



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft



Schlussbericht zum Thema

00. Monat 2024

Weiterentwicklung kulturspezifischer Strategien für die Gesunderhaltung von Pflanzen im Öko-Landbau mit Hilfe von Sparten-Netzwerken

FKZ: 2815OE095

Projektnehmer/Projektnehmerin:
Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft e.V. (BÖLW)

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft auf Grund eines Beschlusses des deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau.

Das Bundesprogramm Ökologischer Landbau (BÖL) hat sich zum Ziel gesetzt, die Rahmenbedingungen für die ökologische Landwirtschaft in Deutschland zu verbessern. Es wird vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) finanziert und in der BÖL-Geschäftsstelle in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) in die Praxis umgesetzt. Das Programm gliedert sich in zwei ineinandergreifende Aktionsfelder - das Forschungs- und das Informationsmanagement.

Detaillierte Informationen und aktuelle Entwicklungen finden Sie unter:

www.bundesprogramm.de
www.oekolandbau.de/forschung

Wenn Sie weitere Fragen haben, wenden Sie sich bitte an:

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
Bundesprogramm Ökologischer Landbau
Deichmanns Aue 29
53179 Bonn
Tel.: 0228-6845-3280
E-Mail: boel-forschung@ble.de

Schlussbericht**Weiterentwicklung kulturspezifischer Strategien zur Gesunderhaltung von Pflanzen im Öko-Landbau mit Hilfe von Sparten-Netzwerken (Kulturnetzwerke)****Zuwendungsempfänger:**

Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft e.V.

Förderkennzeichen:

2815OE095

Vorhabenbezeichnung:

Weiterentwicklung kulturspezifischer Strategien für die Gesunderhaltung von Pflanzen im Öko-Landbau mit Hilfe von Sparten-Netzwerken („Kulturnetzwerke“)

Laufzeit des Vorhabens:

15.08.2017 bis 31.03.2024

Projektkoordination:

Kevin Smith-Weißmann

Unterauftragnehmer:

Bioland e.V., Kaiserstr. 18, 55116 Mainz

Demeterberatung e.V., Katharinasteige 2, 89584 Ehingen

Ecovin, Bundesverband Ökologischer Weinbau e. V., Wormser Str.162, 55276 Oppenheim

Fördergemeinschaft Ökologischer Obstbau e.V. (Föko), Traubenplatz 5, 74189 Weinsberg

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ) Hopfenforschungszentrum, Hüll 5 1/3, 85283 Wolnzach

Öko-BeratungsGesellschaft mbH, Eichethof 1, 85411 Hohenkammer

Autorinnen

Kevin Smith-Weißmann; Martina Barbi; Bastian Beny; Ralph Dejas; Ruth Dettweiler; Wilfried Dreyer; Jutta Kienzle; Markus Puffert; Hannes Schulz; Johanna Struß; Simon Tewes; Werner Vogt-Kaute; Florian Weihrauch

Kontakt

BÖLW

Tel. 030 28482 300

Email info@boelw.de

Marienstr. 19 – 20, 10117 Berlin



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

Kurzfassung

Im Rahmen des Projektes „Kulturnetzwerke“ koordinierte der BÖLW sieben Spartenetzwerke, jeweils auch mit Koordinatorinnen zum Thema Pflanzengesunderhaltungsstrategien im Öko-Landbau. Die Sparten waren gegliedert in Ackerbau, Kartoffel, Feldgemüse, Geschützter Anbau, Obst, Hopfen und Wein. Vor allem auch sollte der Austausch unterhalb der Sparten gestärkt werden, um gemeinsame Fragestellungen und Herausforderungen anzugehen. Konkret entstanden kulturspezifische Strategiepapiere, welche die aktuellen Herausforderungen sowie Handlungs- und Forschungsbedarf hinsichtlich der Gesunderhaltung von Pflanzen formulieren. Außerdem befasste sich das Projekt intensiv mit der Verfügbarkeit von Pflanzenbehandlungsmitteln für den Öko-Landbau befasst und begleitete intensiv den Grundstoffantrag von Quassia. Innerhalb der Kultursparten wurde sich darüber hinaus intensiv mit der Fragestellung befasst, welche Maßnahmen besonders zentral in den jeweiligen Gesunderhaltungsstrategien sind und demnach im Rahmen einer Datenerhebung zur Gesunderhaltungsmaßnahmen erfasst werden sollten. Zu dieser Datenerhebung wurden erste Konzepte entwickelt. Insgesamt bildete das Projekt Kulturnetzwerke über seine Laufzeit einen Kompetenzcluster rund um die Fragen zur Gesunderhaltung von Pflanzen und wurde innerhalb des Sektors aber auch von außerhalb als solcher wahrgenommen.

Short Summary

As part of the "Kulturnetzwerke" ("crop networks") project, the BÖLW coordinated seven crop networks, each again with coordinators dealing with plant health strategies in organic farming. The crop networks were divided into arable farming, potatoes, field vegetables, protected cultivation, fruit, hops and wine. Above all, the aim was to strengthen the exchange between the networks in order to tackle common issues and challenges. In concrete terms, crop-specific strategy papers were produced that formulate the current challenges as well as the need for action and research with regard to maintaining the health of plants. The project also dealt intensively with the availability of plant treatment agents for organic farming and provided intensive support for Quassia's basic substance application. Within the crop networks, the project also dealt with the question of which measures are particularly central to maintaining the respective plants' health and should therefore be recorded as part of a data collection on plant health care measures. Initial concepts were developed for this data collection. Overall, the Crop Networks project formed a cluster of expertise on all aspects of plant health care in organic farming over its duration and was recognised as such both within the sector as well as externally.

Inhalt

1. Einführung	6
1.1. Gegenstand des Vorhabens	6
1.2. Ziele und Aufgabenstellung des Projekts	6
1.3. Planung und Ablauf des Projektes	6
2. Wissenschaftlicher und technischer Stand an den angeknüpft wurde	6
3. Material und Methoden	9
4. Ausführlich Darstellung der wichtigsten Ergebnisse	9
4.1. Netzwerkauf- und -ausbau	9
4.2. Strategiepapiere zur Weiterentwicklung von Gesunderhaltungsstrategien von Pflanzen im Öko-Landbau	9
4.2.1. Strategiepapier zur Weiterentwicklung der Strategien zur Gesunderhaltung von Pflanzen im ökologischen Ackerbau	10
4.2.1.1. Einleitung	10
4.2.1.2. Pflanzengesunderhaltungsstrategien im ökologischen Ackerbau	11
4.2.1.3. Herausforderungen	12
4.2.2. Strategiepapier zur Weiterentwicklung der Strategien zur Gesunderhaltung von Pflanzen im ökologischen Kartoffelbau	19
4.2.2.1. Einleitung	19
4.2.2.2. Pflanzengesunderhaltungsstrategien im ökologischen Kartoffelbau	20
4.2.2.3. Aktuelle Herausforderungen	20
4.2.3. Strategiepapier zur Weiterentwicklung der Strategien zur Gesunderhaltung von Pflanzen im ökologischen Gemüseanbau	28
4.2.3.1. Einleitung	28
4.2.3.2. Pflanzengesunderhaltungsstrategien im ökologischen Gemüsebau	29
4.2.3.3. Aktuelle Herausforderungen	33
4.2.4. Strategiepapier zur Weiterentwicklung der Strategien zur Gesunderhaltung von Pflanzen im ökologischen Hopfenanbau	52
4.2.4.1. Einleitung	52
4.2.4.2. Pflanzengesunderhaltungsstrategien im ökologischen Hopfenbau	53
4.2.4.3. Aktuelle Herausforderungen im ökologischen Hopfenbau	56
4.2.5. Strategiepapier zur Weiterentwicklung der Strategien zur Gesunderhaltung von Pflanzen im ökologischen Birnenanbau	63
4.2.5.1. Einleitung	63
4.2.5.2. Aktuelle Herausforderungen	63
4.2.6. Strategiepapier zur Weiterentwicklung der Strategien zur Gesunderhaltung von Pflanzen im ökologischen Beerenanbau	70
4.2.6.1. Einleitung	70
4.2.6.2. Pflanzengesunderhaltungsstrategien im ökologischen Beerenanbau	70
4.2.6.3. Aktuelle Herausforderungen im ökologischen Beerenanbau	74

4.2.7.	Strategiepapier zur Weiterentwicklung der Strategien zur Gesunderhaltung von Pflanzen im ökologischen Steinobstanbau	79
4.2.7.1.	Einleitung	79
4.2.7.2.	Derzeitige Pflanzengesunderhaltungsstrategien im ökologischen Steinobstanbau 80	
4.2.7.3.	Aktuelle Herausforderungen.....	82
4.2.8.	Strategiepapier zur Weiterentwicklung von Strategien zur Gesunderhaltung von Pflanzen im ökologischen Weinbau	93
4.2.8.1.	Einleitung	94
4.2.8.2.	Pflanzengesunderhaltungsstrategien im ökologischen Weinbau	94
4.2.8.3.	Aktuelle Herausforderungen.....	95
4.3.	Praxisdatenerhebung für die Weiterentwicklung von Gesunderhaltungsstrategien..	104
4.3.1.	Datenerhebung im ökologischen Ackerbau	105
4.3.1.1.	Ausgangslage der Datenerhebung	105
4.3.1.2.	Prozess der Indikatoren-Erstellung	106
4.3.1.3.	Auswertung der Auszüge von Ackerschlagdokumentationen	108
4.3.1.4.	Mögliche zukünftige Aktivitäten	112
4.3.2.	Datenerhebung ökologischer Kartoffelanbau	113
4.3.2.1.	Ausgangslage zur Datenerhebung.....	113
4.3.2.2.	Prozess der Indikatoren-Erstellung	114
4.3.2.3.	Bewertung der Indikatoren hinsichtlich ihrer Dokumentationsfähigkeit durch Schlagkarteien	117
4.3.2.3.	Probdatenerhebungen mit ausgewählten Erzeugern 2022	118
4.3.2.4.	Probdatenerhebungen mit ausgewählten Erzeugern 2023	121
4.3.3.	Datenerhebung im ökologischen Feldgemüse	124
4.3.3.1.	Prozess der Indikatoren-Erstellung	124
4.3.3.2.	Probe Datenerhebungen	124
4.3.4.	Datenerhebung im ökologischen Geschützten Anbau	128
4.3.4.1.	Ausgangslage und Prozess der Datenerhebung	128
4.3.4.2.	Probe Datenerhebungen	130
4.3.5.	Datenerhebung im ökologischen Birnenanbau	137
4.3.5.1.	Prozess der Indikator-Erstellung	138
4.3.5.2.	Probe-Datenerhebungen	138
4.3.6.	Datenerhebung im ökologischen Zwetschenanbau	146
4.3.6.1.	Konzeptionierung der Indikatoren/erfassten Maßnahmen zur Gesunderhaltung der Kultur	146
4.3.6.2.	Probe-Datenerhebungen.....	147
4.3.7.	Datenerhebung im ökologischen Weinbau	153
4.3.7.1.	Konzeptionierung der Indikatoren/erfassten Maßnahmen zur Gesunderhaltung der Kultur	153
4.3.7.2.	Probdatenerhebung.....	156

4.4.	Verfügbarkeit essenzieller Pflanzenbehandlungsmittel für den Ökologischen Landbau	159
4.4.1.	Grundstoffantrag Quassia	161
4.5.	RNA-Interferenz als Technik im Pflanzenschutz	164
4.6.	Aktualisierung Kupferminimierungsstrategie	165
4.7.	Wissenstransfer	166
5.	Diskussion der Ergebnisse	167
6.	Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse	170
7.	Gegenüberstellung der ursprünglich und tatsächlich erreichten Ziele	170
8.	Veröffentlichungen	171
9.	Literatur	171

1. Einführung

1.1. Gegenstand des Vorhabens

Ziel des Projektes „Kulturnetzwerke“ war es die Gesunderhaltungsstrategien im ökologischen Pflanzenbau weiterzuentwickeln und zu festigen. Hierzu wurde der Austausch innerhalb der einzelnen Kultursparten gestärkt, aber vor allem auch der Austausch zwischen den Kultursparten. Im Rahmen des Projektes wurde auf bestehende Netzwerke aufgebaut, wie bspw. die Arbeitskreise der FÖKO, die „Ökomene“ der Gemüsebauberaterinnen oder auch den Fachausschuss Wein des BÖLW.

Durch den Austausch aufkommende Themen sollten weiter vertieft und bearbeitet werden. Entstanden ist ein zentrales Kompetenznetzwerk zur Gesunderhaltung von Pflanzen im Öko-Landbau.

1.2. Ziele und Aufgabenstellung des Projekts

Der vertiefte Austausch innerhalb und zwischen den einzelnen Kultursparten sollte Raum und Synergien geben, um die Gesunderhaltungsstrategien in den einzelnen Kultursparten aufzuzeigen und weiterzuentwickeln. Auch eine Befassung mit der Verfügbarkeit von Naturstoffen für den Pflanzenschutz im Öko-Landbau war ein zentraler Punkt. Durch die dynamische Grundstruktur des Projektes kamen überdies die intensive Begleitung des Grundstoffantrages für Quassia hinzu. Ein weiteres zusätzliches Ziel war es konzeptionell Maßnahmenkataloge/Indikatoren für Praxisdaten zur Gesunderhaltung von Pflanzen in den einzelnen Kultursparten zu erarbeiten, um bei einer späteren Umsetzung dieser Datensammlung Gesunderhaltungsstrategien gezielter betrachten und weiterentwickeln zu können.

1.3. Planung und Ablauf des Projektes

Die Ursprüngliche Laufzeit war von 2017 bis 2020 hier sollten und wurden Spartenetzwerke gebildet. Jährlich gab es ein „interkulturelles“ ganztägiges Projekttreffen. Dies war das zentrale Steuerungselement für Projektziele, -aktivitäten und -inhalte. Hier kamen alle Spartenkoordinatorinnen zusammen. Neben den jährlichen Treffen gab es ad-hoc und Anlassbezogene Videokonferenzen. Thematisch wurde das Projekt mit Fachgesprächen und Workshops vorgebracht. Dabei wurden auch bestehende Formate als Treffpunkt gewählt, wie die kulturspezifischen Tagungen der Bio-Verbände, Feldtage oder die FÖKO Delegiertentagung. Die Zielsetzung des Projektes war dynamisch, sodass neue Inhalte und auch Zielsetzungen aus der Projektarbeit neu aufgenommen werden sollten und wurden. So wurden bspw. zur Begleitung des Grundstoffantrags Quassia zusätzliche Unteraufträge für Studien und deren Monitoring vergeben. In zwei Verlängerungen wurden dann Konzepte für die Sammlung von Praxisdaten zur Gesunderhaltung von Pflanzen erstellt, die Kupferminimierungsstrategie aktualisiert und neue Themen, wie RNAi im Pflanzenschutz betrachtet.

2. Wissenschaftlicher und technischer Stand an den angeknüpft wurde

Die Sicherung und Erhaltung der Pflanzengesundheit stellt besonders in Dauer- und Sonderkulturen eine existenzielle Herausforderung für ökologisch wirtschaftende Betriebe dar. Gleichzeitig ist die Sorge vor nicht ausreichenden Pflanzenschutz-Instrumenten eine der entscheidenden Hürden, die konventionell wirtschaftende Landwirte und Gärtner in allen Kulturen bzw. Kulturgruppen und ebenfalls insbesondere in Dauer- und Sonderkulturen von der Umstellung auf den Ökolandbau abhält.

Wein

Eine besondere Herausforderung ist die ökologische Gesunderhaltung von Rebanlagen, daher bildet die Weiterentwicklung innovativer ökologischer Pflanzenschutzstrategien im ökologischen Weinbau einen Schwerpunkt des beantragten Projekts.

Nicht zuletzt die massiven Schäden durch Schwarzfäule und Falschen Mehltau (*Peronospora*) im Frühsommer 2016 haben den erheblichen Bedarf an zusätzlichen Pflanzenschutzoptionen im Ökologischen Weinbau einer breiten Öffentlichkeit vor Augen geführt. Mit der Neueinstufung des jahrelang als Pflanzenstärkungsmittel genutzten Kaliumphosphonat als Pflanzenschutzmittel im Zuge der Reform des EU-Pflanzenschutzrechts und der bisher nicht erfolgten Aufnahme dieses Wirkstoffes in den Anhang II der EU-Öko-Verordnung verbleiben Präparate auf Kupfer-Basis die einzigen derzeit für den Ökolandbau zugelassenen Pflanzenschutzmittel mit fungizider Wirkung. Angesichts der weiterhin bestehenden großen innereuropäischen Unterschiede bei der Bewertung von KP ist nicht davon auszugehen, dass dieses wichtige Instrument zur Gesunderhaltung der Reben in absehbarer Zeit ökologisch wirtschaftenden Winzern wieder zur Verfügung steht. Trotz umfangreicher Bemühungen in einer Vielzahl von Forschungsprojekten und Versuchsanstellungen konnten in den letzten 15 Jahren keine Naturstoffe identifiziert werden, die einzeln oder in Kombination hinsichtlich Wirksamkeit und ökologischer Unbedenklichkeit die traditionell im ökologischen Weinbau eingesetzten Kupfer- und Kaliumphosphonatpräparate ersetzen könnten (s. u. a. Ergebnisse des Projekts „Innovative strategies for copper-free low input and organic farming systems (CO-FREE)“, <http://www.co-free.eu/>).

Umfangreiche Versuchsvorhaben, Ringversuche etc. fanden bereits Ende der 90er Jahre und Anfang der 2000er-Jahre statt (s. z. B. „Projekt Praxisüberprüfung und Optimierung von *Peronospora*- und *Oidium*bekämpfungsmaßnahmen im ökologischen Weinbau - Alternativen zum Einsatz von Kupfer und Schwefel“, Förderkennzeichen 02OE516 und „Verbundprojekt Optimierung des ökologischen Rebschutzes“, Förderkennzeichen 03OE572). Relevante Fortschritte konnten in jüngerer Zeit vor allem durch die Entwicklung neuer Kupfer-Präparate auf Basis von Kupferhydroxid und durch den zunehmenden Anbau pilzwiderstandsfähiger Neuzüchtungen (PiWi-Sorten) erzielt werden.

Aufgrund der gerade bei Weinen aus Deutschland sehr starken Kundenbindung an traditionelle Rebsorten ist jedoch auch der Anbau von PiWi-Rebsorten eine nur langfristig umsetzbare und auch bezüglich Marktvolumen und -segmenten begrenzte Option. Damit wird die Entwicklung neuer Lösungsansätze zur Prävention und Bekämpfung von *Peronospora* und Schwarzfäule insbesondere mit biologischen und physikalischen Verfahren zum entscheidenden Faktor für die weitere Entwicklung des ökologischen Weinbaus in Deutschland.

Obst

Auch der ökologische Obstbau ist als Dauerkultur mit besonderen Herausforderungen bei der Gesunderhaltung der Kulturpflanzen konfrontiert. In den letzten Jahren konnten durch Forschungs- und Entwicklungsbemühungen, die maßgeblich von der Praxis initiiert und begleitet wurden, bereits wichtige Fortschritte erzielt werden, die sich aufgrund der begrenzten privaten und öffentlichen Ressourcen vor allem auf die Hauptkultur Apfel beziehen. Attraktive Nischenbereiche wie Birnen, Steinobst oder Beeren konnten dagegen noch nicht mit vergleichbarer Intensität bearbeitet werden, obwohl diese Kulturen für viele Betriebe eine wichtige Ergänzung ihres Profils darstellen und durch wirksame Öko-Pflanzenschutzstrategien ein weiteres Abwandern von Wertschöpfung ins Ausland verhindert werden könnte. Gerade in diesen Kulturen ist auch die Entwicklung wirksamer Ansätze zur Vermeidung nicht mehr tolerierbarer Schäden durch neue Schädlinge wie die Kirschessigfliege dringend geboten.

Gemüse

Die Vielzahl der Kulturen im ökologischen Gemüsebau bedeutet gegenüber den vorgenannten Bereichen einerseits einen Vorteil, weil mit dem Fruchtwechsel ein zentrales Element zur Prävention von schwerwiegenden Pflanzengesundheitsproblemen zur Verfügung steht. Andererseits bringt jede Kultur ihre spezifischen Pflanzenschutz-Fragestellungen mit sich, weshalb entsprechend vielfältige Strategien erforderlich sind. Nicht zuletzt aufgrund personeller

Veränderungen in der Beratungs- und Netzwerkinfrastruktur im ökologischen Gemüsebau konnten viele relevante Fragestellungen in den letzten Jahren (noch) nicht mit der notwendigen Intensität bearbeitet werden. Die besondere Bedeutung und Dringlichkeit des Pflanzenschutz-Themas wird auch aus der Auswertung zahlreicher Wissenstransfer-Veranstaltungen im Rahmen des Projekts „Auf Augenhöhe: Wissenstransfer zwischen Forschung und Praxis der ökologischen und nachhaltigen Land- und Lebensmittelwirtschaft“ (BÖLN-Projekt 2814NA008) deutlich. Ein großer Teil der Teilnehmer aus Praxis und Forschung haben in ihren Feedback-Antworten betont, dass hier großer Handlungsbedarf besteht.

Kartoffeln

Ähnlich wie im Gemüsebau profitieren Praktiker im ökologischen Kartoffelbau von der Umsetzung vielgliedriger Fruchtfolgen zur Prävention von Schadereignissen. Dennoch müssen sich Betriebe gerade in den traditionellen Zentren der Kartoffelerzeugung immer wieder mit Schädlingen wie den Larven von Schnellkäfern („Drahtwürmer“) oder dem Kartoffelkäfer auseinandersetzen. Die Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) befällt regelmäßig die Kartoffelpflanzen, vor allem Zeitpunkt und Intensität des Befalls sind dabei entscheidend für die Auswirkungen auf die Betriebsergebnisse. Gerade bei der Prävention und Bekämpfung der *Phytophthora* konnten in den letzten Jahren wesentliche Fortschritte erzielt werden (z. B. durch konsequentes Vorkeimen der Pflanzkartoffeln), so dass der Einsatz kupferhaltiger Pflanzenbehandlungsmittel im ökologischen Kartoffelbau deutlich abgesenkt werden konnte. Das auch im Kartoffelbereich ausgesprochen schwierige Anbaujahr 2016 hat jedoch auch sehr deutlich aufgezeigt, dass nach wie vor erheblicher Bedarf an der Weiterentwicklung von Strategien zur Gesunderhaltung von Öko-Kartoffeln besteht.

Hopfen

Hopfen wird erst seit vergleichsweise kurzer Zeit ökologisch erzeugt, die ersten Betriebe in Deutschland stellten erst in den 80er Jahren auf ökologische Bewirtschaftung um. Angesichts der sehr geringen Zahl von Betrieben ist der ökologische Hopfenbau in besonderem Maße von der Problematik betroffen, dass die Entwicklung von Pflanzenschutzinstrumenten für diesen Nischenbereich für die einschlägigen Unternehmen kein attraktives Marktsegment darstellt. Mit Unterstützung durch die Hopfenforschung an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) wird deshalb seit einigen Jahren an der Entwicklung und Optimierung eigenständiger Pflanzenschutzstrategien gearbeitet. Dabei steht bisher die Minimierung des Kupfereinsatzes, die Suche nach Alternativen zum bisher als Pflanzenstärkungsmittel genutzten Kaliumphosphonat sowie die Erprobung verschiedener Pflanzenbehandlungsmittel und Nützlinge zur Bekämpfung von Blattläusen und Spinnmilben im Vordergrund.

Ackerbau

Auch im Ackerbau geraten Pflanzenschutz-Fragen zunehmend in den Fokus. Zwar werden im Ökologischen Ackerbau schon allein aus Kostengründen nur wenige Akutbehandlungen mit Öko-Pflanzenbehandlungsmitteln durchgeführt. Dennoch oder gerade deshalb sind Faktoren wie die Konkurrenz durch Unkräuter oder auch Fraßschäden durch Arthropoden oder Kleinsäuger ein wichtiger Faktor, der zu der ausgeprägten Differenz in den Erträgen zwischen ökologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben in diesem Bereich beiträgt. Die Sorge vor Ertragsdefiziten oder unplanbaren Ertragschwankungen spielt insbesondere für die Entscheidung bisher konventionell bzw. integriert wirtschaftender Ackerbaubetriebe für oder gegen eine Umstellung auf den Ökologischen Landbau eine wichtige Rolle. Dies gilt auch für die gesellschaftlich und politisch erwünschte und von der Praxis angestrebte Steigerung der einheimischen Eiweißpflanzenproduktion. Gerade die für die menschliche und tierische Ernäh-

rung besonders attraktive Sojabohne kann aufgrund ihrer Empfindlichkeit gegenüber Herbiziden auch in der konventionellen Landwirtschaft nicht mit herkömmlichen Pflanzenschutzstrategien angebaut werden. Hier können Ansätze aus dem Ökolandbau also direkt auch für integriert wirtschaftende Betriebe hilfreich und nutzbar sein. Neue Herausforderungen für den ökologischen Ackerbau ergeben sich auch aus dem Auftreten von invasiven Arten wie z. B. der hochallergenen Ambrosia. Auch im Grünlandbereich gibt es trotz technologischer Fortschritte z. B. weiterhin Herausforderungen, durch tiefwurzelnde Unkräuter wie Ampfer. Für die ökologische Regulierung solcher Schadorganismen konnten bisher mangels geeigneter Ressourcen keine systematischen Strategien entwickelt werden.

3. Material und Methoden

Als zentrales Instrument des Projektes dienten der regelmäßige Austausch zwischen Projektkoordination und Spartenkoordinatorinnen. Dieser liebevoll „Interkultureller“ Austausch fand mindestens einmal jährlich für das gesamte Projektteam in Präsenz statt – während der Corona-Pandemie digital. Hier wurden spartenspezifische, aber auch spartenübergreifende Themen besprochen, Handlungsbedarf und Projektvorhaben definiert. Ansonsten wurde über die jeweiligen Projektjahre der Austausch Anlassbezogenen wurden immer wieder einzelne Fachgespräche zu Themen wie RNAi im Pflanzenschutz, Digitalisierung, Vorratsschutz im Öko-Landbau oder ähnliche organisiert.

Gleichzeitig konnte das Projekt durch sein agiles und dynamisches Design schnell neue Themenfelder inkorporieren. So führten die Diskussionen innerhalb des Projektteams rund um die Sicherstellung der Verfügbarkeit von Pflanzenbehandlungsmitteln für den Öko-Landbau zu einem intensivierten Austausch mit Herstellerfirmen und auch den an der Zulassung beteiligten Behörden, allen voran dem BVL. Mit dem Fokus auf einige spezifische Stoffe wurde unter anderem Quassia als langstehende Kandidatin für eine Grundstoffzulassung intensiv diskutiert. Dank einer bewilligten Aufstockung war es dann im Rahmen des Projektes auch möglich notwendige Daten mit Studien zu generieren und damit den Grundstoffantrag dank dieser Förderung substantiell vorangebracht. Auch konnte so der Prozess des Grundstoffantrags gemeinsam mit den bereits durch die Quassia Task Force engagierten Consultants intensiv zu begleitet werden.

4. Ausführlich Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

4.1. Netzwerkauf- und -ausbau

Durch den intensivierten Austausch hinsichtlich der Gesunderhaltung von Pflanzen im Ökolandbau innerhalb und vor allem auch zwischen den Kultursparten hat sich ein guter Kreis an Expertise gebildet, welcher auch als solcher von Akteuren außerhalb der Netzwerke, bspw. Behörden wahrgenommen wurde.

4.2. Strategiepapiere zur Weiterentwicklung von Gesunderhaltungsstrategien von Pflanzen im Öko-Landbau

Ein Kernziel des Projektes war es im Sektor abgestimmte Strategiepapiere für die einzelnen Kultursparten zu entwickeln. Diese Strategiepapiere sollten zum einen den wichtigsten Handlungsbedarf und Herausforderungen hinsichtlich der jeweiligen Kulturen darstellen, als auch Lösungsansätze dazu vorbringen.

Die Strategien wurden am 10. März 2020 mit Vertreterinnen aus Wissenschaft, Praxis und Behörden in Fulda diskutiert. Die Ergebnisse des Workshops fanden Einzug in die Strategie-



Abbildung 1 Impressionen des Workshops am 10.03.2020 in Fulda

papiere und wurden innerhalb der Sparten abgestimmt.

Als zentrales Ergebnis dieses Projektes finden sich die Strategiepapiere hier in voller Länge. Sie sind außerdem unter www.boelw.de/pflanzengesundheit einzeln abrufbar.

