, Lukas and Weibel, Franco (2016) [Innovative design and management to boost functional biodiversity of organic orchards](#). Poster at: *Ecofruit 2016, Hohenheim, DE, 15-17/02/2016*.
- Herz, A.; Matray, S. (2016): EcoOrchard: an EU-wide collaborative project to boost functional biodiversity of organic orchards. *Ecology of Aphidophaga 13* : International Symposium; 29.8.-2.9.2016, Freising/Germany

## 2015

- Matray, Silvia; Herz, Annette; Pfiffner, Lukas and Sigsgaard, Lene (2015) [Ecoorchard - Innovative design and management to boost functional biodiversity of organic orchards](#). Poster at: 34. Tagung des DPG-/DGaaE-Arbeitskreises "Nutzarthropoden und entomopathogen Nematoden", Hannover, Germany, 30.11.15-01.12.15. [Completed]
- Porcel, Mario; Lene, Sigsgaard; Mark, Tchamitchian; Servane, Pernvern; Francois, Warlop; Lukas, Pfiffner; Laurent, Jamar; Annette, Herz and Mark, Lateur (2015) [EcoOrchard - Innovative design and management to boost functional biodiversity of organic orchards. Power point presentation at public stakeholder seminar 2015.04.21 organized by EPOK centre for organic production and consumption, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, Sweden](#). [Completed]

**Präsentationen:**

- Herz, Annette, Silvia Matray, Simon Feiertag (2018) Vorstellung des Projektes EcoOrchard auf der IGW 2019 in Berlin. Stand mit Informationsmaterial (Broschüren, Videos etc.)
- Matray, Silvia (2018): Biodiversitätsförderung im Hinblick auf Apfelwickler und seinen Parasitoiden. 36. Tagung des DPG & DGaE-Arbeitskreises "Nutzarthropoden und Entomopathogene Nematoden", Bremen, Germany, 27.-28.11.2018.
- Herz, Annette, Pfiffner, Lukas, Francois Warlop, Servane Penvern, Sigsgaard, Lene et al. 2018. EcoOrchard: Boosting agro-biodiversity in European apple orchards oral presentation. 17th January 2018. BioBeurs, Trade on biological products (consumers, producers, farmers, researchers, 40 attendees).
- Herz, Annette, Silvia Matray, Simon Feiertag (2018) Exhibition stand with EcoOrchard information desk (video, leaflet, etc.). Biofach Messe, Nürnberg, 13.-17.02.18
- S. Matray, Herz, Annette; Pfiffner, Lukas, Francois Warlop and Sigsgaard, Lene 2017. EcoOrchard: Boosting agro-biodiversity in European apple orchards. Oral presentation 8-10.11.2017, Young Scientists Meeting, Siebeldingen.
- Herz, Annette, L. Ozoliņa-Pole, F. Warlop, S. Penvern, M. Porcel, M. Tchamitchian, L. Pfiffner, L. Jamar, D. Kruczynska, M. Korsgaard, M. Kelderer, L. Sigsgaard 12/6/16, "Innovative design and management to boost functional biodiversity of organic orchards" Großes Theater - kleine Welten:- Biodiversität: 1000 Arten für den Pflanzenschutz, - Rund um den gesunden Apfel, Poster / oral presentation, open house presentation.
- Herz, Annette, Matray, S., Sharifova, H., Wolck, A., Sigsgaard, L., Penvern, S., Fernique, S., Tchamitchian, M., Warlop, F., Pfiffner, L., Kelderer, M., Kruczynska, D., Ozoliņa-Pole, L., Jamar, L., Porcel, M.: EBIO-Network: A web-based platform for knowledge sharing on functional agrobiodiversity in organic apple production, Eco Fruit Conference, 15-17.02.2016.

#### Geplante Veröffentlichungen:

- Herz et al . *working title*: "Managing floral resources in apple orchards for pest control: experiences and future directions". Literature review. Submission expected May 2019, to "Insects"
- Penvern et al (*submitted to Agriculture, Ecosystems and Environment*): Farmers expectations and management of functional agro-biodiversity for pest management in European organic apple orchards."
- Matray, Silvia & Herz, Annette: Nutritional requirements of *Cydia pomonella*. Submission expected in spring 2019.
- Matray, Silvia & Herz, Annette: Fitness of *Cydia pomonella* under various nectar diets. Submission expected in summer 2019.
- Matray, Silvia & Herz, Annette: Flower strips in apple orchards-A field report. Submission expected in summer 2019.
- Matray, Silvia & Herz, Annette: Suitable nectar plants to promote *Ascogaster quadridentata*, a parasitoid of codling moth. Submission expected in 2019.

## **ANHANG**

01: WP1 - Fragebogen für die Interviews mit Obstbauern und Obstbauberatern.

02: WP2 – Leitfaden zum Monitoring von Nützlingen im Obstanbau

03: WP3 – Blühstreifenbroschüre

04: Merkblatt zum Projekt EcoOrchard