4.2.1. Strategiepapier zur Weiterentwicklung der Strategien zur Gesunderhaltung von Pflanzen im ökologischen Ackerbau

4.2.1.1. Einleitung

Der ökologische Ackerbau in Deutschland basiert auf Fruchtfolgen, die Leguminosen beinhalten. Leguminosen können als Hauptfrucht, Zwischenfrucht und Untersaaten angebaut werden. Die Hauptfruchtleguminosen teilen sich auf in kleinkörnige Leguminosen in Form von Klee/Klee gras und Körnerleguminosen auf. Der Anbau von Hauptfruchtleguminosen gilt als unverzichtbar für die Gestaltung einer positiven Humus- und Stickstoffbilanz. Daneben ist der Anbau von Klee ein wichtiges Instrument zur Bekämpfung von Wurzelunkräutern, besonders von Disteln.

Stickstoff kann auch über Zukaufsdünger (z.B. Mist, Biogassubstrat, Haarmehlpellets) in das System eingebracht werden, so dass dadurch zum Teil der Anbau von Leguminosen reduziert wird oder diese sogar aus gänzlich aus der Fruchtfolge ausscheiden. Wenn Klee/Klee gras im Betrieb nicht über eine Tierhaltung genutzt werden können, hat sich in der Vergangenheit der Anreiz zum Anbau verringert. Viele viehlose und viehschwache Betriebe haben den Aufwuchs

gemulcht. Dies führt jedoch dazu, dass die Stickstofffixierleistung der Leguminosen nicht optimal ausgenutzt werden. Hier wurden Systeme entwickelt (Transfer, Silage, Trocknung), die das System verbessert haben.

Bei vielen langjährig ökologisch wirtschaftenden Ackerbaubetrieben wurden anfangs zu viele Leguminosen angebaut. Dies hat Probleme mit bodenbürtigen Krankheiten erzeugt. Am meisten war davon die Sommererbse betroffen, in Gegenden mit höheren Niederschlagsmengen auch die Ackerbohne und Kleearten.

Ackerbaubetriebe mit guten Bodenqualitäten können Feldgemüse, Zuckerrüben, Kartoffeln oder andere Hackfrüchte in die Fruchtfolge einbauen. Betriebe mit schlechten Bodenqualitäten haben diese Möglichkeit nicht.

Durch die höheren Temperaturen konnten in den letzten Jahren mehr wärmeliebende Kulturen in den Ackerbau integriert werden. Wichtigster Gewinner ist dabei die Sojabohne, bei der es zusätzlich noch Zuchtfortschritte in Richtung Frühreife gab.



Abbildung 2: "Knöllchenbakterien an der Ackerbohne." Bild von Jonathan Kern.

4.2.1.2. Pflanzengesunderhaltungsstrategien im ökologischen Ackerbau

Das zentrale Element im ökologischen Ackerbau ist die Fruchtfolge. Durch das niedrigere Stickstoffniveau des Ökolandbaus und die damit verbundenen geringeren Bestandsdichten treten viele aus dem konventionellen Landbau bekannte Probleme, z.B. Echter Mehltau in Getreide, kaum auf. Da im ökologischen Ackerbau Deutschlands attraktive Ölfrüchte weitgehend fehlen, sind Fruchtfolgen in Betrieben ohne Hackfrucht oft tendenziell zu reich an Leguminose- und Getreidearten.

Dennoch sind größere Probleme bisher, außer bei Erbsen, ausgeblieben. Probleme mit bodenbürtigen Krankheiten bei Getreide sind selten. Eine Lösung des Problems sind weitere Anbauabstände und der Ersatz von sensiblen Kulturen durch robustere, z.B. Ackerbohne statt Erbse.

Ein weiteres Kriterium ist die Sortenwahl. Eine Sorte sollte keine ausgeprägte Schwäche in einer Krankheit, z.B. Rost, haben. Auf der anderen Seite sind die im konventionellen Landbau oft beworbenen sehr hoch resistenten Sorten im Ökolandbau nicht notwendig. Sorten mit

Schwächen in einer Krankheit können in einer Sortenmischung oder Population mit robusteren Sorten kombiniert werden. Ausnahme in diesem Bereich ist das Auftreten von bodenbürtigem Weizensteinbrand oder Zwergsteinbrand, der nur mit dem Anbau von resistenten Sorten beherrscht werden kann. Auch weitere samenbürtige Krankheiten wie Flugbrand erfordern resistente oder tolerante Sorten. Das Auftreten von neuen Krankheiten, z.B. Gelbrost oder *Ramularia*, ist auch für den Ökolandbau relevant.

Neben dem niedrigeren Stickstoffniveau kann auch der Saattermin das Auftreten von Krankheiten begrenzen. Die im konventionellen Landbau praktizierten Frühsaaten von Wintergetreide im September sind daher im ökologischen Ackerbau zu vernachlässigen.

Ackerbaukulturen, in denen Pflanzenschutzmittel zum Einsatz kommen könnten, sind Raps (tierische Schädlinge), Zuckerrüben (tierische Schädlinge in der Jugendentwicklung), Mais (Zünsler), Soja (Distelfalter) und Ackerbohnen (Läuse).

Gegen „Allerwelterreger“ wie *Pythium* oder *Rhizoctonia* könnte durch den Einsatz von Komposten dessen suppressive Effekte genutzt werden.

In der Saatgutbehandlung gibt es Pflanzenstärkungsmittel und natürliche Pflanzenschutzmittel auf Basis des Bakteriums *Pseudomonas chlororapis* gegen Steinbrand bzw. andere samenbürtige Krankheiten am Korn. Der Einsatz hält sich aber in Grenzen, da zum einen andere Verfahren wie mechanisches Bürsten verfügbar sind und zum anderen keine Wirkung gegen Erreger aus dem Boden besteht.

4.2.1.3. Herausforderungen

Leguminosenmüdigkeit – bodenbürtige Krankheiten bei Leguminosen

Die Ursachen für das Auftreten von „Leguminosenmüdigkeit“ sind in der Regel bodenbürtige Krankheiten, in selteneren Fällen ein Mangel an Nährstoffen. Das Auftreten von diesen Krankheiten ist stark von den klimatischen Rahmenbedingungen abhängig. Feuchtere Bedingungen, besonders im Frühjahr, scheinen das Auftreten von bodenbürtigen Krankheiten zu fördern. Bei Luzerne und Klee können Symptome von Leguminosenmüdigkeit auch häufig von Nährstoffmangel, z.B. bezüglich Schwefel, ausgelöst sein. Generell können eine unzureichende Nährstoffversorgung und damit schwächere Entwicklung der Pflanzen den Befall mit Krankheitserregern begünstigen.

Die am stärksten und häufigsten betroffene Leguminose ist die Körnererbse. Sie kann sowohl von erbsenspezifischen Erregern (*Ascochyta*-Komplex mit *Phoma* und *Mycosphaerella*) und unspezifischen Erregern (Fusarien, *Rhizoctonia*, *Pythium*) befallen werden. Bei Ackerbohnen und Lupinen spielen Fusarien die größte Rolle. Bei Sojabohnen kann bei zu enger Fruchtfolge *Sclerotinia* auftreten, auch in Verbindung mit dem Anbau von Sonnenblumen. Klee kann von Kleekrebs und Anthracnose befallen werden.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Die wichtigste Methode zur Vermeidung von bodenbürtigen Krankheiten ist das Einhalten der Anbauabstände. Während über den Abstand der Kultur zu sich selbst weitgehend Klarheit besteht, ist der Einfluss von anderen Leguminosen als Hauptfrucht und Zwischenfrucht bisher nur wenig erforscht. Erste Ergebnisse zeigen einen relativ geringen Einfluss einer Lupinen-Zwischenfrucht auf die Erbsen- Hauptfruchtⁱ. Rotklee hingegen scheint einen negativen Einfluss zu habenⁱⁱ.

Die Pflanzenzüchtung könnte tolerantere Sorten hervorbringen^{iii,iv}, aber die Selektion auf tolerantere Sorten wird bisher nur sehr wenig betrieben.

Kompost kann das Auftreten von Pythium und Rhizoctonia reduzieren. Bei Fusarien kann aber auch eine fördernde Wirkung des Schadpilzes eintreten^v. Hier wäre eine Beschreibung der Kriterien für Komposte mit phytosanitärer Wirkung hilfreich. Auch die Optimierung der Kompost-Applikation im Saatbereich zur Infektionsminimierung wäre eine gewinnbringende Maßnahme.

Pilzkrankheiten an Getreide

Pilzkrankheiten an Getreide spielen keine große Rolle, wobei veränderte Rahmenbedingungen, z.B. die neuen Gelbrostrassen, auch den ökologischen Ackerbau betreffen. Zur Vermeidung von Fusarien gelten die gleichen Anforderungen wie in der konventionellen Landwirtschaft, wobei der Maisanteil in den ökologischen Fruchtfolgen in der Regel weit geringer ist. Bei Roggen, Triticale und inzwischen auch Weizen kann Mutterkorn auftreten.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Über eine ausgewogene Fruchtfolge und die Wahl einer nicht zu anfälligen Sorte sollte das Problem der Pilzkrankheiten in Getreide gering sein. Es ist gleichsam wichtig, dass die züchterische Arbeit weiter fortgesetzt wird, um mit der Evolution der pilzlichen Erreger mithalten zu können. Guter Wissenstransfer gerade auch an Umstellungsbetriebe ist wichtig. Resistenzen gegen Ramularia wären eine zusätzliche züchterische Errungenschaft.

Samenbürtige Krankheiten an Getreide und Körnerleguminosen

Es sind erste Weizensorten mit Resistenzen gegen Steinbrand, Zwergsteinbrand und Flugbrand erhältlich, allerdings nur im Bereich der hohen Backqualitäten und damit eher niedrigen Erträgen.

Da die Sporen des Weizensteinbrandes nur einige Jahre im Boden überleben, kann das Problem auch durch eine Anbaupause von anfälligen Sorten entschärft werden.

Zwergsteinbrandsporen hingegen überleben bis zu 10 Jahre oder länger im Boden, ist die Regulierung über Anbaupausen weniger gut möglich.

Brisanter ist das Problem des Gerstenflugbrandes, der bei langjährigem Nachbau unweigerlich auftritt. Hier gibt es zwar auch Resistenzquellen, aber es sind nur sehr wenige Sorten erhältlich. Flugbrand ist rein samenbürtig. Die Flugbrände sind auch bei Weizen und Hafer zu nennen, bauen sich dort aber wesentlich langsamer auf.

Die samenbürtige Krankheit Anthracnose hat den Anbau der Weißen und der Gelben Lupine fast zum Erliegen gebracht. Samenbürtige Krankheiten bei anderen Leguminosen können auftreten, haben aber bisher beim Einsatz von Z-Saatgut keine größeren Probleme verursacht.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Weiterführend wäre die Züchtung von resistenten und toleranten Sorten.

Die Krankheiten Steinbrand und Zwergsteinbrand machen jedes Jahr Probleme, obwohl die Vorbeugungsstrategien bekannt sind. Hier bedarf es zusätzlichen Wissenstransfer und entsprechende Sensibilisierung in Anbau und Beratung. Gegen Gerstenflugbrand wäre die Entwicklung von weiteren Resistenzen oder einer wirksamen Saatgutbehandlung sehr willkommen. Alle Projekte und Versuche dazu sind bisher gescheitert.^{vi}

Sorten mit Resistenzen gegen den Haferflugbrand befinden sich derzeit im Aufbau.

Gegen Anthracnose konnten tolerante Sorten der Weißen Lupine entwickelt werden^{vii}.

Systemwirkungen im Ackerbau

Bisher gibt es zu wenige Erkenntnisse über die Breite der Systemeffekte im ökologischen Ackerbau. Systemische Forschung ist ein Thema für den gesamten Ökolandbau. Dazu gehören neben der Forschung zu Fruchtfolgen (bspw. Anbaupausen zwischen verschiedenen Leguminosenarten, s.o.) bspw. auch Synergieeffekte zwischen Tierhaltung und Ackerbau. Beispielsweise bedingt Tierhaltung meist einen höheren Klee grasanteil in Fruchtfolgen sowie eine Rückführung von Wirtschaftsdünger mit vielen Aminosäuren, Strohabfuhr und ggf. mit besseren Zwischenfruchtergebnissen.

In der Summe wären als Systemwirkung im Gemischtbetrieb zu erwarten: perkolationsstabilere Böden, bessere Wasserspeicherfähigkeit, weniger Nitrat im Unterboden (durch den Tiefwurzler Luzerne), höhere Ertrags- und Qualitätsstabilität.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Erforschung des Anbausystems Ackerbau mit Tierhaltung auf Synergieeffekte, mit besonderem Blick auf die Wertigkeit des Wirtschaftsdüngers und dessen Effekte auf ein gesundes Anbausystem.

Auch über die Einflüsse der Biodiversität auf das System ökologischer Ackerbau, z.B. Beikräuter, Landschaftselemente, Blühstreifen, gibt es zu wenig Erkenntnisse.

Tierische Schädlinge

Verschiedene Schädlinge an Raps

Verschiedene tierische Schädlinge an Raps können bis hin zum Totalschaden führen. Die tierischen Schädlinge sind der Hauptgrund dafür, dass nicht mehr Öko-Raps angebaut wird.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Da auch die konventionelle Landwirtschaft große Probleme mit tierischen Schädlingen in Raps hat, scheint die Entwicklung eines Öko-Pflanzenschutzmittels nur eine begrenzte Option zu sein, zumal mehrere Schädlinge auftreten, z.B. Raps glanzkäfer, Kohltriebrüssler. Ein Problem ist der insgesamt hohe Umfang von Raps in vielen Regionen, welcher die Populationen von Schädlingen dauerhaft in der Region verankert. Eine Möglichkeit könnte die Züchtung von Ölpflanzen mit besserer Eignung für den Öko-Landbau sein, z.B. Leindotter, Winterrüben oder ggf. auch Hanf. Für Hanf bestünde auf Grund der rechtlichen Begebenheiten in Deutschland die Herausforderung, dass züchterische Arbeit im Ausland erfolgen müssten. Jüngste Versuche im konventionellen Anbau, mit einem durch weggefallene Zulassungen reduziertem Spektrum von Insektiziden, deuteten auf gute Erträge trotz Befall hin, sofern eine rasche Bestandsentwicklung erzielt werden konnte. Mit den neuen Begebenheiten im konventionellen Rapsanbau mit reduzierter Pflanzenschutzauswahl bietet sich in diesem Bereich insbesondere ein Wissenstransfer an. Bei Raps scheint es auch regional große Unterschiede in Handlungsoptionen zu geben. Zum einen ist Raps aufgrund hoher Nachfrage und Fruchtfolgegestaltung eine hoch interessante Kultur, zum anderen eine häufig anspruchsvolle Kultur.

Erdflöhe in Raps/Zuckerrüben/Lein/Leindotter

Erdflöhe können bei Trockenheit und warmer Witterung in der Jugendentwicklung zu großen Verlusten führen.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Es sind keine Bekämpfungsmöglichkeit bekannt. Hier bedarf es vor allem Grundlagenforschung, um Anbausysteme so gestalten zu können, dass sie einem vermehrten Vorkommen des Erdflöhs bestmöglich vorbeugen können.

Blattläuse

Blattläuse in Ackerbohnen, Erbsen, evtl. anderen Leguminosen und Zuckerrüben. Ein frühes Auftreten von Blattläusen kann mit Seifenmitteln behandelt werden. Am deutlichsten sichtbar und schädlich kann die koloniebildende Schwarze Bohnenlaus an Ackerbohnen sein. Probleme können aber auch mit einem geringeren Befall mit Blattläusen, z.B. mit der Grünen Pfirsichblattlaus, durch die Übertragung von Viren und Nanoviren bereiten. Zuckerrübenschläge, die mit BMV (Milden Vergilbungsvirus) oder BYV (Nekrotischen Vergilbungsvirus) befallen sind, reagieren mit geringeren Zuckergehalten.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Von zentraler Wichtigkeit ist der Aufbau von Nützlingspopulationen, die den Befall durch Blattläuse oft frühzeitig ausreichend reduzieren können. Hier kann die Optimierung von Nützlingshabitaten in Form von Blühstreifen oder aber auch durch Strukturen im Feld durch entsprechende Forschung vorangetrieben werden. Eine Bekämpfung durch verschiedene Mittel ist bei drohenden erheblichen Ertragsausfällen theoretisch möglich, zu beachten ist allerdings, dass für Leguminosen und auch Zuckerrüben allein die Kali-Seife eine Zulassung für die Anwendung gegen Blattläuse hat. Sollten sich Probleme mit Blattläusen künftig mehren, muss erwogen werden, ob es alternativer Regulierungsmöglichkeiten bedarf. Vor allem mit Blick auf die Vektorfunktion von Blattläusen für Nanoviren, ist dies ein wichtiger Punkt.

Ackerbohnen- und Erbsenkäfer

Der Befall mit Ackerbohnen- (*Bruchus rufimanus*) und Erbsenkäfern (*Bruchus pisorum*) kann die Verwendung als Saatgut verhindern, da sich in Z-Saatgut keine lebenden Käfer befinden dürfen. Der Befall kann auch die Keimfähigkeit beeinträchtigen^{viii}. Bohnen und Erbsen mit größerem Umfang an Lochfraß können nicht für die menschliche Ernährung vermarktet werden.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Während der Ackerbohnenkäfer große Distanzen zurücklegen kann, ist der Radius des Erbsenkäfers geringer^x. Ein weiträumiger Wechsel der Felder ist daher nur begrenzt erfolgreich. Eine direkte Bekämpfung hat bisher keinen Erfolg gehabt und ist auch in der konventionellen Landwirtschaft nur begrenzt erfolgreich. Die Verwendung von Z-Saatgut verhindert, dass versehentlich im Korn verbliebene, später schlüpfende Käfer ausgesät werden. In einem neuen Versuch mit Lagererzwespen konnte eine Parasitierung der Larven nachgewiesen werden. Ob die Wirkung im Freiland ausreicht, muss sich zeigen^x.

Kleespitzmäuschen

In der Kleesamenvermehrung kann die Larve des Kleespitzmäuschens (*Protapion apricans*) zu erheblichen Fraßschäden führen. Bis zu 100 Eier legt ein adultes Weibchen im Juni direkt in die noch grünen Köpfchen des Rotklee. Das Ausmaß der Schäden ist allerdings bisher nicht bekannt.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Eine erprobte Maßnahme ist ein später Schnitt nach Ablage der Eier mit anschließender Silagenutzung. Dies führt allerdings auch zu einem späteren Erntetermin. Ein weiterer Ansatz könnte die Anlage von Ablenkungsstreifen sein, um die Eiablage außerhalb der Kleefläche zu verorten.^{xi}

Blattrandkäfer

Die Blattrandkäfer fressen im zeitigen Frühjahr an den Blättern von Fein- und Grobleguminosen. Während der Gestreifte Blattrandkäfer (*Sitona lineatus*) an allen Leguminosen frisst, ist der Lupinenblattrandkäfer (*Sitona gressorius* und *Sitona griseus*) auf die Lupine spezialisiert. Dabei kommt es in Einzelfällen bei Lupinen unter trockenen Bedingungen zu größeren Schäden. Die nachtaktiven Käfer sind eher selten sichtbar, aber die Aktivitäten sind durch runde Kerben am Blattrand zu sehen. Von Mai bis Juli werden bis zu 1.000 Eier pro Weibchen gelegt. Die größere Problematik als der oberirdische Fraß besteht darin, dass die Larven in den Boden wandern und dann an den Wurzelknöllchen fressen. Damit wird die Stickstoffsammlung der Leguminose vermindert und es entstehen Eintrittspforten für bodenbürtige Krankheitserreger.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Eine direkte Bekämpfung des Blattrandkäfers (*Sitona lineatus*) hat bisher keinen Erfolg gehabt und ist auch in der konventionellen Landwirtschaft nur begrenzt erfolgreich. Der Befall an den Blättern muss nicht mit dem Befall der Knöllchen korreliert sein. In einem Forschungsprojekt zum Lupinenblattrandkäfer (*Sitona gressorius* und *Sitona griseus*) wurden verschiedene Regulierungsmaßnahmen erprobt^{xii}. Die Behandlung mit Mitteln mit Azadirachtin, Pyrethrine und dem insektenpathogenen Pilz *Beauveria bassiana* in Lupinen brachte keine signifikanten Ertragsunterschiede. In der Methode des Trap-controlling wurden Fangstreifen mit anfälligen Sorten angelegt. Die Fangstreifen zeigten tatsächlich geringeren Ertrag, trotzdem konnte keine ausreichende Regulierung erzielt werden.

Vogelfraß

In verschiedenen Kulturen, besonders Mais und Soja, aber auch an Sonnenblumen und Erbsen, gibt es immer wieder Verluste durch Krähen- und Taubenfraß. Die Vögel fressen die Körner oder die jungen Keimlinge.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Maßnahmen gegen Vögel an Jungpflanzen helfen nur einen kurzen Zeitraum, meist etwa einen Tag. Sie sind entweder akustisch oder optisch. Das kann bei wüchsigem Wetter reichen, damit die Jungpflanzen aus der kritischen Phase herauswachsen. Saatgutbehandlungsmittel wie in der konventionellen Landwirtschaft haben bisher keine wiederholbare Wirkung gezeigt. Es bedarf neuer Abschreckungsansätze, idealerweise mit ausreichend abwechselnder Schreckfunktion, um einer Gewöhnung vorzubeugen.



Abbildung 3: "Lückiger Mais aufgrund von Krähenschäden." Bild von Jonathan Kern.

Nanoviren und andere Viren

Nanoviren verursachten insbesondere 2016 an verschiedenen Körnerleguminosen größeren Schaden. Überträger war hauptsächlich die Grüne Pfirsichblattlaus. In den Folgejahren waren Nanoviren und weitere Viren weiterhin zu beobachten, aber die Schäden blieben begrenzt.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Nach dem Auftreten der Nanoviren im Jahr 2016 hat die Forschung an diesem Thema begonnen. Für die Ausbreitung ist die Bekämpfung der Blattläuse von zentraler Bedeutung, siehe oben. Es wurden Sortenunterschiede bezüglich der Stärke des Befalls an der Ackerbohne festgestellt^{xiii}.

Schnecken

Schnecken können unter anderem in Raps, Sonnenblumen, neu angesäten Futterleguminosen und Zuckerrüben Fraßschäden anrichten. Behandlung mit Eisen-III-Phosphat-haltigem Schneckenkorn ist möglich und zuverlässig wirksam.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Kein besonderer Handlungsdruck.

Zusätzliche Schädlinge bei Zuckerrüben

Pflanzenausfälle durch Moosknopfkäfer sind vor allem in Unterfranken ein Thema. Wichtig ist, für eine zügige Jugendentwicklung der Rübe zu sorgen sowie Anbaupausen strikt einzuhalten. Dennoch sind teils Neusaaten nötig. Eher selten treten Erdschnakenlarven auf. Der Anbau direkt nach Klee grasumbruch ist hierfür der Hauptgrund. Es hat sich bewährt die Zuckerrübe in der Fruchtfolge an zweiter oder dritter Stelle nach Klee gras mit der Vorfrucht Getreide zu stellen. Die Feldwaldmaus, die nach der Saat Rübenpillen aus dem Boden holt und knackt, tritt in manchen Jahren auf. Dies führt meist zum Ausfall ganzer Reihen, die nachgesät werden müssen. Sitzstangen für Greifvögel und/oder Ablenkfütterung (Sonnenblumen, Gerste) haben sich bewährt. Hier bleibt die Beobachtung wichtig, um rechtzeitig Maßnahmen ergreifen zu können.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Kein besonderer Handlungsdruck.

Beikräuter

Die meisten ökologischen wirtschaftenden Landwirte haben in Getreide und Körnerleguminosen keine größeren Probleme mit Unkräutern. Durch die Kombination der präventiven Maßnahmen aus Fruchtfolge, Kleeerasanbau, Bodenbearbeitung, geeigneten Sorten und mechanischer Unkrautbekämpfung bleibt die Verunkrautung meistens in einem vertretbaren Rahmen. Bei den Wurzelunkräutern ist der Ampfer die Art, die am häufigsten Probleme verursacht, noch deutlich vor Disteln, Winden und Quecken. In Fruchtfolgen mit hohen Anteilen an Winterungen ist der Ackerfuchsschwanz das häufigste Problem. Dennoch breiten sich bei einigen Betrieben einzelne Arten von Unkräutern aus, ohne dass es dafür immer eine Erklärung gibt. Hederich und Ackersenf werden auf einigen Betrieben ein zunehmendes Problem, ebenso Kornblume, Ackerschachtelhalm und Ackerhohlzahn. Daneben kommt es durch den Klimawandel zur Etablierung von neuen Arten. Hier wären Schwarzer Nachtschatten, Stechapfel, Ambrosia und Erdmandel zu nennen, die in Südosteuropa und den USA große Probleme im Öko-Landbau bereiten. Anders stellt sich das Problem der Beikräuter in Hackkulturen wie Zuckerrüben dar. Hier sind natürlich alle Innovationen, die zu einer Verringerung von Handarbeit führen, willkommen.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Es gibt ausreichende Erkenntnis darüber, welche Ackerbegleitflora aus Anbausicht problematisch ist und welche toleriert werden kann oder sich auch im Hinblick auf Nützlings- und Biodiversitätsförderung besonders positiv auswirken. Hier ist guter Wissenstransfer nötig und vereinzelt eine größere Toleranz für Beikräuter. Hinsichtlich der Etablierung neuer Unkrautarten durch die Klimaveränderung ist ein frühzeitiger Wissenstransfer unter Einbezug der Erfahrungen und Erkenntnisse aus anderen Regionen sinnvoll. Auch die Digitalisierung mit Hilfe von Sensoren zur Erkennung von Begleitflora könnte hier ggf. die Regulierung auf tatsächlich ertragsrelevante Unkräuter reduzieren.



Abbildung 4: "Striegel in Weißer Lupine." Bild von Jonathan Kern.

Vorratsschutz

Durch den Klimawandel bekommt das Thema Vorratsschutz immer mehr Bedeutung, da verschiedene Schädlinge schon im Herbst auftreten oder sogar schon im Feld. Neue Lösungen sind dabei notwendig.

Biodiversitätsförderung

Die Landwirtschaft ist mitverantwortlich für den Biodiversitätsverlust in Deutschland, daher muss, die biologische Artenvielfalt in der Agrarlandschaft erhöht werden. Durch seine Gesunderhaltungsstrategien ohne chemisch-synthetischen Pflanzenschutz und komplett ohne Herbizide, weiter Fruchtfolgen und einem maßvollen Nährstoffmanagement ist der Ökolandbau hinsichtlich des Erhaltes und Schutz der Artenvielfalt schon eine wichtige Maßnahme an sich^{xiv}. Hinsichtlich der Vernetzung der Strukturelemente gibt es noch großes Potenzial, durch diese kann Artenvielfalt gewonnen werden. Werden Grenzflächen größer, bieten sie mehr Lebensraum für Säugetiere, Reptilien und Insekten. Die unter Beikräuter erwähnte, größere Toleranz und einen effizienten Umgang mit Ackerbegleitflora können hier weiterhin zu einer guten Ackervielfalt beitragen.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Forschung hinsichtlich funktioneller Biodiversität gibt es ausreichend, im Hinblick auf eine gezielte Förderung der Artenvielfalt. Daten über die tatsächliche Umsetzung und Praktikabilität von Blühstreifen gibt es dagegen wenige. Eine Chance wäre hier, die Praxis in der Nutzung solcher Strukturelemente wie Tümpel, Brachen, Steinwälle und Säumen zu unterstützen. Die Maßnahmen gehen einher mit der Erforschung der Sensoren und digitalen Tools zur Erkennung von ertragsrelevanter Begleitflora und der Regulierungsmaßnahmen der Unkräuter. Forschungsrelevant wäre im Ackerbau noch, spezifisch ausgewählte Beipflanzen zu verwenden, die spezifische Nützlinge anziehen, die in der Folge bekannte Schädlinge der Hauptkultur reduzieren. Durch das gezielte Anlegen von Gehölzstreifen in Form eines Agroforstsystems können Habitate vernetzt werden, um unter anderem Nützlinge zu fördern und gleichzeitig den Ackerstandort verbessern.

4.2.2. Strategiepapier zur Weiterentwicklung der Strategien zur Gesunderhaltung von Pflanzen im ökologischen Kartoffelbau

4.2.2.1. Einleitung

Für viele Betriebe des Ökologischen Landbaus sind die Kartoffeln eine zentrale Kultur im Ackerbau. Kartoffeln werden für die Direktvermarktung angebaut sowie für die Vermarktung in den LEH.

In Deutschland werden auf 10.100 ha Kartoffeln im Ökologischen Landbau angebaut (Stand 2019, Quelle BÖLW). Es gibt keine genauen Auswertungen über die Verteilung der Fläche in die Bereiche Speise-, Verarbeitungs- und Pflanzkartoffeln. Im Gegensatz zum konventionellen Kartoffelanbau ist der Anbau von Stärkekartoffeln unbedeutend. Auch der Anbau von Verarbeitungskartoffeln ist im Verhältnis zum konventionellen Kartoffelanbau von geringerer Bedeutung. Schätzungsweise 10-15 % der Ökokartoffeln werden als Verarbeitungskartoffeln angebaut (Pommes, Chips, Püree usw.). Der Anbau von Pflanzkartoffeln hat eine größere Bedeutung. Ein großer Teil der im Ökolandbau verwendeten Pflanzkartoffeln kommen aus ökologischer Erzeugung (Vermehrung von Basis- zu Z-Kartoffeln).

Flächenmäßig die größte Bedeutung hat im Ökoanbau die Erzeugung von Speisekartoffeln. Das größte Segment ist hierbei der Anbau von festkochenden Kartoffeln für den LEH. Die Kartoffeln werden in Abpackbetrieben gewaschen und in Kleinpackungen verkauft. In der Direktvermarktung ist das Sortiment der angebauten Sorten deutlich breiter. Für die Schälung von Kartoffeln als Speisekartoffeln für Großverbraucher werden Kartoffeln z.T. gezielt angebaut oder es werden Partien mit optischen Mängeln (z. B. Schorf) aus dem Speisebereich verwendet.

Kartoffeln werden auf vielen verschiedenen Standorten angebaut. Begrenzend für den Anbau ist auf Trockenstandorten und Sandböden die Wasserversorgung und auf tonhaltigen Böden eine schlechte Siebfähigkeit.

4.2.2.2. Pflanzengesunderhaltungsstrategien im ökologischen Kartoffelbau

Ein wesentliches Element für die Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau ist die Einhaltung einer ausreichend weiten Fruchtfolge. Kartoffeln werden i.d.R. alle 4-5 Jahre angebaut. Der Anbau der Kulturen in einer Fruchtfolge mit Kartoffeln wird meist so gewählt, dass die Kartoffeln optimale Wachstumsbedingungen haben. So können eine Reihe von potenziellen Krankheiten bzw. Schaderregern in ihren negativen Auswirkungen begrenzt werden.

Durch die zunehmenden milden Winter und den daraus resultierenden Durchwuchs-kartoffeln in Jahren nach dem Fruchtfolgeglied Kartoffel, kann in einigen Fällen der positive Effekt der Fruchtfolge unterwandert werden, da sich so Populationen von Schaderregern in der Fläche halten können.

Anders als in anderen Ackerbaukulturen, gibt es im ökologischen Kartoffelbau einige Situationen, welche den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln erforderlich machen. Dies sind allen voran Kupferbasierte Fungizide gegen die Kraut- und Knollenfäule und naturstoffliche Insektizide mit den Wirkstoffen Azadirachtin (Extrakt aus den Samen des Neembaums) und dem Mikroorganismus *Bacillus thuringiensis subsp. tenebrionis* zur Regulierung des Kartoffelkäfers.

4.2.2.3. Aktuelle Herausforderungen

Beikrautregulierung

Im System des ökologischen Kartoffelbaus werden zahlreiche Maßnahmen als Voraussetzung für eine erfolgreiche Beikrautregulierung ergriffen.

Stichwörter sind hier:

- weitgestellte Fruchtfolge mit ausreichendem Anteil an Winterungen,
- mäßige Stickstoffversorgung der Kartoffel,
- langfristige Bekämpfung von Wurzelbeikräutern vor dem Kartoffelanbau,
- Auswahl geeigneter Flächen mit max. mittlerem Beikrautdruck.
- Auswahl von Kartoffelsorten unter Berücksichtigung der Beikrautunterdrückung.

Es gibt eine breite Palette von Geräten zur mechanischen Beikrautregulierung (Striegel, Häufel, Hacken, Fräsen usw.) die in der Lage sind, die Flächen so zu pflegen, dass es keine Konkurrenz im Wachstum der Kartoffeln durch Beikräuter gibt. Entwicklungen in der GPS/RTK-Technik unterstützen den Einsatz der mechanischen Verfahren zur Beikrautregulierung.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Insgesamt ist festzustellen, dass im ökologischen Kartoffelbau eine ausreichende Beikrautregulierung während der Vegetation alleine mit mechanischen Verfahren möglich ist. Für eine Regulierung der Beikräuter, die sich nach dem Absterben des Kartoffellaubes entwickeln sind thermische Verfahren vorhanden.

Besonderer Handlungsbedarf

Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*)

Die Kraut- und Knollenfäule hat eine zentrale Bedeutung für die Erträge und Qualität im ökologischen Kartoffelbau.

Zur Vermeidung der negativen Auswirkungen der Kraut- und Knollenfäule werden verschiedene Maßnahmen ergriffen:

- Vorkeimen von Lagersorten
- Auswahl von Sorten mit Feldresistenz und Resistenz
- Lokale Trennung des Anbaus von Sorten mit unterschiedlicher Empfindlichkeit gegenüber der Kraut- und Knollenfäule
- Vermeidung des Anbaus in ausgesprochenen Befallslagen

Bei vielen Betrieben (insbesondere mit einem Betriebsschwerpunkt Kartoffeln) werden kupferhaltige Mittel zur Verminderung der Auswirkungen der Krankheit verwendet. Im Rahmen des Kupfermonitorings der Anbauverbände Bioland und Naturland werden jährlich Erhebungen zum Kupfereinsatz durchgeführt. Es ergeben sich danach Einsatzmengen Reinkupfer von 1,4 bis 2,2 kg/ha und Jahr im Kartoffelanbau (bezogen auf die behandelte Fläche) im Bezugszeitraum 2010 bis 2017, der Durchschnitt dieser Jahre beträgt 1,7 kg Kupfer je ha und Jahr. Die Ausbringung erfolgt in der Regel mit moderner Pflanzenschutztechnik. Die Betriebe nutzen meist Beratungsempfehlungen und Prognosemodelle.



Abbildung 5 Krautfäule (Wilfried Dreyer)

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Langfristiges Ziel der Kupferminimierungsstrategie ist es, dass die ausgebrachten Kupfermengen nicht höher sind als der Kupferentzug durch die angebauten Pflanzen innerhalb einer 4-5-jährigen Fruchtfolge. Die Anreicherung von Kupfer im Boden ist bei einer Kultur wie Kartoffel, die in einer Fruchtfolge angebaut wird, weit weniger problematisch als in den Dauerkulturen Hopfen, Wein und Kernobst. Um eine Verringerung des Kupfereinsatzes in Kartoffeln zu erreichen, müssen verschiedene Ebenen berücksichtigt werden.

Die größten Fortschritte in der Reduktion des Einsatzes von kupferhaltigen Mitteln in Kartoffeln sind durch einen langfristig steigenden Anteil an Sorten mit einer überdurchschnittlichen Feldtoleranz bzw. einer Krautfäuleresistenz zu erwarten. Solche Sorten haben derzeit einen steigenden Anbauanteil im Ökolandbau. Bei Sorten mit einer überdurchschnittlichen Feldresistenz sowie bei Sorten mit derzeit nur einem Resistenzgen ist zwar weiterhin der Kupfereinsatz erforderlich, allerdings in geringeren Mengen als bei empfindlicheren Sorten. Bei der Züchtung resistenter Sorten ist weiterhin ein erheblicher Forschungsbedarf vorhanden. Die relativ kurzen Forschungsprojektlaufzeiten von 3-4 Jahren reichen allerdings nicht aus, um entsprechende Zuchtfortschritte zu generieren. Als Positivbeispiel ist hier das niederländische

Bio-Impuls-Projekt^{xv} zu erwähnen, welches mit einer Laufzeit von jeweils 10 Jahren gerade in die zweite Projektlaufzeit geht.

Die Verwendung von Kartoffelsorten mit überdurchschnittlicher Feldresistenz bzw. mit einer Resistenz gekoppelt an ein oder mehrere Gene, muss in Sortenversuchen begleitet werden. Forschungsbedarf besteht in einem geeigneten Resistenzmanagement von Sorten mit einer Krautfäuleresistenz. Es besteht die Gefahr eines schnellen Durchbrechens der Resistenz. Hier muss z. B. mit dem verringerten Einsatz von Kupfermitteln aufgezeigt werden, wie in solchen Sorten Behandlungsstrategien erfolgen können. Weiterhin besteht die Gefahr, dass Sorten mit einer Krautfäuleresistenz Schwächen bei anderen relevanten Krankheiten (z. B. Alternaria) haben. Auch dies sollte in Anbauversuchen begleitet werden.

Die Witterung der vergangenen Jahre hat gezeigt, dass Prognosemodelle auf der Basis von zum Teil relativ weit entfernten Wetterstationen tendenziell an Aussagefähigkeit verloren haben, da es in der für die Kartoffeln in Bezug auf die Krautfäule kritischen Zeit (Mai, Juni, Juli) verstärkt zu lokalen Witterungssituationen kommt (örtliche Gewitter statt großräumig fallender Niederschläge). Die Nutzung von lokalen Wetterdaten von auf dem jeweiligen Hof installierten Wetterstationen integriert in Prognosemodell wie Öko-Simphyt-Plus wäre hier von Vorteil gegenüber den Daten von amtlichen Wetterstationen.

Problematisch ist bei der Krautfäule insbesondere das Auftreten von Primärinfektionen. Bei entsprechenden Bodentemperaturen und temporärer Wassersättigung im Boden kann auf latent infizierten Knollen die Krautfäule auskeimen und über das Bodenwasser als Spritzinfektion das Kartoffellaub befallen.

Eine weitere Herausforderung ist der Einsatz von Feldberechnungssystemen: Derzeit ist die Überkopfberechnung mit Großregnern das Verfahren mit der größten Verbreitung (>90 % aller Anlagen). Mit dem System der Tropfberechnung könnte eine Befeuchtung des Laubes vermieden werden.

Ebenfalls besteht Forschungsbedarf bei der Verringerung der Kupferaufwandmengen durch eine verbesserte Kupferformulierung, sowie beim Einsatz von zugelassenen Haftmitteln.

Rhizoctonia (*Rhizoctonia solani*)

Der Rhizoctoniapilz kann in verschiedenen Stadien die Kartoffeln schädigen. Kritisch ist insbesondere die Infektion der Keime beim Auflauf der Knollen (Folge: Ertrags- und Qualitätsminderung) sowie die Bildung von Dauerformen des Pilzes (Sklerotien) auf der Knollenoberfläche. Die auf der Knollenoberfläche anhaftenden Pilzsklerotien können von den Photoverlesensystemen derzeit nicht von Drahtwurmlöchern unterschieden werden. Dies hat die Aussortierung von, im Prinzip, für den Verbraucher guten Kartoffeln zur Folge. Die Pilzsklerotien auf der Knollenoberfläche keimen dann zu Beginn der Vegetationsperiode wieder aus und schädigen die Keime. Aus diesem Grund gibt es seit 2015 eine privatrechtliche Vereinbarung, dass nur Kartoffeln als Z-Pflanzgut gehandelt werden, bei denen weniger als 20 % der Knollen einen Sklerotienbefall aufweisen. Der Rhizocotoniapilz verursacht auch das Dry-Core-Symptom

an Knollen, eine trichterförmige Einsenkung. Knollen mit diesem Symptom müssen aussortiert werden.



Abbildung 6 *Rhizoctonia* Keimlingsbefall (Wilfried Dreyer)

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Grundlage der Pflanzenernährung im ökologischen Landbau ist eine Nährstoffversorgung in organischer Form. Die organische Substanz fördert die Verbreitung des Rhizoctoniapilzes. Auch beim Einhalten aller bekannten Maßnahmen zur Reduzierung des Befalles der Knollen mit Rhizoctoniasklerotien (Auswahl Pflanzgut, Abfuhr von Stroh bei Getreidevorfrucht, Vorkeimen usw.), gibt es zum Teil einen massiven Befall, dem keine eindeutigen Ursachen zuzuordnen sind.

Mehrjährig gibt es sehr positive Versuchsergebnisse bei einer Reihenapplikation von Kompost beim Pflanzen der Kartoffeln. Hier fehlt die in Serie gefertigte Umsetzung von Geräten. Bei dem aktuellen Prototyp erfolgt das Pflanzen und die Kompostausbringung gleichzeitig mit einer Maschine. Dies hat den Nachteil von sehr langen Standzeiten bei der Befüllung mit dem Kompost.

Zum Beispiel wäre es durch die GPS/RTK-Technik möglich, dass Kompostausbringung und Pflanzung der Kartoffeln getrennt in zwei Arbeitsschritten erfolgen und damit zeitlich unabhängig sind.

Derzeit ist der ökologische Landbau darauf angewiesen, dass aus der konventionellen Basispflanzguterzeugung heraus in Bezug auf *Rhizoctonia* ein sklerotienarmes Material geliefert wird. Langfristiges Ziel im Ökolandbau ist daher die mehrstufige Vermehrung von Basispflanzgut auf Ökobetrieben. Um dieses Ziel zu erreichen, fehlt es an Grundlagenwissen zu *Rhizoctonia*.

In der konventionellen Landwirtschaft kann im Kartoffelbau der Pilz erfolgreich durch chemische Beizmittel bekämpft werden. Im Ökolandbau zugelassene Behandlungsmittel auf der Basis von Mikroorganismen zeigen sehr stark schwankende Behandlungserfolge.

Die Photoverleseinrichtungen bei den Abpackbetrieben können derzeit nur äußerlich die Knollenoberfläche beurteilen. Somit werden von den Photoverlesern Rhizoctoniasklerotien und Drahtwurmlöcher nicht unterschieden und Knollen mit anhaftenden Rhizoctoniasklerotien werden aussortiert. Wenn es hier Fortschritte in den Erkennungssystemen geben würde, die eine Unterscheidung zwischen einem Loch und einer oberflächlichen Schwarzfärbung machen können, so könnte sich der Anteil der aussortierten Knollen deutlich verringern.

Viruserkrankungen

Der größte Teil der im ökologischen Landbau ausgepflanzten Kartoffeln stammt aus ökologischer Z-Pflanzgutvermehrung bzw. wird auf den Betrieben nachgebaut. Bisher gibt es (bis auf wenige Ausnahmen) nur eine Vermehrung von konventionellem Basispflanzgut zu Öko-Z-Pflanzgut. Das heißt die Vermehrung umfasst nur eine Stufe.

Bei der ökologischen Z-Pflanzgutvermehrung gab es in den vergangenen Jahren Anerkennungsraten, die ähnlich hoch waren wie im konventionellen Bereich. In den beiden Jahren 2018 und 2019 waren die Aberkennungen jedoch überdurchschnittlich hoch. Läuse fungieren als Vektoren für Viruserkrankungen. In der ökologischen Pflanzkartoffelerzeugung werden keine Insektizide eingesetzt.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Die gesetzlichen Anforderungen für die Pflanzguterzeugung können in Bezug auf den Virusbesatz in den meisten Fällen in der Ökovermehrung erfüllt werden. Die stärkste Schädigung geht vom Y-Virus aus. Eine stabile, hohe Rate bei den Anerkennungen muss das Ziel in der Pflanzkartoffelvermehrung sein. Da es sich bei der Übertragung vom Y-Virus um eine nicht persistente Übertragung handelt, ist selbst bei einem lückenlosen chemischem Insektizid-schutz eine Übertragung möglich, da die Infektion erfolgt, bevor eine Laus mit Insektiziden abgetötet wird.

Die Übertragung von Kartoffelviren ist ein weltweites Problem. Eine Sichtung von Strategien in anderen Ländern könnte weiterhelfen, um auch für den hiesigen Anbau eine Absicherung der Pflanzkartoffelvermehrung zu erreichen. Erste Ansätze gibt es mit der Ausbringung von Strohmulch und dem Einsatz von Paraffinöl.

Tierische Schaderreger Kartoffelkäfer

Das Auftreten des Kartoffelkäfers war in den Jahren bis 2018 lokal eng begrenzt. Es gab jedes Jahr auf einem kleinen Teil der Flächen einen Befall, der eine Behandlung mit Pflanzenschutzmitteln erforderlich machte. In den Jahren 2018 und 2019 gab es ein großflächiges Auftreten. Bedingt durch die besondere Witterungssituation in diesen beiden Jahren konnten sich die Populationen sehr gut entwickeln. Es gab vielfach eine zweite Käfer- und Larvengeneration. Auf den meisten Befallsflächen erfolgte eine Behandlung mit im Ökolandbau zugelassenen Mitteln mit den Wirkstoffen *Bacillus Thuringiensis subsp. tenebrionis* (BTt) (einem Mikroorganismus) und Azadirachtin. Das BTt-Mittel war in beiden Jahren relativ früh ausverkauft und der Bedarf konnte nicht gedeckt werden. Der im Ökolandbau zugelassene, breit wirkende Insektizid-Wirkstoff Spinosad ist für Verbandsbetriebe im Ökolandbau nicht zugelassen und auf Grund seiner Bienengefährlichkeit ist ein verbreiteter Einsatz nicht wünschenswert. Mit der Möglichkeit des Einsatzes von BTt und Azadirachtin war es in der Vergangenheit möglich, die



Abbildung 7 Kartoffelkäfer und Fraßschäden (Wilfried Dreyer)

aufgetretenen Schäden zu begrenzen. Ursachen für diese Zunahme der Schädigung durch den Kartoffelkäfer sind unter anderem die Jahreswitterung, die Konzentration des Kartoffelanbaus in bestimmten Regionen sowie die Zunahme von Durchwuchskartoffeln aufgrund von milden Wintern.

Der Kartoffelkäfer ist ein Schaderreger der in Mitteleuropa vor ca. 80 Jahren eingeschleppt worden ist. Dementsprechend gibt es keine direkten Antagonisten. Steigende Temperaturen beschleunigen die Generationsabfolge, sodass die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer zweiten Generation steigt. In den Jahren 2018 bis 2023 hat sich in Einzelfällen gezeigt, dass der Kartoffelkäfer zu großen Ertragsschäden führen kann.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarfe:

Während sich bei den anderen aufgeführten Krankheiten und Schaderregern vorbeugende Strategien etabliert haben (Kraut- und Knollenfäule, Rhizoctonia, Drahtwurm usw.), gibt es beim Kartoffelkäfer derzeit als wirksame Strategie nur den Einsatz von Mitteln, die eine Abtötung der Larven herbeiführen. Mechanische Maßnahmen (z .B. Absammeln der Larven mit einem Sammelgerät) spielen in der praktischen Umsetzung keine Rolle. Praxistaugliche und effektive Neuentwicklungen könnten eine interessante Stärkung der Regulierungsstrategie sein.

Der Kartoffelkäfer ist dafür bekannt, dass er in der Lage ist Resistenzen gegenüber Pflanzenschutzmitteln aufzubauen. So gibt es aktuell eine vorhandene bzw. sich entwickelnde Resistenz gegenüber Pyrethroiden.

Der Wirkstoff BTt hat eine sehr spezifische Wirkung auf den Kartoffelkäfer und ist somit eine sehr Biodiversitätsschonende Option für die Kartoffelkäferregulierung. Allerdings wurde die Zulassung des Wirkstoffs auf Grund des kleinen Marktes (nur Öko-Kartoffelbauern, nur bei Kartoffelkäferbefall) im Jahr 2019 aus wirtschaftlichen Gründen vom Zulassungsinhaber nicht verlängert. Bei aktuell nur einem zugelassenen wirksamen Wirkstoff für Verbandsbetriebe ist zu erwarten, dass auch hier eine Resistenz entstehen kann. Die Wiederezulassung des Wirkstoffs BTt ist eine dringende Maßnahme in einer Bekämpfungsstrategie gegen den Kartoffelkäfer. Eine verbreitete Anwendung des sehr breit wirksamen Wirkstoffes Spinosad ist aufgrund der höchsten Einstufung in der Gefährdung für Bienen (B 1) nicht im Interesse des Ökolandbaus.

In Bezug auf die Möglichkeit einer Resistenzbildung ist es wichtig, dass nach weiteren biologischen Möglichkeiten einer Bekämpfung geforscht wird.

Falls natürliche Antagonisten eine Rolle in einer Bekämpfungsstrategie spielen können, so sollten auch hier solche Ansätze erforscht werden.

Drahtwurm

Seit ca. 10 Jahren ist der Drahtwurmfraß an Knollen die vom Umfang her wichtigste Ursache für die Aussortierung von Kartoffeln im ökologischen Kartoffelanbau. Schaderreger sind die Larven von Schnellkäfern (*Agriotes spp.* und andere). Bonituren von Kartoffelproben zeigen, dass im Durchschnitt der Jahre und der Proben ca. 10 % aller Knollen geschädigt sind. Für einzelne Betriebe sind die Schäden durch Drahtwurmfraß existenz-



Abbildung 8 Drahtwurmschaden (Wilfried Dreyer)

bedrohend. Die Ursachen für die gestiegenen Schäden durch den Drahtwurm sind nicht gesichert bekannt. Wichtigste Maßnahme in der Fruchtfolge ist entsprechend der Biologie von Schnellkäferlarven eine intensive Bodenbearbeitung nach Getreide und Körnerleguminosen sowie die Vermeidung von grünen Brücken zwischen dem Frühjahr und Herbst. Es gibt erhebliche Einschränkungen im Anbau von z. B. Untersaaten, mehrjährigem Futterbau und der Auswahl von Zwischenfrüchten, um das Risiko der Schädigung durch den Drahtwurm zu vermindern. In den vergangenen Jahren gab es nur begrenzt Fortschritte in der Verminderung des Auftretens des Drahtwurms. Derzeit gibt es im Bereich der Pflanzenschutzmittel nur das Pilzpräparat mit dem Wirkstoff des Pilzes *Metarhizium brunneum* mit einer Notfallzulassung nach Artikel 53. Das Mittel wird von einem Teil der Betriebe angewendet. Bei einem massiven Befall (die Schäden können bis zu 90 % der Knollen betragen) ist die Wirkung aber unzureichend.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

In der wissenschaftlichen Bearbeitung des Themas (z. B. von Dr. Jörn Lehmus, JKI Braunschweig), hat sich gezeigt, dass nicht nur ein begrenztes Artenspektrum der Gattung *Agriotes*

die Fraßschäden in Kartoffeln verursacht, sondern dass ein größeres Spektrum an Arten verantwortlich ist^{xvi}. Dies macht die Entwicklung von Strategien schwierig, da die einzelnen Arten unterschiedliche Lebensbedingungen haben. Ebenfalls schwierig ist bei den unterschiedlichen Arten die Bekämpfung mit Pilzen, wie z. B. *Metarhizium*, da einzelne Pilzstämme nur spezifisch auf einzelne Drahtwurmarten wirken.

Da Drahtwürmer nicht nur Kartoffeln schädigen, sondern auch z. B. Mais, Zuckerrüben und Gemüsekulturen, ist eine Intensivierung der Grundlagenforschung von großer Bedeutung. Bei der Entwicklung von Mitteln auf der Basis von Mikroorganismen wäre eine besser angepasste Mittelzulassung beim BVL eine Maßnahme zur Beschleunigung des Einsatzes von wirksamen Mitteln gegen den Drahtwurm. Inwiefern die neuen Rahmenbedingungen der Risikoprüfung für Mikroorganismen sich hier positiv auswirken bleibt abzuwarten

Andere Pilzliche Erreger

Welke- und Schwächepilze (*Colletotrichum coccodes*, *Verticillium spp.*, *Alternaria solani*)

Während in früheren Jahren diese Pilze nur sporadisch aufgetreten sind, gab es in den Trockenjahren 2018 und 2019 einen verstärkten Befall.

Insbesondere auf Standorten mit schlechter Wasserversorgung gab es Ertrags- und Qualitätsschäden durch diese Pilze.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Es bedarf an Forschung, was genau die Verbreitung der Pilze in den letzten Jahren befördert hat und wie dem vorgebeugt werden kann.

Bakterielle Erkrankungen

Schwarzbeinigkeit, Bakterielle Welke (*Pectobacterium spp.*, *Dickeya spp.*)

Im Vordergrund der Vermeidung von Schäden durch die Schwarzbeinigkeit steht die Auswahl von gesundem Pflanzgut. Die einzige (im konventionellen und ökologischen Landbau) zugelassene Maßnahme ist eine Pflanzgutbeizung mit kupferhaltigen Mitteln. Von dieser Möglichkeit wird fast kein Gebrauch gemacht.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Die Verwendung von gesundem Pflanzgut bietet in der Regel ausreichend Schutz vor bakteriellen Erkrankungen. Hier gibt es keinen prioritären Handlungsbedarf.

Krautminderung und Abreifesteuerung

Die aktuell verfügbaren Maßnahmen zur Krautminderung und Abreifesteuerung sind energieaufwändig und tragen zur Bodenverdichtung bei.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Zum effizienteren Einsatz der verfügbaren Maßnahmen bedarf es einer Optimierung von Krautschläger und Abflammtechnik und situativ angepasster Strategien. Auch neue Technologien der Krautminderung können hier zielführend sein.

Lagerung/Keimhemmung

Im ökologischen Kartoffelanbau werden kaum Keimhemmungsmaßnahmen durchgeführt (Minzöl in Einzelfällen). Der Klimawandel als auch die vermehrte Nachfrage nach Verarbeitungsware könnten Maßnahmen der Keimhemmung künftig relevanter machen. Die Warmlagerung erhöht die Notwendigkeit von Keimhemmungsmaßnahmen.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Forschung zur Optimierung der Anwendung von Minzöl und Ethylen (oder anderer Verfahren).

Funktionale Biodiversität

Neben den zweifelsfreien positiven Effekten von mehr Biodiversität auf und um Kartoffelflächen für Ökosysteme, können mit den richtigen Strukturen und Blühmischungen ggf. auch natürliche Antagonisten bestimmter Schaderreger (bspw. Drahtwürmer) etabliert werden und damit die Resilienz des Anbausystems verbessern. Versuche zu bspw. Blühstreifen an Kartoffelflächen haben in vielen Fällen zu Problemen mit Mäusen geführt.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Forschung an den richtigen Strukturen und Blühmischungen, um mindestens den Kartoffelanbau nicht durch die Etablierung neuer Schädlinge zu schaden und im Idealfall, um das Anbausystem zu stärken.

Sonstige Krankheiten

Bei anderen Krankheitserregern, die im Kartoffelbau eine Rolle spielen ist die Relevanz im Ökolandbau entweder gering oder es gibt keine für den Ökolandbau spezifischen Maßnahmen zur Begrenzung. Solche Krankheiten sind z.B. die Quarantänekrankheiten Bakterienringfäule und Schleimfäule, Nematoden der Gattung Globodera, freilebende Nematoden, Schäden durch Schnecken, Kartoffelkrebs.

4.2.3. Strategiepapier zur Weiterentwicklung der Strategien zur Gesunderhaltung von Pflanzen im ökologischen Gemüseanbau

4.2.3.1. Einleitung

Die große Zahl an Bio-Gemüsekulturen mit ihren jeweiligen spezifischen Herausforderungen in der Produktion legt eine Unterteilung in die Bereiche Feldgemüsebau und Gärtnerischen Gemüsebau nahe. Zum Bereich Feldgemüsebau gehören die Kulturen, die auf großer Fläche in eher landwirtschaftlichen Betrieben angebaut werden wie z. B. Möhren, Kopfkohl, Zwiebeln und die meist im Vertragsanbau kultivierten Gemüseerbsen, Buschbohnen oder Spinat. Die Gemüsekulturen des Gärtnerischen Gemüsebaues sind in Betrieben mit eher kundennaher Vermarktung und einem sehr breiten Anbauprogramm zu finden. Diese Kulturen erfordern einen hohen Handarbeitsaufwand und werden zur gleichmäßigen Marktversorgung satzweise über die ganze Saison angebaut. Das sind Kulturen wie Salatarten, Kohlrabi, Blumenkohl, Brokkoli, Lauchzwiebeln, aber auch die Kulturen des geschützten Anbaus wie Tomaten, Paprika und Gurke. Die Strategien zur Gesunderhaltung der Kulturen finden in diversen Kombinationen und unterschiedlicher Intensität sowohl im Feldgemüsebau wie auch im gärtnerischen Gemüsebau statt. Deshalb können im Folgenden die beiden Bereiche nicht immer strikt getrennt behandelt werden.

Der ökologische Gemüsebau zeichnet sich im Vergleich zum ökologischen Ackerbau durch eine wesentlich höhere Anbauintensität aus. Der Anteil an Zwischenfrüchten, Leguminosen oder Getreide ist in der dichten Abfolge der Gemüsekulturen vergleichsweise gering. Gleichzeitig ist die Zahl der Überfahrten in den Hackkulturen hoch und die Bodenbearbeitung sowohl für die Vorbereitung der Feldbestellung als auch für die Ernte häufig sehr intensiv. Hieraus ergibt sich eine besondere Herausforderung, die Bodenfruchtbarkeit im ökologischen Gemüseanbau zu erhalten. Zur bedarfsgerechten Pflanzenernährung werden als Ergänzung üblicherweise organische Handelsdünger eingesetzt, weil nur so die teilweise hohen Bedarfe an Stickstoff und Kalium zu sichern sind. Die Zufuhr von Stallmist und zertifiziertem Kompost sichert zusammen mit dem Zwischenfruchtanbau die Erhaltung bzw. die Steigerung des Humusgehaltes im Boden. Gleichzeitig spielen im Gemüsebau immer auch die Erntereste eine erhebliche Rolle im Nährstoffmanagement. Das Einarbeiten von Kohlstrünken oder auf dem Feld verbliebenden Putzabfällen von z. B. Porree kann im Einzelfall eine Zufuhr von großen Mengen organischer Substanz bedeuten. Hinzu kommt noch das Einarbeiten von Zwischenfrüchten mit viel Aufwuchs. Pflanzenarten wie Sandhafer, Wintererbse oder Wickroggen sind

nicht nur Nährstoffträger, sondern steigern die organische Substanz im Boden. Hierauf wird in allen Gemüsebetrieben sehr großen Wert gelegt. Trotzdem sind in gemüsebaulichen Fruchtfolgen nicht immer Hauptfruchtleguminosen zu finden. Diese Kulturen konkurrieren mit der Gemüsebaufläche und können für bestimmte Kulturen auch Probleme bringen. Als Beispiel ist hier das vermehrte Auftreten von Nematoden und Drahtwürmer zu nennen. Der Aufwuchs der Hauptfruchtleguminosen ist für den viehlosen Gemüsebetrieb nicht direkt nutzbar. Für viele solcher Betriebe ist daher eine Futter-Mist-Kooperation eine sinnvolle Lösung. Wo dies nicht umsetzbar ist, muss der Aufwuchs mehrfach gemulcht werden, was die Stickstoffleistung absenkt. In jüngster Zeit werden Versuche angestellt, den Aufwuchs als Düngemittel zu nutzen.

Die Abfolge der Kulturen ist in der Fruchtfolge so gestaltet, dass Nachbauprobleme in der Regel nicht auftreten. Hier wird ein Abstand von 5 bis 6 Jahren eingehalten, bevor die gleiche Kultur angebaut wird.

4.2.3.2. Pflanzengesunderhaltungsstrategien im ökologischen Gemüsebau **Gesunder Boden und Bodenfruchtbarkeit:**

Die wichtigste Grundlage für gesunde Pflanzen sind ein fruchtbarer Boden und ein ausgeglichenes Bodenleben. Ein fruchtbarer Boden hat im Idealfall eine schwammige Struktur. Der Boden kann Wasser gut speichern und führt ausreichend Luft. Dadurch bietet er dem Bodenleben gute Entwicklungsbedingungen und es gibt ein natürliches Gleichgewicht, indem kein bodenbürtiger Schaderreger überhandnimmt. Wichtig für eine gute Bodenpflege sind ausreichend Gründüngungen, Wirtschaftsdünger sowie eine an die Verhältnisse angepasste Bodenbearbeitung.

Nährstoffversorgung:

Eine unausgeglichene Nährstoffversorgung und eine zu stickstoffbetonte Düngung machen Gemüsekulturen anfälliger für Schaderreger. Viele Gemüsekulturen benötigen viel Kalium. Auch die Versorgung mit Spurenelementen wie z. B. Bor ist wichtig. Regelmäßige Bodenuntersuchungen und die Berechnung des tatsächlichen Düngebedarfs bieten hier eine wichtige Orientierung.

Fruchtfolge:

Eine weitgestellte Fruchtfolge innerhalb der Familien beugt vielen Schaderregern vor. Besonders wichtig ist die Fruchtfolge bei Kohlgewächsen und Doldenblütlern. Schwierig in den Griff zu bekommen sind Erreger mit großem Wirtspflanzenkreis wie z. B. Rhizoctonia oder Sklerotinia.

Bei einigen Schädlingen muss auch der Abstand zur Vorjahresfläche oder zum vorherigen Satz beachtet werden (Möhrenfliege).

Standortwahl und -gestaltung:

Die meisten Gemüsekulturen bevorzugen eine windoffene Lage. Über Hecken, Blühstreifen, Totholz und Steinhaufen kann eine abwechslungsreiche Landschaft gestaltet werden, die viele Nützlinge beherbergt.

Sortenwahl:

Eine sehr wichtige Maßnahme zur Gesunderhaltung von Pflanzen ist der Anbau von robusten oder resistenten Sorten. So wechseln z. B. die Salatsorten sehr schnell, damit die angebaute Sorte im besten Fall resistent gegen sämtliche Rassen des Falschen Mehltau an Salat ist. Hier wirkt die vertikale Resistenz. Ein anderer Weg wird häufig in der ökologischen Züchtung eingeschlagen. Hier werden robuste Sorten mit einer sogenannten Feldresistenz gezüchtet. Diese Sorten sind nicht gegenüber bestimmten Rassen eines Pilzes resistent, sondern sind unter den meisten Umständen gesund bleibend.

Saat- und Pflanztermine:

Ein zu oft vernachlässigter Punkt ist der optimale Pflanzzeitpunkt bei Gemüsejungpflanzen. Zum Teil werden aus witterungs- oder anbaubedingten Gründen Jungpflanzen überlagert und überständig gepflanzt. Solche Kulturen sind leider oft verhockt und damit anfällig für pilzliche und bakterielle Erreger.

Bei guter Planung kann über geschickt gewählte Aussaatzeitpunkte die Anwesenheit eines Schädlings umgangen werden. So ist bei später Möhrenaussaat der Möhrenblattfloh oft schon nicht mehr gefährdend für die Kultur.

Bewässerung:

Gerade in langen heißen und trockenen Phasen ist die Bewässerung schwierig zu handhaben. Um die Pflanzen gesund zu erhalten, sollten sie eine gleichmäßige und angepasste Bodenfeuchtigkeit erhalten. Hierbei sind die Gemüsekulturen unterschiedlich bedürftig. Ein erfolgreicher Gemüseanbau ohne Bewässerung ist mittlerweile so gut wie unmöglich.

Bei unbeständigerer Witterung sowie im Frühjahr und Herbst sollte auch die Blattnässedauer beachtet werden. Die meisten Pathogene brauchen bei bestimmten Temperaturen eine gewisse Dauer der Blattfeuchte, um schädigen zu können.

Betriebs- und Feldhygiene:

Damit Krankheiten und Schädlinge sich auf dem Betrieb nicht weiter ausbreiten können, werden folgende hygienische Maßnahmen umgesetzt: Kranke, nicht mehr beerntbare Bestände werden zügig gemulcht. Beikräuter werden reguliert. Werden kranke Bestände bearbeitet, werden anschließend Maschinen und Geräte gereinigt und desinfiziert. Dasselbe gilt für Netze und Vliese. Gemüsereste und andere Komponenten werden sachgerecht kompostiert. Je nach Schaderreger werden Pflanzen entweder regulär kompostiert, separat kompostiert oder entsorgt.

Beikrautregulierung:

Verschiedene Strategien führen im ökologischen Gemüsebau zur erfolgreichen Beikrautregulierung. Über die Fruchtfolge werden Gemüsekulturen gezielt mit Zwischenfrüchten so kombiniert, dass sich keine Wurzelunkräuter stark vermehren können. Bei diesem Vorgehen kommen noch diverse Maßnahmen hinzu. Direkte mechanische Regulierung in verschiedenen Tiefen in Zeiten ohne Bewuchs in der zweiten Jahreshälfte (Stoppelbearbeitung) und Ansaat von tiefwurzelnden Konkurrenzpflanzen, die die Wurzelunkräuter schwächen, wie Klee, Luzerne, etc. gehören als Beispiele zu dieser Strategie. Einjährige Samenunkräuter werden mit verschiedenen Maßnahmen reguliert. Hierbei ist das „Falsche Saatbett“ eine wesentliche Maßnahme. Durch eine Saatbettbereitung vor dem geplanten Aussaattermin wird die Keimung von Beikrautsamen provoziert. Die gekeimten Pflanzen können dann direkt reguliert werden. Der Gemüsekultur kann so ein hinreichend großer Wachstumsvorsprung vor weiteren keimenden Unkräutern gesichert werden. Bei ausbleibenden Niederschlägen wird auch beregnet, um gezielt Beikräuter zum Keimen anzuregen. Hierdurch bekommt die Zusatzberegung im ökologischen Gemüsebau eine weitere wichtige Aufgabe in der Beikrautregulierung.

Grundsätzlich gibt es mit mechanischen oder thermischen Maßnahmen gute Lösungen zur Abtötung von Beikrautkeimlingen. Mit dem steigenden Interesse von konventionellen Betrieben an der herbizidfreien Beikrautregulierung stehen zunehmend mehr gute Maschinen zur Verfügung, welche Keimlinge von ihrer Wurzel trennen, verschütten oder mit Hitze abtöten. Damit der Bestand möglichst lange bearbeitet werden kann, werden die Reihenabstände etwas größer gewählt als im konventionellen Anbau. Die Beikräuter, die dann noch entfernt werden müssen, werden gejätet oder von Hand mit der Hacke entfernt.



Abbildung 9 Abflammen vor der Saat ermöglicht der Möhrenkultur einen guten Start (Markus Puffert)



Abbildung 10 Mehr und kräftigere Hirsepflanzen als Möhren – Hier muss eine Neu-Aussaart durchgeführt werden. (Markus Puffert)

Geschützter Anbau:

Im geschützten Anbau ist für die Vorbeugung von Krankheiten und Schädlinge eine optimale und vorausschauende Klimaführung und Bewässerung essentiell. Außerdem ist hier der Einsatz von Nützlingen etabliert. Insgesamt ist im geschützten Anbau die Intensität mit drei Kulturen pro Jahr höher als im Freiland. Da bei den Sommer-Hauptkulturen die Familie der Nachtschattengewächse dominiert, ist die Fruchtfolge in den meisten Betrieben zu eng und es muss auf veredelte Pflanzen ausgewichen werden. Verschiedene Unterlagen von Auberginen, Tomaten und Gurken sind widerstandsfähig gegenüber bodenbürtigen Krankheiten und Nematoden, die durch die häufig sehr engen Gewächshausfruchtfolgen entstehen können. Zum Teil gibt es wegen zu enger Fruchtfolge auch andere pilzliche Krankheiten wie Sklerotinia, die im Gewächshaus häufiger vorkommen.

Technische Maßnahmen:

Zu den technischen Maßnahmen gehört vor allem das Abdecken der Kulturen mit Vlies oder Kulturschutznetz. Hier stehen Netze zur Verfügung, die mit genau geeigneten Maschenweiten kulturspezifisch die Schaderreger aussperren. Wegen der Unkrautregulierung muss diese Abdeckung jedoch zwischenzeitlich entfernt werden, was dann dazu führen kann, dass doch ein Zuflug von Schädlingen erfolgt. Hier gibt es noch viele offene Fragen zum optimalen Vorgehen. Ebenso wird durch das Netz das Klima unter der Abdeckung verändert, was zu mehr Pilzbefall bei manchen Kulturen führen kann. Insgesamt funktioniert die Abdeckung der Gemüsekulturen bei vielen Kulturen gegen Schädlingsbefall jedoch sehr zuverlässig und ist deshalb eine Standardmaßnahme im ökologischen Anbau.

Direkte Maßnahmen zur Pflanzenstärkung:

In einigen Betrieben wird viel mit Maßnahmen zur Pflanzenstärkung gearbeitet. Es werden gelistet Pflanzenstärkungsmittel vorbeugend für eine bessere Pflanzengesundheit eingesetzt. Besonders im Gewächshaus und in der Jungpflanzenanzucht werden auch Bodenhilfsstoffe eingesetzt, da es in diesen Systemen zum Teil an einer gesunden Bodenflora und -fauna fehlt und sich dann Schaderreger leichter ausbreiten können. Der ganze Komplex Pflanzenstärkungsmittel, Pflanzenhilfsmittel, Bodenhilfsstoffe und Biostimulanzien ist für Gärtner*innen und auch Berater*innen nicht leicht zu durchdringen, da es hier sehr viele Mittel und Anwendungsgebiete gibt und auch die rechtlichen Unterschiede sehr komplex sind.

4.2.3.3. Aktuelle Herausforderungen

Allgemeine Herausforderungen:

Zur **Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit** in intensiven Fruchtfolgen müssen strategische Fruchtfolgekonzepte entwickelt werden, die folgende Zielsetzung haben:

- Humusbildung (Humusbilanzen, Auswirkung der Bearbeitungsintensität untersuchen)
- Reduzierung von Beikräutern
- Steigerung der Stickstoff-Effizienz
- Vermeidung von bodenbürtigen Krankheiten
- betriebsindividuelle Fruchtfolgen für gärtnerische Betriebe und Feldgemüsebetriebe, weniger Klee gras in der Fruchtfolge

Im Bereich der **Beikrautregulierung** sind folgende wichtige Herausforderungen ermittelt worden:

- Vermeidungs- und Regulierungsmöglichkeiten für Hirse, Amaranth und Portulak erforschen
- Möglichkeiten zur Reduzierung von Spätverunkrautung in Kulturen wie Gemüseerbsen, Zuckermais, etc.
- Effizienz der Abflammentechnik weiter verbessern z. B. in Richtung bedarfsangepasstes Abflammen, praxisreife Anwendung von Wasserdampf
- Robotertechnik weiterentwickeln mit dem Ziel der praxisreifen Anwendung

Zur Frage der **bedarfsgerechten Nährstoffversorgung und Bodenfruchtbarkeit** bedarf es in folgenden Bereichen weiterer Forschung:

- Optimierung von Verfahren zur Herstellung und Nutzung betriebseigener Düngemittel im viehlosen Feldgemüsebetrieb (Cut & Carry), Einführung dieser Verfahren in die Praxis
- Zur Frage der Schwefeldüngung müssen Managementkonzepte erarbeitet werden. Kulturen wie Kohlarten, Leguminosen und viele weitere haben einen erhöhten Schwefelbedarf. Welche Vorgehensweisen auf welche Art kombiniert mit weiteren Fruchtfolgezielen, sind hier geeignet, die Pflanzenversorgung sicherzustellen?
- Die Verwertung von Pflanzenresten aus der Gemüseproduktion und die Nutzung von Zwischenfruchtaufwüchsen im viehlosen Betrieb stellt die Betriebe vor die Frage der Eigenkompostierung. Hier sind es die Nährstoffverluste bei der Kompostierung, offene Fragen zur effizienten Kompostierung und Fragen der gezielten Nutzung von Kompost im Betrieb, die untersucht werden müssen.

Die **Zusatz-Bewässerung von Gemüsekulturen** wird immer schwieriger, weil die Wasserversorgung der Kulturen immer intensiver nötig wird. Die Klimaveränderung bringt anhaltende Trockenphasen mitten in der Wachstumsperiode der Kulturen und sind mehr und mehr verbunden mit hohen Temperaturen. Gleichzeitig wird die Verfügbarkeit von Wasser immer knapper, weil die Bedarfe von Industrie, Gewerbe und Haushalten ebenso ansteigen. In vielen Regionen ist die Grundwasserneubildung nicht ausreichend. Das führt dazu, dass viele Gemüsebau-Betriebe nun eigene Versuche unternehmen, die wassersparende Tröpfchenbewässerung für Freiland-Gemüsekulturen zu nutzen. Hier bedarf es intensiver Praxisversuche, in welchen Gemüsekulturen diese Technik, wie genutzt werden kann. Besonders spannend sind hierbei Techniken, die eine Wasserversorgung und eine Beikrautregulierung ermöglichen, wie z. B. unterirdisch verlegte Tropfschläuche oder Hackmaschinen, die den Tropfschlauch anheben, während des Hackens. Nach wie vor ungelöst ist aber auch das Problem der Entsorgung bzw. des Recyclings der Tropfschläuche.

Pilzkrankheiten im Gemüsebau

Allgemein:

Eine **ausgewogene Fruchtfolge** ist die Grundlage für gutes Pflanzenwachstum, aber es sind hier noch viele Fragen offen, z. B. im Bereich der Wurzelkrankheiten (Rhizoctonia, Fusarium, etc.). Es fehlen detaillierte Empfehlungen zum Fruchtwechsel im Gemüsebau in Verbindung mit dem regelmäßigen Anbau von Haupt- und Zwischenfruchtleguminosen zur N-Fixierung oder zum gezielten Anbau von Zwischenfrüchten zur Bodensanierung oder zum Einsatz von suppressiven Komposten.

Die **Beikrautfreiheit** der Gemüseflächen ist die Voraussetzung für gute Durchlüftung der Bestände. Hier hat sich gleichzeitig mit der Maschinenentwicklung sehr Vieles positiv entwickelt. In einigen Bereichen bleibt die Beikrautregulierung aber eine Herausforderung (z.B. im Feldgemüsebau: Hirse, Distel, Hederich; im gärtnerischen Gemüsebau: Franzosenkraut, Vogelmiere, Rispengras).

Durch die Züchtung von **resistenten bzw. toleranten Sorten** für den Bioanbau sind in einigen Kulturen große Probleme mit Pilzbefall sehr gut beherrschbar; Beispiel: Resistenz Falscher Mehltau bei Salaten, Zwiebeln, Spinat, etc. Leider sind es nur wenige Züchterhäuser, die sich speziell mit Züchtungszielen für den Bioanbau beschäftigen. So gibt es für Betriebe mit Verbandsmitgliedschaft keine Blumenkohl- oder Brokkoli-Sorten mit Kohlhernie-Resistenz, weil die aktuellen Sorten mit Resistenz aus Züchtungsverfahren mit Zellfusion stammen und bei den Verbänden deshalb ausgeschlossen sind.

Handlungsbedarf besteht z. B. bei Fußkrankheiten in Gemüse-Erbсен (Phoma, Fusarium) oder in Zwiebeln und Lauch (Fusarium)

Kohlhernie:

Das Thema Kohlhernie beschäftigt Bio-Betriebe trotz ausgewogener Fruchtfolgen wegen der immer notwendiger werdenden, teilweise intensiven Zusatzberegnung. Kohlhernie tritt auf bisher schadensfreien Flächen regelmäßig nach Beregnungsmaßnahmen im Hochsommer plötzlich und flächig auf. Es kann zum Totalausfall der Kulturen kommen.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Versuche zur gezielten Reduzierung der Kohlhernie über die Fruchtfolge, es gibt offene Fragen zu Wirtspflanzen (Kleearten)
- Welche Auswirkungen hat die Verbesserung der Infiltrationsfähigkeit des Bodens durch einen gezielten Zwischenfruchtanbau geeigneter Arten?
- Welche Maßnahmen können den pH-Wert im Wurzelbereich so stabil halten, dass die Infektionsgefahr auf Befalls- bzw. Risikoflächen gesenkt wird?
- Welche Möglichkeiten bietet die Zugabe von Kompost, Chitin oder Pflanzenstärkungsmitteln (Mikroorganismen)?
- Kann der Anbau von Kohl auf Dämmen eine Befallsminderung ergeben?

- Abhilfe kann die Steigerung der Beregnungseffektivität durch Tropfbewässerung bieten. Hier ist noch offen, welche Ausstattung und auch welche Beregnungsintensität hier nötig und möglich ist.
- Bisher gibt es lediglich resistente Kopfkohl-, Brokkoli- und Blumenkohlsorten aus Zellfusion. Mit den Bio-Züchtern ist die Möglichkeit zu prüfen, fusionsfreie Sorten mit einer Resistenz auszustatten.



Abbildung 11 Ausfälle durch Kohlhernie (Ruth Dettweiler)

Samtflecken an Tomaten

Durch die Entstehung neuer Rassen des Samtflecken-Erregers an Tomaten ist eine eher harmlose Krankheit, die lange auf Sondersorten beschränkt war, wieder ein großes Thema geworden. Auch Hauptanbausorten sind in einigen Regionen nicht mehr resistent. Die neuen Rassen scheinen dabei sowohl aggressiver als auch robuster gegenüber niedriger Luftfeuchte zu sein.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Um neue Strategien entwickeln zu können, müssen folgende Fragen erforscht werden:

- Welche Sorten haben noch eine Resistenz und gegen welche Samtflecken-Rasse?
- Gibt es geeignete Pflanzenschutzmittel oder -Stärkungsmittel?
- Gibt es andere Strategien?

Resistenzdurchbrüche

Am Beispiel der Samtflecken wird deutlich, dass ein eher harmloser pilzlicher Schaderreger durch neue Rassen wieder sehr massiv in Tomatenbeständen auftritt. Das ist grundsätzlich

bei vertikalen Resistenzen immer möglich und passiert bei einigen Kulturen/Schaderregern regelmäßig.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Damit der Kreislauf der Resistenzdurchbrüche gestoppt oder zumindest verlangsamt wird bedarf es in dem Bereich Grundlagenforschung hinsichtlich Resistenzen im Rahmen der Züchtungsforschung als auch beim anschließenden Resistenzmanagement. Wichtig ist, dass die Züchtungsforschung im Idealfall in ökologischer Züchtung stattfindet oder mindestens in Teilen unter ökologischen Bedingungen erprobt wird.

Schaderreger und Schädlinge:

Allgemein:

Es gibt durch viele vorbeugende Maßnahmen im Bio-Gemüsebau mit der Pflege des Bodens, einer maßvollen Pflanzenernährung, gutem Pflanzenmaterial, technischen Maßnahmen, der Nützlingsförderung und dem Einsatz von wenigen Pflanzenschutzmitteln vielfach geeignete Möglichkeiten, ein gutes Ernteprodukt biologisch zu erzeugen. Durch die steigenden Absatzmengen an Biogemüse im Lebensmittel-Einzelhandel sind die Qualitätsansprüche an das Ernteprodukt in den letzten Jahren gestiegen. Gleichzeitig haben viele Bio-Gemüsebaubetriebe ihren Anbau intensiviert, weil die Nachfrage allgemein hochgegangen ist. Für den Bereich Schaderreger bedeutet dies, dass das geerntete Produkt weitestgehend schädlingsfrei sein muss. Somit können nun verschiedene Herausforderungen im Anbau sehr deutlich formuliert werden:

Die **Schädlingsmodellierung** im Gemüsebau ist mangelhaft. Nur zu wenigen Schaderregern gibt es in einzelnen Regionen ein Monitoring. Prognose-Modelle sind nicht existent oder kaum verfügbar und orientieren sich an der Relevanz für konventionelle Betriebe. Die Schadschwellen sind oft sehr niedrig angesetzt. Es fehlt ein Monitoring für wichtige Schädlinge im Bio-Gemüsebau und damit eine Empfehlungsmöglichkeit für einen optimalen Regulierungszeitpunkt in den Regionen.

Die **Abdeckung der Kulturen** mit verschiedenen Kulturschutznetzen ist im gärtnerischen Gemüsebau in vielen Kulturen üblich und erfolgreich. Im großflächigen Feldgemüsebau werden nur selten Netze verwendet. Diese grundsätzlich funktionierende Schädlingsabwehr durch Abdeckung muss nun dringend verfeinert werden. Für den gärtnerischen Anbau werden netzlose Strategien gebraucht, denn die dauerhafte Abdeckung führt zu weiteren Problemen (Pilzbefall, Nützlinge werden ausgesperrt). Für den großflächigen Feldgemüsebau werden effektive Handhabungskonzepte benötigt, damit künftig auch hier Netze zumindest gezielt kurzzeitig eingesetzt werden können. Insgesamt sollte der Netzeinsatz mit Schädlingsmonitoring kombiniert für den kurzzeitigen Einsatz optimiert werden, damit der Netzeinsatz eine höhere Akzeptanz bei Biogärtnern und Kunden erfährt.



Abbildung 12 Anbau von Brokkoli unter Netz zur Schädlingsabwehr (Markus Puffert)

Die **Einsaat von Blühpflanzen** zur Nützlingsförderung wird im Biogemüsebau immer häufiger am Feldrand oder zwischen den Gemüseflächen durchgeführt. In wie weit diese Blümmischungen für verschiedene Gemüsekulturen zur Schädlingsregulierung genutzt werden können, ist bisher nur für ganz wenige Kulturen im Einzelfall erarbeitet worden. Hier braucht es dringend weitere Konzepte für die Praxis mit dem Ziel, die Vorteile kulturangepasster Blühstreifen nutzen zu können. Ebenso ist hier das Thema **Untersaaten** zu nennen, das zur Schädlingsabwehr bzw. Ablenkung („Push and Pull“) beitragen kann. Auch hier gibt es noch viel Potenzial, welches durch entsprechende Forschung verwirklicht werden muss.

Zum **Schutz vor Vögeln** (Krähen, Tauben) werden für die erfolgreiche Keimung der Saaten bei vielen Gemüse-Kulturen (Hülsengemüse, Zuckermais, etc.) Lösungen gesucht. Hier wäre an vergrämende Wirkstoffe, eventuelle Beizung oder andere Lösungen zu denken. Ebenso wird ein **regionales Mäusemonitoring** bzw. Frühwarnsystem von den Wurzelgemüsebauern benötigt. Es gibt bereits erfolgreich getestete, aufwändige Grabensysteme um die Flächen herum. Um dieses aufwändige System aber effektiv nutzen zu können muss man vor dessen Installation wissen, wie sich die Mäusepopulation jeweils entwickelt.

Herausforderung Schädlinge im Kohlanbau:

Die meisten **Herausforderungen liegen im Bereich der Schädlinge im Kohlanbau**. Hier sind es gleich mehrere Schaderreger bzw. Kohlkulturen, für die dringend Ansätze gesucht werden müssen, um einen erfolgreichen Anbau abzusichern:

Kohlerdfloh:

Extreme Schädigung sofort nach dem Auspflanzen der Kohljungpflanzen durch Blattfraß. Noch vor wenigen Jahren konnte man durch Beregnung den Boden etwas verschlämmen was den Erdflöhen genügend beeinträchtigte. Mittlerweile haben sich die Flöhe jedoch an einen nas-sen Boden angepasst. Auch hier wird konsequent abgedeckt mit speziellen, feinmaschigen Netzen, aber erneuter Zuflug beim Aufdecken während der Unkrautregulierung macht die Abdeck-Erfolge zunichte.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Biologie der Erdflöhe: In der Literatur wird angegeben der Erdfloh überwintert ungestört in Streuschichten. In der Praxis sieht es aber häufig so aus, als ob die Erdflöhe auch direkt auf dem Feld überwintern und zum Teil dann schon unter dem Netz sind. Auch stimmen die in der Literatur angegebenen Zeiten nicht mehr, da das Auftreten sich vermutlich dank Klimawandel zeitlich verlängert hat.
- Einsatz von Mitteln: Im Moment werden zum Teil Pyrethrine mit Rapsöl angewendet. Damit Molke als Grundstoff direkt eingesetzt werden kann, müssen die zugelassenen Indika-tionen erweitert werden. Damit könnte dann auch eigene Molke eingesetzt werden. Diese Mittel (selbst konventionelle PSM) wirken in der Regel sehr kurzfristig und nach drei Tagen muss erneut gespritzt werden.
- Kombination aus Netz und Mittel
- Einfluss der Fruchtfolge
- Überprüfung der Wirkung von Gesteinsmehl (sehr unterschiedliche Rückmeldungen aus der Praxis)
- Absammelgeräte perfektionieren (in einigen Betrieben gibt es Absammelvorrichtungen für Erdflöhe, die zum Teil am Schlepper und zum Teil händisch über die Kohlfläche bewegt werden. Die Erdflöhe werden aufgescheucht, hüpfen hoch und werden an Leim gefangen).

Kohlschabe/Kohlmotte:

Massenhaftes Auftreten in den letzten drei Jahren in Kohlkulturen bereits im Mai, bei hohen Temperaturen. Es wurde eine sehr starke Schädigung der jungen Kohlkulturen durch Scha-benbefraß an jungem Kohlgewebe beobachtet. Dies wächst zu großen Löchern im Blatt wei-ter. Die Kohlschabe (*Plutella xylostella*) hat einen sehr kurzen Vermehrungszyklus, im Som-mer überlappen mehrere Generationen. Die in der Regel mit Kulturschutznetz geschützten Kulturen müssen in dieser Periode intensiv gehackt werden. Während der Entfernung der Netze kommt jeweils Zuflug hinein. Durch das etwas gröbere Kohlnetz kommt die Kohlschabe auch hindurch.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Monitoring des Falters
- Bessere Erforschung seiner Biologie
- Entwicklung neuer Regulierungsmöglichkeiten
- Förderungsmöglichkeiten von Gegenspielern

Kohlmottenschildlaus:

Versuche zur Regulierung führten zu der Erkenntnis, dass kein im Ökolandbau zugelassenes Insektizid hilft, auch weil die Benetzung in größer gewachsenen Beständen unzureichend ist. Der Nützling *Encarsia tricolor* kommt bei weitem nicht gegen die Vermehrungsfähigkeit der Laus an. Nur die konsequente Abdeckung kann helfen, wenn die Bedeckung geschlossen

bleibt. Wegen der Unkrautregulierung ist das aber nicht möglich. Die Laus verursacht nicht entfernbare Schwärzepilze auf den Kulturen und auch die auffliegenden Läuse sind im Handel unerwünscht. Es wird in Biobetrieben in Regionen mit Winterrapsanbau nahezu kein Grünkohl, Rosenkohl oder Wirsing mehr biologisch angebaut. Selbst führende Betriebe haben diese Kulturen zum großen Teil beendet.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Nützlinge unterm Netz etablieren (*Encarsia tricolor* laut Versuchen des Ökorings hier nicht geeignet, da sie sich nur ein paar Meter von der Ausbringungsstelle wegbewegt)^{xvii}
- Neue Pflanzenschutzmittel testen (Anmerkung: Azadirachtin wirkt hier gut. Wichtig ist dabei, dass Azadirachtin früh genug eingesetzt und mit Netz kombiniert bzw. sehr oft eingesetzt wird und z. B. abwechselnd mit Kali-Seife)
- Bessere Applikationstechnik bei der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln
- Versuche mit Banker plants (es gab Versuche an der Uni Hannover hierzu, die aber leider trotz vielversprechender Anfänge nicht weitergeführt werden)^{xviii}



Abbildung 13 Kohlmottenschildlaus an Rosenkohl (Markus Puffert)

Kohlflye:

Zur Abwehr der Kohlflye, die vor allem die gerade gepflanzten Jungpflanzen im Feld schädigt, dient in gärtnerischen Betrieben das Kulturschutznetz. Die Netzabdeckung bleibt beim satzweisen Anbau jeweils für die nahezu gesamte Anbaudauer auf der Kultur und bietet so einen sicheren Schutz vor diesem Befall. In Feldgemüsebetrieben mit Kopfkohlanbau wird bspw. die Pflanzung für Ende Mai terminiert. Denn Mitte April beginnt die Erste Generation der Fliege ihre Eier in die frisch gepflanzten Kohlköpfe zu legen. Bis die nächste Generation Fliegen sich gepaart hat und zur Eiablage bereit ist, wird es meistens etwa Anfang/Mitte Juni.

Ende Mai ist ein Zeitraum mit geringem Befallsrisiko für den Kohl, wenn es nur einen Pflanzzeitraum im Betrieb gibt. Wenn es mehrere Pflanzzeiträume gibt, und damit kontinuierliches Futterangebot für die Fliege, dann ist der Netzeinsatz die einzige Möglichkeit zur Abwehr für diesen Zeitraum. Als weitere mögliche Absicherung gegen einen frühen Befall der frisch gepflanzten Kohlpflanzen gibt es für Ökobetriebe ohne Verbandsmitgliedschaft eine Zulassung für Spinosad (Bienengefährlich - B1) für ein Gießverfahren am Ende der Jungpflanzenanzucht im Gewächshaus (12 ml auf 1000 Pflanzen in 1 bis 3 Liter Wasser). In den Jungpflanzenbetrieben gibt es in den Anzuchthäusern keine blühenden Pflanzen und keine Bienen. In Holland ist das Verfahren in vielen länger stehenden biologischen Kohlkulturen Standard. Es gibt einen Anwachsenschutz für die Jungpflanzen beim Auspflanzen im Feld, hier sind besonders die Kohlflyge zu nennen, aber auch Schädigungen durch den Kohlerdfloh, die Kohlschabe und mehr sind möglicherweise eine Zeitlang zu verhindern.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Bestandsaufnahme Spinosad und Bienengefährlichkeit – wo, wann und wie schädigt der Wirkstoff die Bienen? Lässt sich ein Spinosad-Einsatz im Gießverfahren bei Kohljungpflanzen im Gewächshaus und der Bienenschutz in der Praxis verbinden? Ausweitung des versuchsweisen Einsatzes (gegen *Drosophila*, Kohlerdfloh, Kohlflyge usw.)

Herausforderung weitere verschiedene Schädlinge:

Wanzen:

Seit einigen Jahren gibt es sowohl im Freiland als auch im geschützten Anbau große Probleme mit Wanzen. Unsere heimische Wiesenwanze schädigt dabei hauptsächlich an Gurken und Auberginen, indem sie kurz hinter der Blüte einsticht und diese dann abfällt. Die invasiven Wanzen *Nezara viridula* (Reiswanze) und *Halyomorpha halys* (Marmorierte Baumwanze) schädigen hauptsächlich an Tomaten, Auberginen, Bohnen, Zuckermais und Paprika. Wobei *Halyomorpha* gerade erst in Deutschland eingewandert ist und als sehr polyphag gilt. Hier werden zunehmend größere Schäden erwartet. Die Wanzen saugen an Früchten, Stängeln und Blüten. Bei Gurken sind die Früchte dann verformt oder die Triebspitze verkümmert. Bohnen sind verformt. Bei Paprika und Tomaten sind die Früchte fleckig. Bei Auberginen vertrocknen die Blüten. Häufig ist das geschädigte Gemüse nicht mehr vermarktbar. Am Oberrhein gibt es Regionen in denen 30 % der Paprikafrüchte wegen Flecken nicht vermarktbar sind. Die zugewanderten Wanzen haben bei uns fast keine natürlichen Feinde und vermehren sich den ganzen Sommer ungebremst, so dass es im Frühherbst oft Massen sind. Die Umgebungsgestaltung ist hier ein wichtiger Faktor, beispielsweise sollte es den Wanzen möglichst schwer gemacht werden zu überwintern (keine Nischen, Vliese).

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Gibt es wirksame Wege die Gegenspieler z. B. Eiparasiten zu fördern? Oder kann evtl. sogar ein Nützling in Zucht genommen werden?
- Welche Pflanzenschutzmittel wirken und wie werden sie am besten appliziert? (Die Wanzen lassen sich bei Störung gerne fallen und sind so schwierig zu treffen)
- Gibt es technische Maßnahmen, die wirken und umsetzbar sind? (Beispiel Netzabdeckungen, mechanische Barrieren)
- Wie überwintern die Wanzen?
- Gibt es Maßnahmen im Umfeld, die die Wanzen ablenken oder Gegenspieler fördern? B

In der Schweiz, Österreich und Deutschland gibt es beispielsweise viel Forschung und einige Projekte bezüglich Wanzen (ABH093)^{xix}, das Monitoring ihrer Eiparasitoiden. Hier werden di-

verse Maßnahmen in den Fokus genommen, die das Schadpotential der verschiedenen Wanzen minimieren. So wird sowohl eine direkte Regulierung mittels Nützlinge und Pflanzenschutzmitteln getestet, wie auch Maßnahmen der Umgebungsgestaltung (Lockpflanzen, Blühstreifen etc.) auf ihre Wirkung hin untersucht. Wenn hier die grundlegenden Forschungsfragen geklärt sind, sollte man betriebsspezifische Lösungsstrategien erarbeiten. Eine ausgefeilte Strategie wurde bisher noch nicht entwickelt. In der Praxis hat sich die Maßnahme des Einnetzens vor Allem im Unter-Glas-Bereich die zur Fernhaltung der Wanzen durchgesetzt. In der Praxis haben sich sehr unterschiedliche Erfahrungen mit den PSM herausgestellt.

Erdräupen:

Als Erdräupen werden vorwiegend die Raupen der Wintersaateule (z. T. auch Ypsiloneule) bezeichnet. Sie sind ein immer größeres Problem in Feldgemüsekulturen vor allem bei Trockenheit. Bei Nässe verpilzen viele Raupen und sterben. Die Raupen fressen keimende Aussaaten und auch Pflanzenwurzeln und Hypokotyl von größeren Gemüsepflanzen. Bisher sind keine ausreichenden Vermeidungs- und Regulierungsmöglichkeiten bekannt. Wenn der Schaden sehr früh bemerkt wird, kann der Einsatz von *Bacillus thuringiensis*-Präparaten (Bt-Präparate) helfen. Leider werden die Schäden meist erst wahrgenommen, wenn die Raupen vorwiegend im Boden leben.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Monitoring des Falters – bester Einsatzzeitpunkt für Bt-Präparate?
- Könnten auch Pflanzenschutzmittel auf Basis von Pilzen helfen?
- Wie werden Flächen unattraktiv zur Eiablage? Problematisch ist, dass eine komplette Brauche die Attraktivität der Fläche sehr senkt, aber Bodenfruchtbarkeit und Humusaufbau nachhaltig stört. Hier stellt sich die Frage, ob es Zwischenfrüchte gibt, die die Falter nicht mögen.
- Gibt es Zeitpunkte bei denen eine Bewässerung der Fläche den Befallsdruck nachhaltig senkt?
- Früher wurde auch eine Ködermischung empfohlen: Ködermischung aus 4l Wasser, 2 kg Kleie, 200 g Zucker, 0,2 kg Bt (*subsp. aizawai*)-Präparat für 1000 m². Eine entsprechende Zulassung würde eine zusätzliche Regulierungsmöglichkeit darstellen.

Wurzelläuse:

Als Wurzelläuse werden allgemein Läuse bezeichnet, die in der Erde an den Wurzeln von Pflanzen saugen. Dabei gibt es verschiedene Arten von Wurzelläusen, die auch unterschiedlichen Überfamilien, nämlich den Schildläusen sowie den Blattläusen, angehören. Die Arten, die zu den Schildläusen gehören, sind als Schädlinge im Zier- und Zimmerpflanzenbereich aktiv. Die wichtigen Schädlinge im Wein-, Obst-, und Gemüsebaubereich gehören alle zu den Blattläusen. Dort allerdings zu unterschiedlichen Familien. Im Gemüsebau treten am häufigsten die Salatwurzellaus (*Pemphigus bursarius*) sowie die Möhrenwurzellaus (*Dysaphis crataegi*) auf.

Möglichkeiten zur Regulierung:

Da die Wurzelläuse geschützt im Boden leben, ist eine direkte Bekämpfung nicht möglich. Maßnahmen, die den Zuflug behindern bzw. die Läuse stören, sind:

- Netzabdeckung
- Die Wurzelläuse mögen am liebsten trockene, eher verdichtete Böden. Bodenlockerung und ausreichende Bewässerung bremst sie also und stärkt auch die Pflanzen.
- Natürliche Feinde sind Laufkäfer, Hundertfüßer, Spinnen und Kurzflügelkäfer. Die Förderung dieser Tierarten kann also einer Wurzellausmassenvermehrung entgegenwirken.

- Keine Anpflanzungen gefährdeter Pflanzen in der Nähe von Winterwirten.
- Betroffene Pflanzen mit Strüngen und Wurzeln entfernen.
- Bei Salaten gibt es Sorten mit einer Resistenz (Pb) gegen die Salatwurzellaus.
- In Versuchen wurde eine Wirksamkeit des Pilzes *Metarhizium anisopliae* gegen die Salatwurzellaus festgestellt. Allerdings gibt es hier aktuell keine Zulassung.

Vermutlich werden die Wurzelläuse zu einem zunehmenden Problem, da es insgesamt bei uns wärmer und trockener wird und sie sich zunehmend wohler fühlen.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- resiliente Anbausysteme (mehr hacken? Bewässerung? mulchen? weitere Einflussfaktoren?)
- weniger anfällige Sorten
- Nützlingsansiedlung
- Ggf. Zulassungserweiterung *Metarhizium anisopliae*

Wintergetreidemilbe:

Nach wie vor ein großes Problem ist in betroffenen Betrieben die Wintergetreidemilbe. Da sie erst nach ihrer Sommerpause in Erscheinung tritt, schädigt sie vor allem die Winterkulturen wie Feldsalat, Spinat, Mangold etc. In einem Bioland-Praxisforschungsprojekt wurden einige Strategien für die Wintergetreidemilbe gefunden, wie z. B. Aushungern der Milben durch Silagemulchabdeckung, Eintreiben von Hühnern auf betroffene Flächen, Abflammen und Boden bearbeiten.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Welche Maßnahmen schaden den Sommereiern?
- Weitere Regulierungsstrategien

Rostmilben in Tomaten:

Ein zunehmendes Problem der letzten Jahre sind Rostmilben in Tomaten. Da der Anfangsbefall oft nicht bemerkt wird, werden durch Kulturarbeiten die Milben verschleppt und ganze Tomatenbestände befallen. Die Rostmilben saugen an allen Pflanzenteilen und schädigen Blätter, Stängel und Früchte. Durch das Saugen verkümmern die Tomatenhaare und die Pflanzen bekommen ein rostiges Aussehen. In diesem Stadium ist der Befall nicht zu übersehen, aber die Tiere auch schon in Massen vorhanden. In vielen Gärtnereien kann dann die Nebenwirkung einer Schwefelspritzung gegen Echten Mehltau hilfreich sein. Hier sind die Erfahrungen der Wirkung aber sehr unterschiedlich, von sehr gut über mittelmäßig bis allenfalls leicht eindämmend. Es wurden auch Versuche zur Regulierung mit Nützlingen unternommen. Die Raubmilbe *Amblyseius swirskii* frisst gerne Rostmilben und vermehrt sich dann auch gut. Großes Problem sind aber die Haare auf den Tomaten samt ihren klebrigen Ausscheidungen. Der Einsatz von *A. swirskii* funktioniert also nur in wenig behaarten Sorten oder in schon schwer geschädigten Bereichen, da hier dann die Haare fehlen.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Strategien für einen erfolgreichen Nützlingseinsatz: Welche Raubmilbe? Gibt es andere Nützlinge? Welche Sorte? Welche Rahmenbedingungen?
- Pflanzenschutzmitteleinsatz: Wie kann die Wirkung von Schwefel sicherer werden (Aufwandmenge, Applikation, Netzmittel?) Gibt es alternative, nützlingsschonendere Mittel?

- Strategien zur Unterbindung einer Massenvermehrung: Rostmilben vermehren sich wohl besonders gut, wenn die Pflanzen einen Trockenstress haben und dadurch mehr Proteine bilden. Könnte man durch optimales Bewässerungsmanagement sowie Schattierung den Rostmilbendruck so minimieren, dass Regulierungsmaßnahmen erfolgreicher sind.

Herausforderung Virusbefall bei Gemüsearten

Carrot red Leaf Virus (Kräuter und diverse Umbelliferae)

Das Carrot Red Leaf Virus (CtRLV) verursacht Rötung und Vergilbung der Blätter bei Umbelliferen. CtRLV wird durch die Gierschblattlaus übertragen (*Cavariella aegopodii*). Momentan werden gefährdete Kulturen durch engmaschige Netze geschützt.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Entwicklung effektiver Vermeidungs- und Bekämpfungsstrategien der Gierschblattlaus
- Andere Strategien?
- Erforschung der Frage der Samenübertragbarkeit?
- Welche Kulturpflanzen sind gefährdet (auch Fenchel und Sellerie?)

Virusbefall bei Hokkaido:

Seit einigen Jahren gibt es immer wieder Probleme mit Viren im Kürbisanbau. Es ist vor allem das Zucchiniigelbmosaikvirus (ZYMV) in Kürbis- speziell in Hokkaidobeständen. Übertragungswege sind - mechanisch durch Blattläuse oder über das Saatgut (an der Hülle anhaftend).

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Anfangsbefall über Saatgut oder andere Pflanzen?
- Gibt es erfolgsversprechende Saatgutbehandlungen?
- Lausregulierung (Nützlingseinsatz, Blühstreifen, Pflanzenschutz)?
- Züchtung resistenter/toleranter Sorten



Abbildung 14 Virus am Kürbisblatt (Markus Puffert)

Herausforderung bei einzelnen Pflanzenschutzmitteln

Die Neuentwicklung von **Pflanzenschutzmitteln, Pflanzenstärkungsmitteln und Grundstoffen** ist eine zentrale Forderung der Bio-Gemüsebaubetriebe. Es stehen nur sehr wenige Mittel zur Regulierung von Schaderregern und Krankheiten zur Verfügung und immer wieder gibt es Lücken in den Zulassungen. Grundstoffe sind nur für ganz bestimmte Indikationen anwendbar, hier braucht es mehr Forschung zu sinnvollen Anwendungsmöglichkeiten und entsprechende Zulassungen. Da die Mittel zur Schädlingsregulierung ausnahmslos Kontaktmittel sind, bedarf es hier dringend einer **Verbesserung der Applikation** in blattreichen Beständen. Im Biogemüsebau werden die Mittel mit sehr hohen Wassermengen im Gießverfahren angewendet, was einen grundsätzlichen Unterschied zum konventionellen Gemüsebau darstellt. Hier bedarf es guter technischer Lösungen, die über die Anwendung veränderter Spritzgestänge, wie die sogenannten „Drop-Legs“, hinausgehen, um eine optimale Ausbringung zu realisieren.

Azadirachtin und Resistenzen

Azadirachtin ist der einzige Pflanzenschutzmittelwirkstoff im ökologischen Gemüsebau, der teilsystemisch wirkt. Deshalb wird er häufig und gerne bei schwierig erreichbaren Schädlingen eingesetzt. Diese Konzentration mehrerer Anwendungsmöglichkeiten auf diesen einen Wirkstoff ist problematisch. Verschärft wird die Situation noch dadurch, dass er nach aktuellem Stand mittelfristig das einzige Mittel im ökologischen Kartoffelanbau gegen Kartoffelkäfer ist, da die erneute Zulassung des derzeit gebräuchliche Bt-Präparates aus wirtschaftlichen Gründen schwierig ist, Pyrethrum auf Grund von breiten Pyrethroidresistenzen beim Kartoffelkäfer nicht zuverlässig wirkt und Spinosad (bienengefährlich B1) als Alternative für den Ökolandbau nicht wünschenswert wäre, bzw. für die Verbandsbetriebe gar nicht zur Verfügung steht.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Die relativ weite Verbreitung von Azadirachtin macht eine neue Überlegung zum Resistenzmanagement notwendig.

- Resistenzen, eine große Gefahr beim Kartoffelkäfer?
- Weitere Alternativen im direkten Pflanzenschutz?

- Andere Wirkstoffe des Neembaumes als Alternative?
- Wirksamkeit gegen diverser im Gemüsebau relevanter Blattlausarten

Weitere Themenfelder

Biodiversität:

Ziel sind stabile und ertragreiche Systeme, die wenig Input benötigen und sich selbst regulieren können. Weiterhin fließt hier auch die gesellschaftliche Forderung an die Landwirtschaft nach mehr Biodiversität und Maßnahmen gegen das Artensterben ein.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Anlage von Hecken
- Kulturanangepasste Blühstreifen – weitere Erforschung und Umsetzung
- Ackerrandstreifen
- Neue Anbausysteme
- Agroforst
- Habitat Nützlinge & Schädlinge



Abbildung 15 Einjähriger Blühstreifen im Gemüsebau (Ruth Dettweiler)

Herausforderung Saatgut und Jungpflanzen

Qualitätsverbesserung von Bio-Jungpflanzen

Der erfolgreiche Kulturstart ist gerade im Bioanbau essentiell. Hierzu gehören „saubere“ Jungpflanzen. Bio-Jungpflanzenbetriebe sind zum Teil nicht in der Lage, zufriedenstellende Qualitäten kontinuierlich heranzuziehen.

Beispiele sind:

- Falscher Mehltau an Kohljungpflanzen, besonders Brokkoli
- Alternariabefall an Blumenkohljungpflanzen
- Erdflöhe an Kohljungpflanzen
- Thrips an Porreejungpflanzen
- Trauermückenbefall an diversen Kulturen

Diese Probleme sind gravierend, weil diese Schaderreger sowieso nicht oder nur schwer bekämpfbar sind im Bioanbau. Wenn eine solch befallene Pflanze weiterkultiviert wird, ist das Problem, dass sehr intensiv mit Netzabdeckung gearbeitet wird. Wenn der Schaderreger aber schon unter dem Netz ist, sind die Probleme groß, er kann nicht mehr unter dem Netz entweichen. Ebenso herrscht unter der Abdeckung zeitweise eine höhere Luftfeuchte als im Freiland. Dies befördert die Ausbreitung von Falschem Mehltau und Alternaria bereits im jungen Stadium der Pflanze, wenn die Jungpflanze nicht sauber ist. Blattlausbefall ist ärgerlich, aber in der Jungpflanzenkiste im Betrieb behandelbar.

Die Vernetzung der Bio-Jungpflanzenbetriebe könnte verbessert werden. Bio-Pflanzen, die aus den Niederlanden kommen, sind regelmäßig besser in der Qualität. Hier scheint ein Kennnisaustausch sinnvoll.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Monitoring der Schaderreger
- Pflanzenschutzmittel und Pflanzenstärkung bei Jungpflanzen
- Abiotische Einflüsse auf die Qualität
- Wiedezulassung von Gnatrol zur Regulierung von Trauermückenlarven im Gemüsebau

Gesundes Saatgut

Ähnlich wie bei den Jungpflanzen gibt es auch beim Saatgut immer wieder Probleme mit Krankheiten. Nach der Aussaat sind dann meist wenige, in Ausnahmefällen auch viele Pflanzen, krank und je nach Witterung und Erreger greift die Krankheit mehr oder weniger schnell auf den gesamten Bestand über.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Monitoring der Schaderreger
- Bedarf es Saatgutbehandlungen und wenn ja, welche und wofür?
- Abwehrmöglichkeiten durch Beize, Vergrämung o.ä. gegen Vogelfraß bei Keimlingen
- Verpackung von Saatgut (Lagerschädlinge), Vakuumverpackung, Frostverfahren, CO₂-Begasung
- Saatgutbehandlungen bei Saubohnen (Frostbehandlung)

Herausforderung Bodenfruchtbarkeit und bodenbürtige Schaderreger

Im intensiv genutzten Gewächshaus

Im geschützten Anbau ist die Fruchtfolge in den meisten Gärtnereien sehr eng. Es werden immer wieder dieselben Kulturen in zu geringem zeitlichem Abstand gepflanzt. Im Sommer

sind als Hauptkulturen Nachtschattengewächse wie Tomaten, Paprika, Auberginen sowie Gurkengewächse (Gurken) vorhanden und im Winter sind die meisten Flächen mit Feldsalat bepflanzt. Diese enge Fruchtfolge wird hauptsächlich vom Markt vorgegeben und da geschützte Anbaufläche auch betriebswirtschaftlich wertvoll ist, gibt es so gut wie nie Zwischenfrüchte und Gründüngungen. Durch die enge Fruchtfolge gibt es eine große Anzahl bodenbürtiger Schaderreger, wie z.B. die Colletotrichum-Welke (*Colletotrichum coccodes*), weswegen in den meisten Gärtnereien fast ausschließlich veredeltes Fruchtgemüse angebaut wird. Doch auch hier gerät man zunehmend an Grenzen.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Gibt es Anbau- und Kultursysteme, die zu einer besseren Bodengesundheit führen? Ideen wären hier z. B. Untersaaten, eingesäte Wege, Düngung mit Silage, kurze Zwischenfrüchte.
- Können Komposttee oder andere mikrobielle Substanzen hilfreich sein?
- Wie können Nematoden im Unterglasanbau gut reguliert werden?
- Abwärmenutzung (besseres Klima, Fruchtfolge erweitern)

Im Freiland: Intensive Fruchtfolgen und bodenbürtige Schaderreger

Auf hofnahen, bewässerbaren Flächen findet häufig eine sehr enge Fruchtfolge statt und es vermehren sich bodenbürtige Schaderreger sowie Nematoden.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Verbesserung von Anbausystemen z.B. durch kurze Zwischenfrüchte und Untersaaten
- Düngung über Silage und Mulch
- Bodenhilfsstoffe
- ausgewogene Düngungsstrategien



Abbildung 16 In engen Fruchtfolgen treten Salatfäulen häufiger auf (Ruth Dettweiler)

Herausforderung Klimawandel

Die letzten Jahre war der Klimawandel im Gemüsebau stark zu spüren. Von Wasserknappheit über Hitze oder auch Unwetter. Sehr lange heiße und trockene Phasen bedeuten einen großen Stress für die Pflanzen. Am Thema Klimawandel und Anpassung des Anbaus schließen sich natürlich viele Fragen an.

Bewässerung:

- Bewässerungsstrategien, die zu gesunden Pflanzen führen
- Einführung von energie- und wassersparenden Verfahren im Feldgemüsebau (Zeitpunkte, Mengen, Wie weit kann mit der Bewässerungsmenge runter gegangen werden?)
- Versuche zu Tropfberegnungsverfahren in Feldgemüsekulturen wie Möhren, Zwiebeln, etc.
- Gibt es übertragbare Erfahrungen mit Verfahren im konventionellen Anbau?
- Effekte der Tropfberegnung auf das Pflanzenwachstum, Verlegung, Technik, wie weit kann die Bewässerungsmenge damit runter geschraubt werden?
- bei Tropfbewässerung kann es zu mehr Thripse an Zwiebeln kommen (Aelothrips braucht es feucht, Thripse ertrinken im Schaft)
- kritisch bleibt an der Tropfbewässerungstechnik: viel Plastik, zu wenig bewässerter Boden
- andere Alternativen: Wasserspeicherfähigkeit von Böden, Untersaaten, Zwischenfrüchte...
- Uni Bonn: Das Soil3 Projekt untersucht u.a. Kompost im Unterboden: Durch eine Aufwertung des Unterbodens sollen Trockenperioden besser überbrückt werden^{xx}

Anbausysteme:

- Resiliente Anbausysteme
- Angepasste Sorten
- Hitzestress vermeiden (Sorten, technische Lösungen, Düngung, Pflanzenstärkung..)

Schädlinge und Schäden:

- Veränderung der Biologie von Schädlingen oder auch neue Arten (z. B. Erdfloh, Drahtwurm)
- Ozonschäden
- Sonnenbrand vermeiden (Kürbis, Melonen, Zwiebeln...)

Herausforderung: Anforderungen des Handels

Es kommt immer wieder vor, dass wegen einzelnen Schädlingen oder Schädigungen reklamiert und dann palettenweise Gemüse wieder an die Erzeuger zurückgeschickt wird. Vorrangig dann, wenn von diesem Gemüse gerade viel auf dem Markt ist. Hier werden wertvolle Ressourcen und Lebensmittel verschwendet und Gärtner*innen geschädigt.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Wieviel Schädling/Schädigung tragen der Handel und die Verbraucher*innen mit?
- Wieviel Bewusstsein gibt es für die Folgen der hohen Anforderungen? Bspw. gibt es ohne Blattläuse und Raupen weniger Feldvögel.
- Ist es generell möglich die Anforderungen des Handels zu senken, um weniger Pflanzenschutzmittel einsetzen zu müssen und weniger aussortierte Ware zu haben?



Abbildung 17 Hier schmecken auch die aussortierten Karotten (Ruth Dettweiler)

4.2.4. Strategiepapier zur Weiterentwicklung der Strategien zur Gesunderhaltung von Pflanzen im ökologischen Hopfenanbau

4.2.4.1. Einleitung

Als Sonderkultur und zugleich mehrjährige Dauerkultur stellt der ökologische Hopfenbau in Deutschland eine besondere Herausforderung dar und wird von den Hopfenpflanzern manchmal als ‚Nische in der Nische‘ bezeichnet. Entsprechend gering ist sowohl die deutsche wie auch die EU- bzw. weltweite Anbaufläche von Öko-Hopfen und die Zahl der darauf spezialisierten Betriebe.

Weltweit begann der zertifizierte Anbau von Öko-Hopfen Mitte der 1980er-Jahre in Deutschland – zwei Betriebe in der Hallertau und zwei in Hersbruck waren die Pioniere. Nachfrage nach Öko-Hopfen bestand zunächst durch den ersten Bio-Brauer weltweit überhaupt, die Brauerei Pinkus Müller in Münster. Da der Markt für Hopfen – und somit auch Öko-Hopfen – ein weltweiter ist, bedienten diese Betriebe damals auch die weltweite Nachfrage. So kam das erste US-Biobier Mitte der 1990er-Jahre auf den Markt; die USA zogen mit dem Anbau von Öko-Hopfen erst im Jahr 2000 nach.

Der Anteil der Öko-Hopfenfläche an der gesamten Hopfenfläche betrug zu Beginn des 21. Jahrhunderts sowohl in Deutschland – hier mit etwa 80 ha – als auch weltweit zwei Jahrzehnte lang um die 0,5 %. Seit 2015 hat sich die Öko-Hopfenfläche langsam ausgeweitet und seit 2010 innerhalb von zehn Jahren verdoppelt. Mittlerweile ist sie insgesamt auf 0,7 % der deutschen Hopfenfläche angestiegen. Diese Öko-Hopfenfläche von 180 ha im Jahr 2020 verteilt sich auf derzeit zehn Betriebe (Abb. 1).

Die u.a. von der bayerischen Staatsregierung geforderten 30 % Öko-Flächenanteil bis zum Jahr 2030 sind in Bezug auf Hopfen allerdings utopisch. Eine realistische Einschätzung liegt bei Betrachtung des bisherigen Verlaufs bei 2 % und selbst bei hoher Nachfrage am Markt und entsprechender Reaktionen der Landwirte wird der maximal erreichbare Flächenanteil in diesem Zeitrahmen wohl bei 1.000 ha oder 5 % der gesamten Hopfenfläche liegen. Mit Stand Ende 2019 waren in Deutschland 21 Hopfensorten im zertifizierten Bio-Anbau und EU-weit sogar insgesamt 42 Hopfensorten im Bio-Anbau und auf dem Markt. Diese Sortenvielfalt müsste eigentlich ausreichen, um die meisten Bio-Brauer auf der Welt zufriedenzustellen.

Der Beginn von Forschungsarbeit in der Sonderkultur Hopfen, die umweltverträgliche bzw. öko-taugliche Methoden des Pflanzenschutzes im Fokus hatten, datiert auf Mitte der 1980er-Jahre und fand zunächst in Form von Diplomarbeiten und Dissertationen zur biologischen Schädlingsbekämpfung durch Einsatz von Nützlingen statt. Mit Beginn der 1990er-Jahre wurde dann auch mit gezielter drittmittelfinanzierter Projektarbeit begonnen, und ab 2001 wurden die ersten Projekte eingeworben, die explizit den Ökologischen Hopfenbau zum Thema hatten. Auf diesen zunehmend intensivierten Vorarbeiten aus mehr als drei Jahrzehnten basiert auch die hier vorgestellte Pflanzengesunderhaltungsstrategie im Öko-Hopfen.

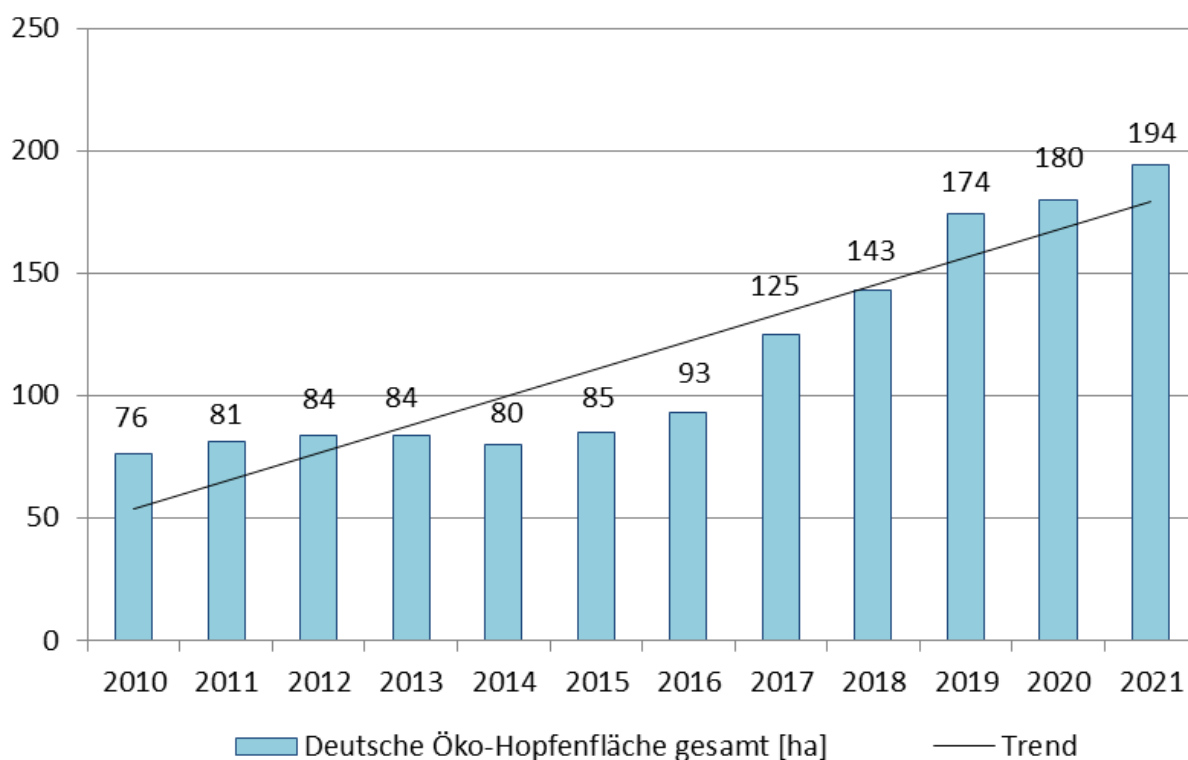


Abbildung 18: Entwicklung der Öko-Hopfenfläche in Deutschland in den Jahren 2010 – 2021.

Spätestens seit Beginn des 21. Jahrhunderts ist auch eine Verschiebung des Schädlings- und Krankheitsdrucks auf den Hopfen erkennbar, die auf den Klimawandel zurückzuführen ist. So sind Jahre mit starken Blattlausgradationen mittlerweile eher selten geworden – solche Jahre traten im 20. Jahrhundert noch deutlich öfter auf. Andererseits waren Jahre mit massivem Spinnmilbenbefall (im Hopfenbau spricht man hier traditionell von ‚Kupferbrandjahren‘) früher im Schnitt einmal pro Jahrzehnt ein Thema, während mittlerweile jedes zweite oder spätestens dritte Jahr mit starkem Spinnmilbendruck gerechnet werden muss. Hierbei machen sich die gestiegenen Temperaturen bemerkbar, da Spinnmilben mikro- wie makroklimatisch von Wärme profitieren. Es ist zu erwarten, dass sich in deutschen Anbaugebieten mittelfristig ähnliche trocken-heiße Witterungsbedingungen einstellen, wie sie heute schon in der Tschechischen Republik oder in Slowenien herrschen.

4.2.4.2. Pflanzengesunderhaltungsstrategien im ökologischen Hopfenbau

Zentrales Element im ökologischen Hopfenbau sind die bekannten Grundlagen des Integrierten Pflanzenschutzes bzw. der guten fachlichen Praxis, nämlich Standort- und Sortenwahl. Auf den Anbau von Hochalphasorten wird daher trotz Nachfrage durch die Brauereien wegen ihrer deutlich höheren Anfälligkeit gegenüber Blattläusen und Echtem Mehltau weitestgehend verzichtet. Ebenso werden alte Landsorten (z.B. ‚Hallertauer Mittelfrüher‘, ‚Hersbrucker Spät‘ oder ‚Tettlinger‘) – die als sogenannte ‚noble hops‘ wegen ihres feinen Hopfenaromas immer noch stark von Brauereien nachgefragt werden – nur noch in Ausnahmefällen als Öko-Hopfen kultiviert, da sie stark anfällig gegenüber der Hopfen-Peronospora sind. Tendenziell ist fast nur der Anbau toleranter bzw. unproblematischer Sorten möglich, die nur einen geringen Pflanzenschutz-Aufwand benötigen. Daher muss häufig bei traditionsbewussten Brauereien Überzeugungsarbeit geleistet werden, dass manche

Sorten nicht auf dem Öko-Markt verfügbar sind und in der Rezeptur für Bio-Bier durch andere ersetzt werden müssen. Eine derzeit stattfindende Sortenverlagerung durch die Nachfrage am Markt nach späten Sorten wie ‚Mandarina Bavaria‘ ist nicht bio-verträglich. Ein Erntebeginn erst Mitte September führt definitiv zu wesentlich größeren Problemen mit Krankheiten und Schädlingen; eine Tatsache, der sich die Bio-Brauer stellen müssen.

Als primäre Strategie geht es den Öko-Hopfenbauern um die Gesunderhaltung der Hopfenpflanzen durch vorausschauende Maßnahmen, weniger um direkte Reaktionen auf Krankheits- oder Schädlingsbefall mit Spritzbehandlungen. Gesunde Pflanzen sind nachhaltig nur über gesunden Boden zu bekommen. Daher wird auch besonderes Augenmerk darauf gelegt, die Bestände nur bei guten Bedingungen zu befahren, um Strukturschäden im Bodenaufbau zu minimieren. Gerade in Bezug auf Hopfen-Peronospora (Falscher Mehltau) sind Bodengesundheit und Pflanzengesundheit ausschlaggebend für die Primärinfektion im Frühjahr. Hierfür ist auch zu beachten, dass eine gesunde Abreife der geernteten Pflanzen im Herbst essentiell ist, um der Primärinfektion im folgenden Frühjahr vorzubeugen. So werden in Öko-Hopfenbaubetrieben die Reben bei der Ernte deutlich höher abgeschnitten als bei den meisten konventionellen Hopfenbauern, damit im Herbst aus diesen längeren Rebenstutzen wieder genügend Reservestoffe in den Stock eingelagert werden.

Außerdem muss im Öko-Hopfenbau grundsätzlich vorbeugend gehandelt werden. Als essentielle Maßnahme wäre hier das ‚Schneiden‘ der Wurzelstöcke im zeitigen Frühjahr (sortenabhängig von März bis April) zu nennen, bei dem die obersten Teile des Stocks im oberen Bodenbereich horizontal flächig mit glattem Schnitt entfernt werden. Bei dieser phytosanitären Maßnahme werden überwinterte Schaderreger (Spinnmilben, Echter Mehltau, Peronospora) sowie Unkräuter aus vom Stock entfernt und somit der Schaderregerdruck im Frühjahr deutlich geringer. Eine ebenfalls vorbeugende Maßnahme ist die Tatsache, dass im Öko-Hopfengarten bei der Pflanzung die Fehser bereits ca. 10 cm weiter voneinander entfernt eingelegt werden als im konventionellen Anbau. Dadurch wird die Durchlüftung der Bestände gefördert, was sich wiederum negativ auf die Mehltaupilze auswirkt und deren Druck verringert. Eine weitere im Öko-Hopfenbau standardmäßig angewendete, vorbeugend phytosanitäre Maßnahme ist das manuelle oder thermische Entlauben des untersten Rebenbereiches (Abb. 2). Durch das Abstreifen oder Abbrennen der Boden- und Seitentriebe sowie der Blätter an der Rebenbasis wird – wie beim Schneiden des Wurzelstockes – durch die bessere Durchlüftung verhindert, dass sich hier ein günstiges Mikroklima für Pilzkrankheiten entwickelt und zudem der Initialbefall mit Spinnmilben von der Pflanze entfernt. Auch effektive Mikroorganismen werden häufig zur allgemeinen Gesunderhaltung der Bestände eingesetzt.



Abbildung 19 Manuelles oder thermisches Entlauben der Rebenbasis im Juni ist eine essentielle phytosanitäre Maßnahme im Öko-Hopfenbau (Haushausen bei Wolnzach, Hallertau, 07.06.2019; Foto: F. Weihrauch).

Aufgrund der Prämisse des vorbeugenden Handelns auch bei kurativen Maßnahmen spritzen die meisten Öko-Pflanzer gegen *Peronospora* auch nicht nach dem offiziellen Aufruf, da es dann ohne chemisch-synthetische Mittel zu spät ist um einzugreifen. Die eigentlichen Spritzbehandlungen bestehen in den meisten Betrieben aus einer – meist kryptischen – ‚Hofmischung‘, in der feinste Gesteinsmehle, Mineralienmischungen, Kupfer, Schwefel, Molke und weitere Mischpartner enthalten sein können. Die Blattlausbekämpfung erfolgte in den vergangenen 15 Jahren hauptsächlich über eine Streich- oder Spritzapplikation von Quassia-Extrakt. Ein Problem kann manchmal der Umgang mit stärkerem Spinnmilbenbefall darstellen (Abb. 3). Hier wird über Forschungsprojekte seit mehr als einer Dekade versucht, über Einsatz und Etablierung von Raubmilben eine genügende Kontrolle zu erzielen und für manche Betriebe stellt die Freilassung zugekaufter Raubmilben hier auch eine gute Bekämpfungsmöglichkeit dar. Andere Betriebe versuchen, die Spinnmilbenentwicklung durch regelmäßige Molke-Spritzungen zu kontrollieren, was aber andererseits zu großen Problemen bei der Schonung von natürlich vorkommenden Nützlingen führt.

Die allgemeine Zielsetzung der Pflanzengesunderhaltungsstrategie im Öko-Hopfen ist demnach klar: Der Hopfen soll in Form eines Kreislaufs mit möglichst wenig Input bewirtschaftet werden und Pflanzenschutz dabei vorwiegend über angepasste Managementstrategien erfolgen.



Abbildung 20 Hopfendolden mit extremem Spinnmilbenbefall zur Ernte (Benzendorf bei Schnaittach, Mittelfranken, 03.09.2015; Foto: F. Weihrauch).

4.2.4.3. Aktuelle Herausforderungen im ökologischen Hopfenbau Falscher Mehltau *Pseudoperonospora humuli* und Kupferminimierung

Der Kupferaufwand der letzten zehn Jahre hat gezeigt, dass in erster Linie die Witterung für den Infektionsdruck mit Falschem Mehltau (*Peronospora*) ausschlaggebend ist. Ein gezielter und deutlicher Rückgang der Aufwandmengen ist trotzdem zu verzeichnen, was einerseits an den Bemühungen der Landwirte liegt, aber auch an dem seit 2013 eingesetzten Kupferhydroxid, das feiner und besser wirksam als das früher verwendete Kupferoxychlorid ist. Dadurch wurde das im ‚Strategiepapier Kupfer‘ ausformulierte Ziel einer Reduktion der jährlichen Kupferaufwandmenge von 25 % auf maximal 3 kg/ha im Durchschnitt erreicht (Abb. 4). Im Jahr 2019 herrschte in der Hallertau nur geringer Infektionsdruck mit *Peronospora*, wohingegen im Anbaugebiet Hersbruck, wo die beiden größten deutschen Öko-Hopfen-Betriebe angesiedelt sind, der Infektionsdruck im Sommer 2019 höher war. Im Zuge dieser Darstellung wurde von Seiten der Landwirte auch im Hopfen die Forderung nach einem Kupferkonto laut, bei dem über mehrere Jahre hinweg im Schnitt der Einsatz von 3 kg/ha nicht überschritten werden darf. Diese Idee wird bisher jedoch von den Behörden nicht verfolgt.

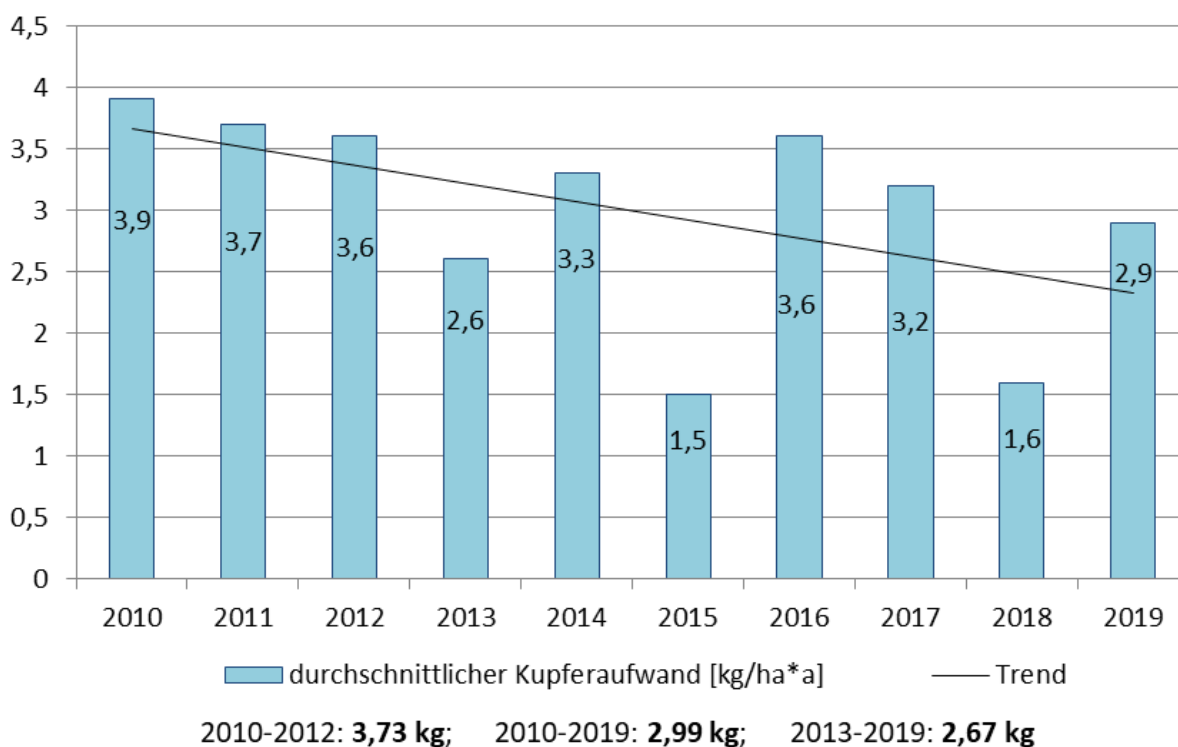


Abbildung 21 Durchschnittlich eingesetzte Mengen Reinkupfer im deutschen Öko-Hopfenbau in den Jahren 2010 bis 2019. Bis 2012 wurde Kupferoxychlorid und ab 2013 Kupferhydroxid verwendet.

Ein vermeintlicher Vorteil in Hinblick auf schlechtere Infektionsbedingungen für *Peronospora* durch die veränderten Witterungsbedingungen, die durch den Klimawandel bedingt sind, greift nicht. Diese günstigeren Bedingungen werden dadurch aufgewogen, dass die zunehmend kultivierten neuen Zuchtsorten (z.B. ‚Mandarina Bavaria‘, ‚Ariana‘) einerseits einen höheren Blattflächenindex aufweisen und andererseits später die Erntereife erreichen und somit Pflanzenschutzmaßnahmen länger als bisher, d.h. bis in den September hinein, nötig sind.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Das Forschungsprojekt zur Kupferminimierung, das 2010 als das BÖLN-Projekt „Reduzierung oder Ersatz kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen Hopfenbau (2809OE058)“ begann und in der aktuellen Version („Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Fungizide im ökologischen und integrierten Hopfenbau“, seit 2014 finanziert durch die Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G.) bis Ende 2022 lief, fand 2020 am mittlerweile vierten Versuchsstandort statt. Wie im Vorjahr wurde die anfällige Sorte ‚Herkules‘ gewählt; zuvor waren es die *Peronospora*-toleranten Sorten ‚Perle‘ und ‚Hallertauer Tradition‘. Im Gegensatz zu den vorhergehenden Jahren war 2019 ein deutlicher *Peronospora*-Druck zu verzeichnen, wodurch auch deutliche Unterschiede zwischen den Versuchsgliedern erkennbar wurden. Die Vergleichsbehandlung mit Kupferhydroxid mit 3 kg Kupfer pro Hektar konnte den Befall gut eindämmen, ebenso die auch in der Praxis angewandte Behandlung mit Kupferhydroxid (2,0 kg Cu/ha) mit Kaliumhydrogencarbonat. Drei der geprüften Versuchsmittel wiesen mit geringen Kupfergaben oder kupferfrei im Jahr 2019 gute Bekämpfungserfolge auf:

Besonders vielversprechende Ergebnisse generierte ein experimentelles Pflanzenextrakt, das in der Schweiz beim FiBL entwickelt und im Kupferminimierungsversuch erstmals überhaupt in einem Freilandversuch eingesetzt wurde. Dieses Pflanzenextrakt wurde mit Kupferhydroxid

(1,0 kg Cu/ha) kombiniert eingesetzt. Bei den Doldenbonituren war der Hopfen dieser Parzellen 2019 grün und glänzend und zeigte weder nennenswerten Peronospora-Befall noch Befall mit Echtem Mehltau.

Der bodenbürtige parasitische Pilz *Pythium oligandrum* in der Formulierung einer tschechischen Firma zeigte 2019 sowohl in der Variante mit 2,0 kg Cu/ha als auch ohne Kupfer vielversprechende Ergebnisse und diese Variante wird ebenfalls weiter verfolgt. Durch Gießbehandlungen im Frühjahr und Herbst soll dieser Pilz insbesondere auch der Primärinfektion entgegenwirken.

Ebenfalls vielversprechend war die Anwendung von Chitosanhydrochlorid, das von der Boku in Wien (genauer: vom IFA-Tulln) zur Verfügung gestellt wurde. Auch Chitosanhydrochlorid wurde sowohl in einem Versuchsglied ohne wie auch mit 1,0 kg Cu/ha (aufgeteilt auf zwei Behandlungen zur Blüte) eingesetzt und bewirkte 2019 eine deutliche Reduktion des Peronospora-Befalls. Chitosanhydrochlorid hat bereits eine Listung als Grundstoff und eine genehmigte Anwendung als Elicitor zur Stärkung der pflanzlichen Widerstandskraft in acht Kulturen (u.a. Gemüse, Kartoffeln und Getreide). Die Aufnahme von Hopfen in diese Liste wäre aus fachlicher Sicht unbedingt anzustreben, um bei der Bekämpfung der Hopfen-Peronospora eine wirksame Alternative zu haben.

Die sehr guten Ergebnisse, die mit den drei genannten Varianten 2019 erzielt wurden, konnten 2020 leider nicht in diesem Ausmaß bestätigt werden. Allerdings waren einige Rahmenbedingungen des 2020er-Versuches auch sehr ungünstig. Insbesondere Lieferverzögerungen der Versuchsmittel, die durch die Covid19-Situation bedingt waren, und ein extremer Befall des Versuchsgartens mit Echtem Mehltau gestalteten wunschgemäß gesetzte Behandlungen und die Bonituren schwierig. Das Projekt wird mindestens noch zwei weitere Jahre fortgeführt.

Echter Mehltau *Podosphaera macularis*

Normalerweise gibt es keine Probleme mit Echtem Mehltau im Öko-Hopfen – die Krankheit tritt lediglich vereinzelt in Waldrandnähe auf; direkte Sonneneinstrahlung tötet den Pilz. Die Sortenwahl ist wichtig. Die mehltaresistente Sorte Ariana sollte auf dem Markt einen höheren Bekanntheitsgrad erreichen und den Brauern schmackhaft gemacht werden. Die gefragte Hochalpha-Sorte ‚Herkules‘ hat vermutlich zu dichte Bestände für den Öko-Anbau. Heiße Tage und kühle Nächte fördern die Bildung von Tau und dadurch die Infektion der Blätter durch den Mehltau-Pilz. Eine mögliche kurative Behandlung stellt Kalium-Hydrogencarbonat (Spritzung 0,4 %) dar.

Im Kupferminimierungsversuch 2019 in der Sorte ‚Herkules‘ wurde teilweise starker Mehltaubefall beobachtet und 2020 kam es in derselben Sorte zu extremem Befall. In einem Betrieb im Anbaugebiet Tettnang, wo sich gerade eine Fläche mit ‚Herkules‘ in der Umstellungsphase befindet, gab es keine Probleme, die Fläche befindet sich aber auch nicht in einer Mehltau-gefährdeten Lage.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Es ist bekannt, dass der Einsatz von Löschkalk, also Calciumhydroxid, bei frühzeitigen Anwendungen bis zur Blüte eine gute Wirkung gegen Echten Mehltau hat. Die derzeitige Zulassung als Grundstoff umfasst aber nur die Anwendung gegen Obstbaumkrebs im Kern- und Steinobst. Eine Erweiterung der genehmigten Anwendungen von Calciumhydroxid gegen Echten Mehltau bei Hopfen wäre eminent wichtig. Hier existiert eine echte Lücke, für die es damit eine sehr einfache Lösung gäbe.

Tierische Schaderreger

Hopfen-Blattlaus *Phorodon humuli* und Quassia

Die Hopfen-Blattlaus ist im Öko-Hopfenbau eine dauerhafte Herausforderung, da die jährliche Stärke und der Verlauf der Blattlausentwicklung in den Beständen nicht prognostizierbar sind. Das Pflanzenextrakt Quassia ist als wirksames Blattlaus-Repellent bekannt und wird seit über 100 Jahren im Hopfenbau eingesetzt. Quassia soll als Grundstoff gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 gelistet werden (Antragsteller IFOAM EU). Hauptinteressierte sind Öko-Obstbauern, die Quassia gegen Apfelsägewespen einsetzen. Im Öko-Hopfen ist Quassia als derzeit einziges wirksames Mittel gegen Hopfenblattlaus aktuell ebenfalls unverzichtbar. Daher sollte Quassia als Grundstoff zumindest mit diesen beiden Indikationen verknüpft sein.

Eine internationale Task Force aus Obst- und Hopfenbau arbeitet derzeit mit Hochdruck an der Erstellung eines Dossiers mit fundierten Daten. Derzeit kommt Quassia im Rahmen von Übergangsregelungen und Notfallzulassungen zum Einsatz.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Eine interessante Beobachtung gelang 2019 während des Projekts zur Kupferminimierung. Im Versuchsgarten war ein zunächst starker Blattlausbefall zu verzeichnen, der kurz darauf zu einem massenhaften Auftreten des allochthonen Asiatischen Marienkäfers *Harmonia axyridis* führte, der sich seit 2007 im Hopfenanbaugebiet Hallertau etabliert hat und heimische Arten – allen voran den Siebenpunkt *Coccinella septempunctata* – mittlerweile völlig dominiert. Die natürlich in den Garten eingewanderten Nützlinge waren dann in der Lage, innerhalb eines Zeitraumes von drei bis vier Wochen ohne zusätzliche Behandlung die Blattläuse im Bestand komplett zu eliminieren. Daraus resultierte vermutlich ein geringer Ertragsverlust, bei der Doldenbonitur des Versuchs zur Ernte konnte aber kein Doldenbefall mit Blattläusen festgestellt werden. Nützlinge können den Blattlausbefall demnach äußerst wirksam bekämpfen, sind aber nur sehr bedingt durch die Schaffung von Lebensraum und die grundsätzliche Förderung von Biodiversität beeinflussbar und daher nicht verlässlich. Eine Alternative zu Quassia ist daher bei der Kontrolle von Hopfen-Blattläusen derzeit nicht in Sicht und die Verfügbarkeit von Quassia im Pflanzenschutz über eine Grundstoff-Listung hat höchste Priorität.

Gemeine Spinnmilbe *Tetranychus urticae*

Am Hopfenforschungszentrum Hüll werden seit Beginn der 1990er-Jahre fast alljährlich Versuche zur Spinnmilbenbekämpfung durch den Einsatz gezüchteter, allochthoner Raubmilben durchgeführt. Die Erfolge waren in den ersten Versuchen noch mäßig, doch mittlerweile kann der Raubmilbeneinsatz als eine in neun von zehn Fällen gut funktionierende Methode bezeichnet werden. Die Kosten des Raubmilbeneinsatzes sind heute mit jenen eines konventionellen Akarizid-Einsatzes vergleichbar, wobei die Ausbringung der Nützlinge jedoch mit viel manueller Arbeit verbunden ist (ca. 8-10 Akh pro Hektar). Zudem muss der Einsatz alljährlich wiederholt werden, da die effektiven, aber gebietsfremden Arten (v.a. *Phytoseiulus persimilis*) einen heimischen Winter nicht überstehen. Noch kostengünstiger ist die Übertragung von autochthonen Raubmilben aus dem Weinbau (v.a. *Typhlodromus pyri*) in den Hopfen über Bogruten oder Frostruten, die beim Winter- bzw. Frühjahrschnitt regelmäßig als Abfall anfallen (Abb. 5); hierbei ist lediglich die Arbeitszeit für den Transport und die Ausbringung ein signifikanter Kostenfaktor.



Abbildung 22 Transfer von Frostruten mit Raubmilbenbesatz aus dem Weinbau in einen Öko-Hopfengarten (Benzendorf bei Schnaittach, Mittelfranken, 15.05.2018; Foto: F. Weihrauch).



Abbildung 23 Versuchs-Hopfengarten mit gut entwickelter Rohrschwengel-Untersaat als Überwinterungsquartier von Raubmilben in den Fahrgassen (Oberulrain, Hallertau, 26.05.2020; Foto: F. Weihrauch).

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Die heimischen Raubmilbenarten aus dem Weinbau könnten bei entsprechendem Management der Bestände analog zum Wein- oder Obstbau auch im Hopfen dauerhafte Populationen bilden, die für eine nachhaltige Spinnmilbenkontrolle sorgen. Das Hauptproblem der Kultur Hopfen ist, dass durch die Entfernung der kompletten Hopfenrebe zur Ernte im Winter keine geeigneten Strukturen zur Überwinterung von Raubmilben im Feld existieren. Daher stand in

den letzten Jahren im Rahmen von zwei BÖLN- Projekten am Hopfenforschungszentrum Hüll insbesondere die Förderung und Etablierung von Raubmilben im Vordergrund, wobei ein nachhaltiger Populationsaufbau der Nützlinge untersucht wurde. Eine realistische Möglichkeit besteht in der Anlage winterharter Untersaaten in den Fahrgassen, die als Überwinterungsquartier für Raubmilben dienen können. Hier haben sich zwei Varianten als möglicherweise praxistauglich herauskristallisiert: Zum einen eine Grünlandmischung aus acht Gräsern und sechs Leguminosenarten, die u.a. Wiesenfuchsschwanz *Alopecurus pratensis*, Wiesenrispe *Poa pratensis* und Wiesenschwingel *Festuca pratensis* enthält, und zweitens Rohrschwingel *Festuca arundinacea* (Abb. 6). Ein weiterer Ansatz für eine umweltverträgliche Pflanzengesundheitsstrategie ist das Phänomen einer induzierten Resistenz (Systemic Acquired Resistance, SAR) von Hopfenpflanzen gegen Spinnmilben. Hierzu liegen bis dato nur kursorische Beobachtungen vor, die im Rahmen eines fünfjährigen Projekts genau untersucht und verifiziert werden sollen. Ein entsprechender Projektantrag wurde bereits vollständig bei der DBU eingereicht und dort bewertet; eine Entscheidung durch das Kuratorium der DBU wird für das Frühjahr 2021 erwartet.

Bis zur endgültigen Praxisreife der Spinnmilbenkontrolle durch etablierte Raubmilbenpopulationen und ggf. induzierter Resistenz ist allerdings noch ein Stück Weg zurückzulegen. Dazu kommt die marktbedingte aktuelle Sortenverlagerung auf späte Sorten wie ‚Mandarina Bavarica‘ mit Erntebeginn erst Mitte September, die definitiv auch bei Spinnmilbenbefall zu wesentlich größeren Problemen führt, da die Population in einem schönen Herbst noch binnen kurzer Zeit an den Pflanzen explodieren kann. In mehreren Betrieben wird daher seit Jahren versucht, die Spinnmilbenentwicklung durch regelmäßige Molke-Spritzungen zu kontrollieren, was aber andererseits zu großen Problemen bei der Schonung von natürlich vorkommenden Nützlingen führt.

Trotz aller zeitweiser Rückschläge muss es also langfristiges Ziel sein, dass zur Spinnmilben-Bekämpfung auf regelmäßiges Molke-Spritzen verzichtet werden kann und der Einsatz bzw. die Etablierung von Raubmilben als gut funktionierendes Regulativ für die Spinnmilben sich durchsetzen – idealerweise im Zusammenspiel mit induzierter Resistenz der einzelnen Hopfenbestände gegen Spinnmilben. Dazu bedarf es natürlich weiterer intensiver Forschungsarbeiten.

Hopfen-Erdfloh *Psylliodes attenuatus*

Der Hopfen-Erdfloh stellt im Öko-Hopfenbau bereits seit langem ein großes, nicht gelöstes Problem dar und wird vermutlich an Bedeutung noch zunehmen. Die in zwei Jahren (2017, 2018) in einem Versuchsgarten (Sorte ‚Saphir‘) ermittelte ‚Jahresproduktion‘ von mindestens 6 Millionen erwachsener Käfer im Hochsommer, d.h. 3.000 Erdflöhe pro Hopfenpflanze, belegt den extremen Schädlingsdruck. Die bis dato einzige bekannte Option der Erdflohbekämpfung im Öko-Hopfenbau ist das arbeitsintensive Streuen von feinstem Gesteinsmehl (z.B. Diabas-Urgesteinsmehl) auf die austreibenden Pflänzchen im zeitigen Frühjahr zu deren Schutz vor Erdflohfraß.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Bei einem Exaktversuch im Frühjahr 2020 wurde geprüft, ob das Problem im Frühjahr durch die Anwendung von sehr fein vermahlenem Gips (1 t/ha) oder von Kieselgur als Alternative zu der oben beschriebenen Behandlung mit Gesteinsmehl besser in den Griff zu bekommen wäre. Die Bonituren ergaben, dass Kieselgur deutlich schlechter und Gips nicht besser wirkt als Urgesteinsmehl.

Es gilt dabei allerdings zu bedenken, dass – bedingt durch den Lebenszyklus der Käfer – die Hopfen-Erdflöhe neben dem Frühjahrsbefall zu einem zweiten saisonalen Schaden am Hopfen führen. Die überwinterten Tiere, die für den Frühjahrsschaden verantwortlich sind, legen im Mai Eier in den Boden und sterben dann ab. Nach einer etwa sechswöchigen Larvenphase

schläpft die neue Generation ab Ende Juli und frisst dann an den Blüten und sich entwickelnden Dolden (Abb. 7). Dieser Fraß bleibt zwar für die Landwirte bei voll entwickelten Hopfenbeständen eher unauffällig, ist jedoch der größere wirtschaftlich relevante Schaden. Der Fokus der Erdflohbekämpfung im Öko-Hopfenbau sollte daher eher auf der einfacheren Bekämpfung der Larven liegen, die sich relativ konzentriert im Juni im Bereich der Hopfen-Bifänge aufhalten. Es wurde bereits über zwei Jahre (2017, 2018) versucht, die Larven über entomopathogene Pilze (*Metarhizium anisopliae*, Stamm Ma43; und *Metarhizium brunneum*, Stamm C15) zu bekämpfen – diese Versuche blieben leider erfolglos. Ein aktuell laufender Versuch aus dem Jahr 2020 hat ebenfalls die Larvenbekämpfung im Bifang im Fokus, diesmal über Nematodeneinsatz (*Steinernema feltiae*, *Heterorhabditis bacteriophora*). Nach Applikation der Nematoden am 22. Juni wurde der Imaginalschlupf der Hopfen-Erdflöhe neun Wochen lang, bis kurz vor der Ernte, über Photoektoren exakt erfasst. Dabei konnten wiederum keinerlei aussagekräftige Unterschiede zwischen Nematoden-Parzellen und der unbehandelten Kontrolle ermittelt werden.

Die Bedeutung der Erdfloh-Bekämpfung im Öko-Hopfen wird auch dadurch belegt, dass sich in den Jahren 2015 bis 2018 ein großes, dreijähriges Forschungsprojekt, finanziert vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF), mit dieser Fragestellung befasst hatte. Hauptziel dieses Projekts war die Identifikation eines artspezifischen Pheromons für den Hopfen-Erdfloh, um über die gezielte Anlockung der Tiere („attract & kill“) die Populationen zu reduzieren – dies blieb leider erfolglos, das Pheromon ist immer noch unbekannt. Bei der Entwicklung einer nachhaltigen Methode zur Reduzierung der Erdfloh-Populationen in den Öko-Hopfengärten auf ein verträgliches Maß herrscht also noch hoher Forschungsbedarf.



Abbildung 24 Die neue Generation des Hopfen-Erdflohs frisst bevorzugt an Blüten und jungen Hopfendolden (Haushausen bei Wolnzach, Hallertau, 20.07.2015; Foto: F. Weihrauch).

4.2.5. Strategiepapier zur Weiterentwicklung der Strategien zur Gesunderhaltung von Pflanzen im ökologischen Birnenanbau

4.2.5.1. Einleitung

Der ökologische Birnenanbau in Deutschland hat in den letzten Jahren einen durchschnittlichen Anteil von ca. 2 % an der deutschen Kernobstproduktion. Um die Nachfrage nach ökologisch erzeugten Birnen in Deutschland zu decken, wird derzeit aus anderen Ländern Ware importiert. Immer wieder wird von den Produzenten angemerkt, dass der Birnenanbau gegenüber dem Apfelanbau risikoreicher ist und somit der Anteil der Birnenflächen auf den Betrieben geringgehalten wird.

Betriebe, die in der Vergangenheit vom konventionellen Anbau auf den biologischen Anbau umgestellt haben, verzeichneten häufig einen Rückgang der Erträge bei schlechter werdenden Qualitäten. Des Weiteren kommen Birnenjunganlagen schlecht in den Ertrag.

Die Pflanzengesundheit spielt eine entscheidende Rolle bei der Bewirtschaftung produktiver Öko-Birnenanlagen. Wichtig sind ökotaugliche Sorten und Sorten-Unterlagen-Kombinationen. Hier fehlt es an Informationen. Außerdem liegt nicht für alle Schaderreger und Krankheiten, eine effiziente Strategie zur Gesunderhaltung der Birnenanlagen vor.



Abbildung 25 Öko-Birnen (Jürgen Zimmer)

4.2.5.2. Aktuelle Herausforderungen Sorten- und Unterlagenwahl

Während beim Apfel ein Netzwerk Sorten vorhanden ist, in welchem neue Sorten unter Öko-Bedingungen geprüft werden und für ältere Sorten genügend Informationen über die Ökotalgung vorliegen ist dies bei der Birne nicht der Fall.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Ein vergleichbares Vorgehen wie beim Apfel, also eine systematische Prüfung neuer Birnensorten unter Bedingungen des Ökolandbaus ist notwendig. Um die fehlenden Erfahrungswerte bei älteren Birnensorten auszugleichen braucht es zudem eine Erfassung der Ökotalgung dieser Sorten.

Die Sortenprüfung unter Öko-Anbaubedingungen in verschiedenen Regionen: Prüfung neuer für den ökologischen Anbau geeigneten Sorten beziehungsweise Sorten-Unterlagenkombinationen. Im Birnenanbau sind eine Vielzahl an Unterlagen und Birnensorten vorhanden, dadurch ist es schwierig, geeignete Empfehlungen auszusprechen. Der Ertrag und die Anfälligkeit gegenüber Schaderregern verschiedener Sorten ist auch immer stark von den Standortfaktoren abhängig. Es wäre sinnvoll, Birnensorten, die sich im konventionellen Anbau in der Vergangenheit als interessant gezeigt haben, auch im biologischen Anbau unter Berücksichtigung der Anfälligkeit gegenüber verschiedenen Krankheitserregern zu testen. Interessante und neue Sorten sollten auf ihre Verträglichkeit gegenüber diesen Pflanzenschutzmitteln wie zum Beispiel Schwefel geprüft werden.

Züchtung: Neben den bereits vorhandenen Züchtungsprogrammen im ökologischen Apfelanbau ist es wichtig, auch bei Birnen eine – möglichst ökologische - Züchtung zu etablieren, die auf eine Widerstandsfähigkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen auf breiter genetischer Basis ausgerichtet ist.

Tierische Schaderreger Rotbeinige Baumwanze

In den vergangenen Jahren hat sich in einigen Regionen Deutschlands die rotbeinige Baumwanze (*Pentatoma rufipes* (L.)) vermehrt in Birnenanlagen zum Schädling entwickelt, der die Öko-Birnenproduktion teilweise zum Erliegen gebracht hat. Die rotbeinige Baumwanze verursacht durch ihre stechend-saugenden Mundwerkzeuge deformierte Früchte und es kommt zur Steinfrüchtigkeit. Neben der Pflanzenfamilie der Rosengewächse (Rosaceae), zu welcher auch die Birne (*Pyrus*) gehört, leben die Wanzen auch bevorzugt auf Laub- und Nadelgehölzen. Sowohl die adulten Tiere, als auch die Larven ernähren sich von Knospen, jungen Trieben, reifenden Früchten, aber auch von Eiern, Larven und Puppen anderer Insekten.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Bisher steht den Anbauern von Birnen keine effektive und zuverlässige Regulierungsstrategie gegen die rotbeinige Baumwanze zur Verfügung. Beobachtungen der Vergangenheit haben gezeigt, dass es besonders wichtig ist, den Populationsdruck von Anfang an mittels Klopfproben zu beobachten, um frühzeitig agieren zu können, damit sich eine Population nicht erst in der Anlage aufbauen und etablieren kann. Weiterhin haben Untersuchungen von Trautmann und Wetzler (2010) gezeigt, dass ältere Birnenanlagen mit borkiger und rissiger Rinde besonders gute Überwinterungsverstecke bieten. Wichtig scheint es daher, bei Junganlagen von Anfang an Maßnahmen zu ergreifen, die eine glatte Rinde des Baumes fördern (z.B. Applikation von Löschkalk in der Vegetationsruhe).



Abbildung 26 Fruchtschaden und adulte der Rotbeinigen Baumwanze (Jürgen Zimmer)

Als direkte Bekämpfungsmaßnahme kommt derzeit nur die Nutzung des Nebeneffekts auf die rotbeinige Baumwanze einer Behandlung mit Pyrethrumpräparaten zur Regulierung des Birnenknospenstechers in Frage. Dies kann zwar den Befallsdruck reduzieren, ist allerdings in stark befallenen Anlagen oft nur unzureichend wirksam. Die Nebenwirkungen des Einsatzes dieses breit wirksamen Insektizides sind ebenfalls zu berücksichtigen.

Einen neuen Lösungsansatz zur Regulierung der Baumwanze könnte die Entwicklung von Pheromonfallen darstellen. Hier steht bisher noch kein geeigneter Lockstoff zur Verfügung. Im Rahmen einer Masterarbeit in 2013 an der Universität Hohenheim in Zusammenarbeit mit der FÖKO (König, 2014) wurden die beiden Pheromone Methyl E2, E3, Z6-decatrienoate und MethylE2, Z4-decatrienoate ohne Erfolg getestet.

Weiterhin könnte die Suche nach geeigneten Insektenpathogenen einen weiteren Baustein zur Regulierung der rotbeinigen Baumwanze darstellen. Vorhandene bereits zugelassene Insektenpathogene werden zurzeit in einem BÖLN-Projekt (INSEKTOEKOOBST, Az 2815OE074/2815OE116) geprüft. Die Ergebnisse sind aber eher nicht vielversprechend. Allerdings gibt es in diesem Projekt erste Ergebnisse, dass eine Mischung aus Neudonsan NEU und Trifolio-S-forde eine Alternative zum Einsatz von Pyrethrumpräparaten darstellen kann (Alkarrat et al., 2020). Des Weiteren wird das Vorhandensein natürlicher Gegenspieler untersucht. Eiparasitoide der Gattung *Trissolcus spec.* wurden bereits gefunden (Alkarrat et al., 2020).

Die Bedeutung dieser Parasitoide, von entomopathogenen Pilzen sowie von Gegenspielern der adulten Wanzen wie Raupenfliegen muss noch genauer geklärt werden, um sie möglichst effektiv in Regulierungsstrategien einzubinden.

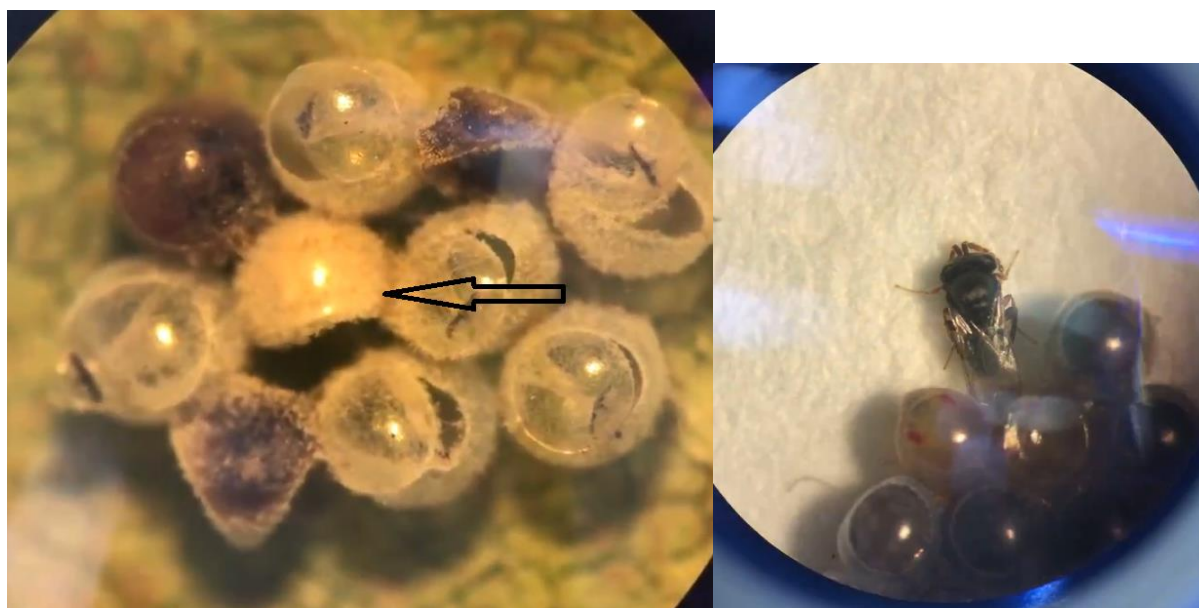


Abbildung 27 Verpilzte (Pfeil) und parasitierte Eier der Rotbeinigen Baumwanze (Alkarrat). Eiparasitoid (Jürgen Zimmer)

Nach Zimmermann und Trautmann (2018) könnte die SAMURAI-Schlupfwespe aus Asien ein geeigneter Gegenspieler zur neu auftretenden marmorierten Baumwanze darstellen, da im Gegensatz zu unseren heimischen Schlupfwespen, die Samurai Schlupfwespe an Eigelegen der marmorierten Baumwanze nachgewiesen wurde. Damit könnte die asiatische Schlupfwespe auch als Gegenspieler zur rotbeinigen Baumwanze in Betracht gezogen werden. Allerdings ist es derzeit nicht geklärt, ob diese bei uns nicht heimische Schlupfwespe dem invasiven Schädling folgend eingeführt werden darf, ähnlich, wie dies früher bei der Blutlauszehrwepe oder den Parasitoiden der San Jose Schildlaus erfolgte.

Birnblattsauger

Der Befall mit Birnblattsauger kann in Birnenanlagen einen erheblichen Schaden anrichten. Besonders schädigend sind die Larven der zweiten Generation, welche ab Ende Mai schlüpfen und an Blütenbüscheln, Triebspitzen und Blättern saugen. Des Weiteren werden die Blätter und Früchte durch ihre starke Honigtauproduktion verschmutzt und Rußtaupilze können sich ansiedeln. Der Birnblattsauger kann auch Überträger der Phytoplasmoserkrankheit „Birnenverfall“ (Pear decline) sein.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Stark wüchsige Anlagen gelten als besonders gefährdet. Deshalb muss auf eine angepasste Stickstoffdüngung und einen angemessenen Schnitt geachtet werden, um die Bäume möglichst ruhig zu halten.



Abbildung 28 *Anthocoris* (Jürgen Zimmer), und Blühstreifen (Jutta Kienzle)

Blumenwanzen (*Anthocoris nemoralis*) zählen zu den wichtigsten Räufern, die den Birnblattsauger rasch unter Kontrolle bringen können. Problem hierbei ist, dass die Wanze erst in bereits befallene Anlagen einwandert und somit der Schaden bereits beträchtlich sein kann. Daneben zählen auch Ohrwürmer, Florfliegen, Marienkäfer und Zehrwespen zu den Nützlingen. Die Schaffung

von strukturreichen Hecken, Blühstreifen, Hochstaudensäumen etc. können allgemein das Vorkommen natürlicher Gegenspieler fördern. Besonders Blühstreifen in der Fahrgasse könnten hier wichtig sein. Die Behandlung von Baumwanzen und Gallmücken vor der Blüte mit Pyrethrumpräparaten kann wiederum bereits aufgebaute Nützlingspopulationen schädigen und ein Grund für den Befall mit Birnblattsauger sein. Nur im Rahmen einer Gesamtstrategie für die Insektenregulierung in Birnen kann hier eine sinnvolle Regulierungsstrategie ausgearbeitet werden.

Zurzeit steht den Birnenanbauern in der ökologischen Produktion kein Präparat zur Verfügung, das einen starken Befall ausreichend reduzieren kann. Momentan ist die Spritzung von Schmierseifenpräparaten, um den Honigtau abzuwaschen und die Nymphen zu schädigen, in der Praxis üblich. Allerdings bringen diese Behandlungen bei starkem Befall meist kein zufriedenstellendes Ergebnis. Außerdem ist das Präparat Kumar, auf Basis von Kaliumhydrogencarbonat, gegen den Birnblattsauger zugelassen. Durch die Veränderung des pH-Wertes soll der Honigtau abgewaschen werden.

In südlichen Ländern konnten gute Ergebnisse durch Behandlungen mit Azadirachtin-haltigen Mitteln gegen den Birnblattsauger erzielt werden. Diese Präparate hat in Deutschland in der Kultur Birne jedoch keine Zulassung, da es an vielen Birnensorten phytotoxikologische Schäden verursacht.

Birnengallmücke

Die Birnengallmücke kann lokal und besonders an jungen Birnenbäumen erheblichen Schaden anrichten. Im Frühjahr bei warmer und trockener Witterung schlüpfen die adulten Birnengallmücken und legen in die sich öffnenden Blüten Eier ab. Nach dem Schlupf dringen die Larven in den Fruchtknoten ein und zerstören das Gewebe. Die befallenen Früchte zeigen gegenüber den nicht befallenen ein rascheres Wachstum und sind rundlich deformiert. Später werden sie schwarz und fallen vorzeitig ab.



Abbildung 29 Schaden Gallmücke (Jürgen Zimmer)

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Erfahrungen aus der Praxis haben gezeigt, dass frühblühende Sorten wie Alexander Lukas und Novembra besonders stark befallen werden. Daher kann die Sortenwahl eine vorbeugende Maßnahme darstellen. Das Auspflücken befallener Früchte und die anschließende Vernichtung dieser ist sehr zeitaufwendig und bringt in der Praxis oft nicht den erwünschten Erfolg. Die Förderung von Nützlingen kann weiterhin eine vorbeugende Maßnahme darstellen. Es gibt eine Reihe von Parasitoiden und Vögel, welche die sich zum Boden herablassenden Larven fressen. Auch Hühner, die Larven in der Anlage zum Zeitpunkt des Ausbohrens aus der Frucht picken, könnten diese Larven ggf. dezimieren.

Derzeit steht dem biologischen Anbau kein zugelassenes Pflanzenschutzmittel zur direkten Regulierung zur Verfügung. Der Nebeneffekt der Behandlung mit Pyrethrine und Rapsöl gegen den Birnenknospenstecher kann zur Bekämpfung der Birnengallmücke nützlich sein. Allerdings ist die Terminierung einer Behandlung schwierig, da die Mücken sehr früh schlüpfen und eine lange Flugzeit haben. Außerdem ist es schwierig, den Schlupftermin der adulten Mücken zu bestimmen. Von mehreren Behandlungen mit Pyrethrine und Rapsöl ist wiederum ein negativer Effekt auf die Nützlingsfauna zu erwarten, die zur Reduktion der Population des Birnblattsaugers beiträgt. Derzeit fehlen Strategieansätze für eine erfolgreiche Regulierung dieses Schaderregers.

Pilzliche Schaderreger Schorf (Grindschorf)

Der Birnenschorf (*Venturia pirina*) unterscheidet sich vom Apfelschorf (*Venturia inaequalis*) dadurch, dass auch die Triebe befallen werden und auf diesen fortlaufend Konidien gebildet und ausgebreitet werden. Der Birnenschorf überwintert somit sowohl als Ascosporen als auch

als Konidien auf dem Baum. Besonders stark befallen vom Grindschorf sind wachstumsstarke Sorten mit spätem Triebabschluss.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Zu den vorbeugenden Maßnahmen zählt wie bei der Strategie zur Regulierung des Apfelschorfes, die Förderung des Laubabbaus durch Hefen, Vinasse oder mittels eines Laubsaugers, um das Ascosporenpotential für das darauffolgende Jahr zu verringern.

Außerdem ist die Sortenwahl von zentraler Bedeutung. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass Erfahrungen aus der Praxis gezeigt haben, dass weniger feuerbrandanfällige Sorten oft schorfanfälliger sind.

Momentan steht den Anbauern nur Kupfer als effektives Präparat zur Verfügung. Problem ist, dass es sehr schwer ist den Grindschorf zu bekämpfen, wenn er sich einmal in einer Birnenanlage etabliert hat. Die meisten Birnensorten reagieren sehr empfindlich auf Schwefel. Schwefel verringert sortenspezifisch den Ertrag und kann zu mehr Berostung und Sonnenbrand führen. Kaliumhydrogencarbonate zeigen zwar auch einen gewissen Wirkungsgrad gegen den Birnenschorf, dieser liegt aber deutlich unter dem von Kupfer. Zu phytotoxischen Schäden durch die Carbonate liegen noch keine Ergebnisse vor.



Abbildung 30 Grindschorf (Jürgen Zimmer)

Bakterielle Schaderreger
Feuerbrand

Die Bakterienkrankheit Feuerbrand (*Erwinia amylovora*) kommt in allen Obstanbauregionen von Deutschland vor, vermehrt jedoch in den wärmeren Regionen. Die Feuerbrandbakterien befallen sowohl die Blätter als auch die Blüten, welche sich dunkel verfärben und absterben; an den Befallsstellen tritt Bakterien Schleim heraus.

Hochanfällige Pflanzen wie Weißdorn, Mispel oder Eberesche, welche zum Beispiel in Windschutzhecken, Kleingärten oder öffentlichen Grünanlagen in der Nähe einer Obstanlage wachsen, können eine Epidemie auslösen. Die Sorten Williams Christ und Conference zeigten sich in einigen Regionen besonders anfällig für den Befall mit Feuerbrand.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Befallsprognose durch das Maryblyt Modell: Das Maryblyt Modell berechnet aus Wetterdaten das Risiko für eine Blüteninfektion durch den Feuerbranderreger. Für eine Blüteninfektion müssen vier Bedingungen erfüllt werden: die Blüte muss offen sein, eine bestimmte Summe von Grad-Stunden seit Blühbeginn muss erreicht werden, Blattnässe oder Niederschlag müssen einen bestimmten Wert erreichen und die Tagesdurchschnittstemperatur muss über 15,6 °C liegen.

Zu den vorbeugenden Maßnahmen gehört die ständige Kontrolle der Anlagen und das weite Herausschneiden von Infektionsstellen. Schnittwerkzeuge sollten regelmäßig desinfiziert werden und gerodete Bäume und Schnittgutreste vernichtet werden. Außerdem sollte bei der Sortenwahl weniger anfällige Sorten berücksichtigt werden. Die Sorte Conference gilt als besonders anfällig, Alexander Lucas dagegen als resistent.

Alle bisher relevanten Maßnahmen richten sich auf die Hemmung der Ausbreitung des Erregers. Im Rahmen der der BÖLN-Projekte Nr. 03OE524/4 und 03OE524/4F wurde eine Baustrategie zur Regulierung des Feuerbrandes im Ökologischen Obstbau erarbeitet. Sie stützt sich auf die Sortenwahl (Verzicht auf die Sorte Conference, Anbau von toleranten Sorten) die Regulierung des Triebwachstums, das rechtzeitige Entfernen der Befallsstellen und die Ausbringung von antagonistisch wirkenden Hefen (*Aureobasidium pullulans*, Präparat BlossomProtect™), die eine Besiedelung der Eintrittspforten durch den Feuerbranderreger verhindern sollen, in Kombination mit Präparaten zur allgemeinen Gesunderhaltung der Pflanzen. Eine mäßige Stickstoffdüngung ist in dieser Strategie ebenfalls sehr wichtig.

Ab Blühbeginn kann Kupferhydroxid zur Minderung des Infektionspotenzials appliziert werden. Aber auch hierbei steigt das Berostungspotential der Früchte stark an.

Birnenverfall (Pear decline)

Beim Birnenverfall besiedeln zellwandlose Bakterien, sogenannte Phytoplasmen, das Phloem von Birnenpflanzen. Auch Quitten können von den Phytoplasmen befallen werden. Zu den wichtigsten Überträgern des Birnenverfalls zählen phloemsaugende Insekten wie der Birnblattsauger, aber auch durch Pfropfung und Wurzelverwachsung kann eine Infektion erfolgen. Man unterscheidet zwischen einem langsamen und einem schnellen Verfall. Der langsame Verfall zeigt sich durch ein reduziertes Triebwachstum, verkleinerte und aufgehellte Blätter, die sich im Spätsommer rötlich verfärben sowie einen verringerten Fruchtansatz und verringerten Fruchtgrößen. Beim schnellen Verfall sterben die Pflanzen hingegen innerhalb weniger Wochen. Die Birnensorte Xenia^R gilt als besonders anfällig für den Birnenverfall.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Zu den indirekten Maßnahmen zählen die Regulierung von Überträgern der Krankheit, die Verwendung von gesundem Pflanz- bzw. Vermehrungsmaterial, sowie die Vernichtung von befallenen Bäumen. Auch bei der Sortenwahl muss diese Krankheit berücksichtigt werden. Eine direkte Bekämpfung des Birnenverfalls ist derzeit nicht möglich. Alle Maßnahmen beziehen sich derzeit auf vorbeugende Maßnahmen

Bakterielle Blütenbrandinfektion (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae*)

Die typischen Symptome von einer Blütenbrandinfektion, hervorgerufen durch den Erreger *Pseudomonas syringae* pv. *Syringae*, ähneln im frühen Stadium sehr den Symptomen, welche durch eine Feuerbrand-Infektion hervorgerufen werden und sind nur durch einen Labortest zu unterscheiden. Neben abgestorbenen Blütenknospen zeigen sich an Blattoberflächen und Fruchtschale rote Flecken, die sich im Laufe der Vegetation schwarz verfärben. Auch an jungen Trieben können schwarze Flecken auftreten.

Die Sorten Lucas, Conference, Williams und ganz besonders Xenia^R zeigten in der Vergangenheit einen höheren Befall als andere Birnensorten.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Zu den indirekten Maßnahmen gehören ein angepasster Schnitt sowie eine angepasste Düngung

Zu den direkten Maßnahmen zählen Behandlungen mit Kupfer, Löschkalk oder/und schwefelsaurer Tonerde (Ergebnis aus AK Birnen 2015-2017: „Aufbau eines regionalen partizipativen Arbeitsnetzes zur Weiterentwicklung des Ökologischen Obstbaus“).

4.2.6. Strategiepapier zur Weiterentwicklung der Strategien zur Gesunderhaltung von Pflanzen im ökologischen Beerenanbau

4.2.6.1. Einleitung

Die Anbauformen im ökologischen Beerenanbau sind je nach Kulturart sehr unterschiedlich und müssen hinsichtlich der Beschreibung von Anbaustrategien getrennt betrachtet werden. Erdbeeren werden überwiegend als 1 bis max. 2-jährige Kultur angebaut und sind in der Kulturführung dem Gemüsebau ähnlich. Strauchbeerenobst (Himbeeren, Brombeeren, Johannisbeeren, Stachelbeeren, Heidelbeeren und Sonstiges) werden für den Frischmarkt anders kultiviert als für den Markt für Verarbeitungsware. Sie werden als Dauerkultur angebaut mit einer Standzeit von bis zu 20 Jahren.

Der Anbau von ökologischem Beerenobst erfolgt oft in kleineren direktvermarktenden Betrieben mit einem weiten Sortiment an obstbaulichen oder gemüsebaulichen Kulturen. Mit der steigenden Nachfrage nach ökologischen Produkten und den höheren Anforderungen an die äußere Qualität der Produkte bei einer Vermarktung über den Großhandel, entwickelten sich in letzter Zeit zunehmend größere auf wenige Beerenkulturen spezialisierte Betriebe.

Ein langfristig erfolgreicher Anbau von Beerenobst ist nur möglich, wenn alle zur Verfügung stehenden vorbeugenden Maßnahmen konsequent genutzt werden.

Dazu zählen:

- Standortwahl und Vorbereitung der Fläche
- Sortenwahl und Einsatz von gesundem Pflanzgut
- Erziehung und Schnitt
- Förderung von Nützlingen in der und um die Obstanlage
- Angepasste Nährstoffversorgung
- technische Hilfsmittel wie Fallen, Regenschutz und Insektennetze
-

Der Einsatz von ökologischen Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmittel ist dort sinnvoll, wo andere vorbeugende Maßnahmen nicht ausreichen bzw. nicht zur Verfügung stehen.

In den folgenden Abschnitten werden die wichtigsten Maßnahmen zur Gesunderhaltung kulturspezifisch dargestellt.

4.2.6.2. Pflanzgesunderhaltungsstrategien im ökologischen Beerenanbau Erdbeeranbau

Als wichtigster Baustein zur Gesunderhaltung der Erdbeerkultur ist die Begrenzung der Anbauzeit auf 1 bis 2 Jahre und die Einhaltung eines Fruchtwechsels mit einer Anbaupause von mind. 4 Jahren, besser noch länger. Mit diesen Maßnahmen möchte man erreichen, dass bodenbürtige Krankheiten (insbesondere *Verticillium dahliae*, *Phytophthora cactorum*), Blattkrankheiten (z.B. Blattfleckenkrankheiten, Echter Mehltau), oder auch div. Fruchtfäulen (*Botrytis*, Lederfäule) unterdrückt werden. Die Laubdichte im Erdbeerbestand nimmt von Jahr zu Jahr durch Ausläufer- und Rhizombildung zu. Dies verhindert eine schnelle Abtrocknung

nach Tau oder Regen. Pilzkrankheiten können sich im Bestand verstärkt ausbreiten. Eine mehrjährige Anbaupause führt zu einer Reduzierung der Mikrosklerotien im Boden, mittels derer bodenbürtiger Krankheiten überdauern können. Durch geeignete Vorkulturen werden Samen- und Dauerunkräuter unterdrückt, der Boden durchlüftet und mit ausreichend Nährstoffen versorgt. Mikrosklerotien können so durch bestimmte Vorkulturen unterdrückt, bzw. an der Ausbreitung gehindert werden.

Weitere Maßnahmen die zur Reduzierung der Laubdichte und zu einer Verringerung des Ausgangspotentials von Blatt- und Fruchtkrankheiten führen werden angewendet:

- Entfernung von altem abgestorbenem Laub nach dem Winter
- 1 bis 2-maliges Abmulchen der Blätter nach der Ernte
- Entfernen von Ausläufern
- Ausbrechen überzähliger Rhizome im Sommer (wird z.T. versuchsmäßig angewendet)
- angemessene Stickstoffversorgung um starkes Blattwachstum zu vermeiden und die Widerstandsfähigkeit gegenüber Krankheiten und Schaderreger zu erhöhen

Die Begrenzung auf eine Anbauzeit von 1 bis 2 Jahren hilft auch gegen eine zu starke Ausbreitung bestimmter tierischer Schaderreger. Hier wären insbesondere Spinnmilben (*Tetranychus urticae*) und Erdbeermilben (*Phytonemus pallidus*) zu nennen.

Eine direkte Bekämpfung von Krankheiten und Schaderreger mittels Pflanzenschutzmittel bzw. eine vorbeugende Behandlung mit Pflanzenschutz oder Pflanzenstärkungsmitteln wird im ökologischen Anbau selten durchgeführt. Vereinzelt wird im Freilandanbau Botector (*Aureobasidium pullulans*) gegen Botrytis eingesetzt. Im Tunnelanbau kann es zu PSM-Anwendungen gegen Blattläuse, Spinnmilben oder Echten Mehltau kommen.

Für eine erfolgreiche Kulturführung im Ökologischen Erdbeeranbau gehört die Auswahl von widerstandsfähigen Sorten gegenüber Krankheiten und Schaderreger, da direkte Regulierungsmaßnahmen nur eingeschränkt möglich sind. Aus demselben Grund ist es wichtig, gesundes Pflanzmaterial ohne Befall mit Krankheiten und Schaderreger zu verwenden. Trotzdem können zur Erntezeit insbesondere bei feuchter Witterung Probleme mit Fruchtfäulen auftreten. Durch sauberes Auspflücken befallener Früchte (Botrytis, Lederbeerenfäule) und das Entfernen aus dem Erdbeerfeld lässt sich der Krankheitsdruck reduzieren. Das Einlegen von Stroh vor der Ernte ist eine Standardmaßnahme und hält die Früchte sauber und trocken.

Eine besondere Herausforderung im ökologischen Freilanderdbeeranbau ist das Beikrautmanagement. Wie oben erwähnt ist die Vorbereitung der Fläche durch geeignete Vorkulturen ein wichtiger Baustein um den Ausgangsdruck an Beikräutern zu reduzieren. In der Kultur hat man die Möglichkeit mittels Striegel, Fingerhacke und Gänsefußscharen sowie Reihenfräsen den Beikrautbesatz gering zu halten und den Aufwand für die Handhacke zu verringern.

Insgesamt stellen die Maßnahmen zur Kulturpflege im ökologischen Erdbeeranbau einen hohen arbeitswirtschaftlichen Aufwand dar.

Besonders in den deutschen Frühgebieten nimmt der Anbau von ökologischen Erdbeeren im Folientunnel zu. Dabei entstehen Herausforderungen, die mit anderen Strategien als im Freilandanbau begegnet werden müssen.

Die Folientunnel halten Blätter und Früchte trocken. Der Befall der Früchte durch Fruchtfäulen nimmt deutlich ab. Andererseits kann der Druck durch bestimmte tierische Schaderreger aufgrund der speziellen kleinklimatischen Bedingungen deutlich zunehmen. Gegen diese Scha-

derreger (Spinnmilben, Blattläuse, Erdbeermilben) kommen zunehmend Nützlinge zum Einsatz. Der Einsatz von Nützlingen führt aber nur bei rechtzeitigem, fachgerechten Einsatz zum Erfolg.

Zur Beikrautunterdrückung kommen aufgrund einer eingeschränkten maschinellen Bearbeitbarkeit im Folientunnel oft Mulchfolien zum Einsatz.

Der Anbau im Folientunnel erfordert vom Betriebsleiter ein hohes Maß an Kenntnissen über die Kulturführung.

Strauchbeerenobst

Strauchbeerenanlagen werden überwiegend für viele Jahre angelegt. Somit kommt der Standort- und Sortenwahl eine entscheidende Rolle für einen vorbeugenden Pflanzenschutz zu. Werden dabei Fehlentscheidungen getroffen wirkt sich dies über die gesamte Standzeit der Anlage aus. Vorwiegend sollten robuste Sorten für den ökologischen Anbau zum Einsatz kommen. Weiterhin spielt die Vorbereitung der Fläche vor der Pflanzung eine wichtige Rolle für die spätere Entwicklung der Kultur. Bodenverdichtungen, Beikräuter können vor der Pflanzung besser reguliert werden, die Einarbeitung von Humus oder anderen organischem Material ist nach der Pflanzung nur eingeschränkt möglich.

Eine hohe biologische Diversität in und um der Obstanlage fördert das Vorkommen möglicher Nützlinge und beugt eine zu starke Vermehrung bestimmter tierischer Schaderreger vor. Aktuell findet dieses Thema wieder stärkere Bedeutung.

Zur Vorbeugung gegen die Ausbreitung pilzlicher Schaderreger werden durch geeignete jährliche Schnitt- und Erziehungsmaßnahmen die Bestände offen und luftig gehalten, überzählige Bodentriebe werden entfernt, um eine Verbuschung zu verhindern. Weiterhin setzen ökologisch wirtschaftende Betriebe insbesondere die N- Düngung zurückhaltender ein, um nicht durch zu starkes Wachstum einen höheren Schaderregerbefall zu provozieren.

Ob eine Strauchbeerenobstkultur im Betrieb erfolgreich angebaut werden kann, hängt auch wesentlich von einem gut funktionierenden Unkrautmanagement ab. Die Bearbeitung in den Reihen erfolgt mittels mechanischen Reihenhackgeräten, die auch im Baumobst oder Weinbau zur Anwendung kommen. In der Saison sind mehrere Durchfahrten nötig, um den Zeitaufwand für eine Handhacke auf ein geringes Maß zu begrenzen. Zunehmend werden Beerenobststräucher auf Dämmen gepflanzt und zur Unkrautunterdrückung mit Plastikfolien abgedeckt. Vor allem im Folientunnel findet dieses System verstärkt Anwendung.

Johannisbeeren und Stachelbeeren

Im Anbau von Johannisbeeren und Stachelbeeren für den Frischmarkt ist die Erziehungsform der 1 bis 3-triebigen Hecke mittlerweile Standard.

Der Anbau von Johannisbeeren und Stachelbeeren für die industrielle Verarbeitung muss einen hohen Maschinisierungsgrad für Ernte- und Pflegearbeiten erlauben. Der Anbau erfolgt deshalb auf großen Schlägen, der Einsatz von Handarbeit muss aus wirtschaftlichen Gründen sehr gering gehalten werden. Der Druck von pilzlichen und tierischen Schaderregern ist durch die Anlagengröße und die dichtere Buschform der Sträucher größer. Hier kommt der Auswahl der angebauten Sorten hinsichtlich Resistenz oder Robustheit gegenüber wichtigen Schaderregern (Blattfallkrankheit, Säulenrost, Mehltau) eine besondere Bedeutung zu.

Bei bestimmten Schaderregern kann eine Reduzierung des Befalls mittels Ausschneiden der Befallsstellen reduziert werden. Anwendung findet diese Methode bei Befall mit Echtem Mehltau oder Blattläusen.

Nimmt der Befall mit Schaderregern trotz vorbeugender Maßnahmen ein nicht tolerierbares Maß an, kann in der Praxis mit folgenden Spritzmitteln bei Johannisbeeren und Stachelbeeren regulierend eingegriffen werden:

Kupferpräparate: kommen insbesondere bei Befall mit Blattfallkrankheit zum Einsatz, diese Krankheit kann in feuchten Regionen oder in Jahren mit häufigen Niederschlägen v.a. in Industrieobstanlagen zu Problemen führen

Schwefelpräparate: gegen Echten Mehltau und Säulenrost zur prophylaktischen Anwendung

Kaliumhydrogencarbonat: gegen Echten Mehltau, wird oft vorbeugend und regelmäßig angewendet

Kali-Seife: gegen Blattläuse wirkt aber nur bei sehr früher Behandlung unter dafür günstigen Bedingungen

Azadirachtin: wird gegen Läuse in Johannisbeeren eingesetzt

***Bacillus thuringiensis subspecies aizawai*, Pyrethrum:** Stachelbeerblattwespen, Anwendung im frühen Larvenstadium

Himbeeren / Brombeeren

Insbesondere beim Himbeeranbau kommt der Bodenvorbereitung eine besondere Bedeutung zu. Eine Verdichtung oder Vernässung der Böden führt zu schnell zu Problemen mit Wurzelkrankheiten. Dies kann z.B. durch Anbau auf Dämmen, Einarbeiten von Kompost vorgebeugt werden.

Vorbeugend gegen Blatt- und Rutenkrankheiten stellt das Rutenmanagement eine wichtige Maßnahme dar. Überzählige Ruten werden bodenbürtig entfernt. Ist ein Befall mit Rutenkrankheiten oder Rutengallmücke vorhanden, werden diese Ruten gezielt entfernt.

Eine weitere vorbeugende Maßnahme gegen pilzliche Schaderreger ist die Überdachung der Reihen mittels Regenschutzsystem oder der Anbau in Foliengewächshäusern. In Gebieten mit häufigen Sommerniederschlägen oder beim Anbau von Brombeeren oder Herbsthimbeeren können empfindliche Ausfälle durch Botrytisbefall an Früchten entstehen. Seit dem Aufkommen und Verbreitung der Kirschessigfliege schützen zunehmend Betriebe ihre Kulturen zusätzlich durch eine Volleinnetzung. Leider können sich in diesen relativ geschlossenen Systemen tierische Schaderreger wie Spinnmilben oder Blattläuse verstärkt ausbreiten. Dies versucht man durch gezielten Nützlingseinsatz einzuschränken.

Weitere wichtige tierische Schaderreger sind Himbeerkäfer und Blütenstecher. Neben der warnenden und Befall mindernden Himbeerkäferfalle blieb zur Regulierung bei stärkerem Befall oft nur der Einsatz von Spruzit Neu (derzeit nicht zugelassen).

Weiterhin werden in der Praxis bei Himbeeren bzw. Brombeeren folgende biologischen Pflanzenschutzmittel eingesetzt:

Kupferpräparate: gegen Ruten- Rankenkrankheiten

Kali-Seife: gegen Blattläuse

Spinosad: gegen Kirschessigfliege

Schwefelpräparate: gegen Gallmilben

4.2.6.3. Aktuelle Herausforderungen im ökologischen Beerenanbau Allgemein

- Bio Beerenanbau bisher kleine Nische, Kapazitäten für Forschung, Sorten, Beratung in andere Kulturarten investiert
- nur eingeschränkte Auswahl an robusten Sorten führt zu höherem Einsatz von direkten PS-Maßnahmen, bzw. zu einem Verzicht des Anbaus bei extensiven Betrieben
- eingeschränkte Verfügbarkeit von gutem ökologischen Pflanzmaterial
- Klimaveränderung verstärkt den Druck von Schaderregern: schnelle Antworten sind gefragt
- Zunahme von extremen Wettersituation erschweren den Anbau (Starkregen, lange Trockenzeiten, Hagel)

Aktuelle Herausforderungen Erdbeeren

Bodenmüdigkeit und Nachbauprobleme

Der häufige Anbau von Erdbeeren auf derselben Fläche kann zu Problemen mit bodenbürtigen Krankheiten führen. Zu nennen sind insbesondere Verticilliumwelke (*Verticillium dahliae*), Rhizomfäule (*Phytophthora cactorum*), Schwarze Wurzelfäule (verschiedene Pilze). Diese bilden Sporen, die im Boden über viele Jahre überdauern können. Die gepflanzten Erdbeeren werden infiziert und es kommt zu kümmerlichem Wuchs bis hin zum Absterben der Pflanzen.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Häufig ist es für den Betrieb schwierig geeignete Flächen für eine neue Erdbeerkultur zu bekommen. Folgende Kriterien spielen eine Rolle:

- die Flächen sollten sich in relativer Nähe zum Hof befinden
- die Flächen müssen bewässerbar sein
- eine Anbaupause von 4 Jahren (bei einer Belastung mit bestimmten Krankheitserregern auch wesentlich länger) zu einer vorherigen Erdbeerkultur bzw. zu anderen Kulturen die auch Wirtspflanzen dieser Erreger sein können
- Eine Umstellungszeit von 2 Jahren schließt häufig den Tausch mit konventionellen Nachbarn aus

Ist es dem Betrieb nicht möglich eine langjährige Anbaupause einzuhalten kann er durch folgende vorbeugende Maßnahmen das Risiko eines Befalls verringern:

- Bodenvorbereitung und Biofumigation:
In verschiedenen Versuchen (u.a. BÖL – Projekt 06OE148) konnte eine unterdrückende Wirkung bestimmter Brassicaceae – Arten auf Sclerotien von *Verticillium* nachgewiesen werden. Es bestand aber noch weiterer Forschungsbedarf. Eine Anwendungsstrategie für die Praxis gibt es noch nicht.
- Auswahl von Robusten Sorten
In den Versuchen zu Nachbauproblemen wurde die unterschiedliche Anfälligkeit bestimmter Sorten gegenüber Bodenkrankheiten deutlich. Dem Bio- Erdbeeranbauer stehen diese wichtigen Informationen über die Robustheit gegen Krankheiten und Schädlingen gerade bei neueren Sorten nicht immer zur Verfügung. Sortenversuche oder Sortensichtungen für Erdbeeren finden unter ökologischen Bedingungen nur an sehr wenigen Standorten statt. Sortenzüchtung, die die Anliegen des Bioanbaus stärker berücksichtigt, fehlt.
- Pflanzung von Grüntopfpflanzen statt Frigopflanzen
In den intensiver arbeitenden Erdbeerbetrieben werden zunehmend Grüntopfpflanzen gepflanzt, v.a. in Frühgebieten und bei Anbau in Folientunneln. Die Verfügbarkeit von Bio Pflanzgut ist sehr eingeschränkt.

Fruchtfäulen bei Erdbeeren

Kommt es zwischen der Blüte und der Ernte von Erdbeeren im Freiland zu häufigen oder starken Regenfällen kann der Befall mit Fruchtfäulen insbesondere *Botrytis cinerea* zu hohen wirtschaftlichen Verlusten führen. Eine Verringerung des Befallsrisikos kann nur durch ineinandergreifende Maßnahmen über den gesamten Anbau und Vermarktungsprozess erzielt werden. Die wichtigsten Bausteine sind:

- Sortenwahl
- Düngung und Bewässerung
- Bestandshygiene
- Ernte- und Nacherntemanagement

Trotzdem muss in manchen Jahren oder in Niederschlagsreichen Gebieten mit Verlusten gerechnet werden, da direkte Regulierungsmaßnahmen im Bio-Anbau fehlen. Die momentan zugelassenen Mittel Vitisan (Kaliumhydrogencarbonat) und Botector (*Aureobasidium pullulans*) haben laut Versuchen im Freiland eine nur sehr geringe Wirkung und werden momentan in der Praxis auch nicht eingesetzt.

Das hohe Risiko von Ertragsausfällen oder Reklamationen vom Kunden verursacht durch Fruchtfäulen führt zur Ausweitung des Anbaus von Erdbeeren im geschützten Anbau unter Folientunnel.

Tierische Schaderreger

Im Freilandanbau kommt es beim Anbau von späten Erdbeersorten oder einer Terminkultur häufiger zu massiven Problemen mit **Erdbeerblütenstecher (*Anthonomus rubi*)**. Der Käfer überwintert im Boden oder unter Laub und legt nach dem Aufwandern Eier in die Blüten, die dadurch geschädigt werden. Geeignete direkte Regulierungsmaßnahmen fehlen. Eine Verhinderung des Einwanderns mittels Kulturschutznetzen auf der Kultur steht in Konflikt mit den benötigten bestäubenden Insekten.

Ein weiterer Problemschaderreger auch bei späten Erdbeersorten oder remontierende Erdbeeren sind **Thripse (*Frankliniella sp.*)**. Diese können sich bei warmer, trockener Witterung stark vermehren und schädigen durch Saugen an Blüten und Früchten. Diese können dann nicht richtig ausreifen. Kulturen unter Folie sind besonders gefährdet. Eine praxisreife Regulierungsstrategie fehlt bisher-

Mechanische Maßnahmen zur Kulturpflege

Der hohe Einsatz von Arbeitskräften zur Kulturpflege im ökologischen Erdbeeranbau ist oft ein begrenzender Faktor um den Anbau zu erweitern oder aufrechtzuerhalten. Arbeitszeitintensive Maßnahmen sind v.a.:

- Beikraut mit Hand entfernen (200 – 400 h/ha)
- Ausläufer bei Neupflanzungen mit Hand entfernen (100 -200 h/ha)
- Alte Blätter nach Winter entfernen (50 – 100 h/ha)

Zum Teil sind schon gute technische Anbaugeräte im Einsatz, die den Handarbeitsaufwand deutlich reduzieren helfen (Bsp. Fingerhacke). Trotzdem fehlen weitere technische Verfahren und Geräte. Diese sollten auch für kleinere Betriebe erschwinglich sein. Der Einsatz von Mulchfolie aus Kunststoffen im Freiland und im Tunnel kann den Aufwand an Handarbeit reduzieren, stellt aber eine zunehmende Belastungsquelle für Plastik im Boden dar und wird zunehmend von der Öffentlichkeit als kritisch angesehen. Eine anwendungsreife Alternative für Kunststoffmulchfolien fehlt. Erfahrungen mit biologisch abbaubaren Folien im Erdbeeranbau fehlen.

Herausforderungen beim Anbau von Erdbeeren im Folientunnel

Für den Anbau im Folientunnel werden andere Strategien zur Regulierung von Schaderregern angewendet als im Freiland. Zur Regulierung von tierischen Schaderregern können im geschützten Anbau Nützlinge zum Einsatz kommen. Hier gibt es schon erfolgversprechende

Anwendungsstrategien gegen Spinnmilben und Blattläuse. Es fehlen Strategien zur Regulierung von Blattläusen in der frühen Saison. Hier kann es vorkommen, dass Blattläuse sich bei kühlen Temperaturen vermehren, bei denen Nützlinge noch nicht zum erfolgreichen Einsatz kommen können. Es fehlt auch noch eine erfolgreiche Strategie zur Regulierung von Thripse. Im Folientunnel können Blätter und Früchte stärker mit Mehltau befallen werden. Für eine erfolgreiche Regulierung durch Klimaführung oder effektive Pflanzenschutzbehandlungen wären Modellrechnungen zur Infektion des Erregers hilfreich.

Aktuelle Herausforderungen Strauchbeerenobst Kirschessigfliege

Die Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*, abgekürzt. KEF) tritt seit 2011 in Deutschland auf und hat sich seitdem in ganz Deutschland etabliert. Da dieser Schaderreger an sehr vielen Obstkulturen auftritt und enorme Schäden bis zum Totalausfall verursachen kann, wird von vielen Seiten aus Wissenschaft und Beratung an Strategien für eine Regulierung gearbeitet. Die besonderen Herausforderungen beim ökologischen Strauchbeerenobst liegen dabei an der:

- sehr langen Erntezeit z.B. von Himbeeren und Brombeeren über mehrere Wochen in der sich die Population der KEF stark vermehren kann
- Fehlende Möglichkeiten einer Einnetzung bei Anbau für Verarbeitung oder für Heidelbeeren mit maschineller Ernte

Die Kirschessigfliege ist im Himbeer- und Brombeeranbau momentan die stärkste Herausforderung. Hier stellt sich die Frage, ob ein wirtschaftlicher Anbau ohne Regendach und Volleinnetzung überhaupt noch möglich sein wird. Zumindest beim Anbau von Sommerhimbeeren könnte in den nördlichen und östlichen Bundesländern noch ein Anbau ohne Volleinnetzung möglich sein. Hier baut sich die Population der KEF erst ab Mitte Juli verstärkt auf. Dafür fehlen konkrete, abgesicherte Handlungsempfehlungen um einen Populationsaufbau in der Himbeeranlage zu verzögern. Anbauer, die sich für eine Volleinnetzung entscheiden, fehlt oft die Erfahrungen und Kenntnisse über die Auswirkungen auf das Kleinklima in der Obstanlage und die damit verbundenen Einflüsse auf die Kulturpflanzen und Schaderregerpopulationen wie Spinnmilben und Blattläuse.

Maßnahmen und Handlungsempfehlung:

- Akzeptanz, Handhabung und Wirtschaftlichkeit von Schutzsystemen wie Netze und Überdachungen
- Schonung von Nützlingen bei der Anwendung von biologischen Pflanzenschutzmitteln, (die Bienengefährlichkeit von Spintor als zugelassenes Mittel im ökologischen Anbau stellt ein Problem dar)
- Anbauer weiterbilden, Kenntnisse über Volleinnetzung vermitteln

Aktuelle Herausforderungen Johannisbeeren / Stachelbeeren für Anbau Tafelware Maulbeerschildlaus

In den letzten Jahren hat sich die Maulbeerschildlaus (*Pseudaulacaspis pentagona*) in Deutschland von Süd nach Nord ausgebreitet und hat sich im Süden Deutschlands als Problemschädling in Johannisbeeranlagen etabliert. Eine Regulierung in der Obstanlage kann bei geringem Befall durch Ausschneiden der Befallstellen erfolgen, bei stärkerem Befall müssen die betroffenen Stellen regelmäßig sehr aufwendig per Hand abgebürstet werden. Eine wirksame, effektive und direkte Regulierungsmaßnahme fehlt. Die Verbreitung des Schaderregers erfolgt häufig mit dem Pflanzgut.

Maßnahmen und Handlungsempfehlung:

Strategieentwicklung für Situationen mit hohem Befall. Bessere Eindämmung der Ausbreitung über Pflanzgut.

Blattläuse

Blattläuse können in manchen Jahren an Johannisbeeren und Stachelbeeren zu größeren wirtschaftlichen Schäden führen.

Maßnahmen und Handlungsempfehlung:

Der erste Schritt zur Vorbeugung ist die Förderung von Nützlingspopulationen innerhalb der Obstanlage, sowie ringsum. Reicht das nicht aus und die Schaderreger beginnen sich stark zu vermehren, fehlt eine wirksame direkte Bekämpfungsmöglichkeit. Die bisher zugelassenen Mittel Neudosan Neu oder Neem Azal wirken nur bei einer sehr zeitigen Anwendung. Zu diesem frühen Zeitpunkt kann man häufig noch nicht abschätzen ob nicht auch die Nützlingspopulationen ausreichen, um den Befall zu regulieren.

Spinnmilben und Weichhautmilben können durch ihre Saugtätigkeit zur Beeinträchtigung der Photosyntheseleistung führen. Das Auftreten nimmt beim Anbau unter Regenschutzdächern oder Folientunneln zu. Der gezielte Einsatz von Nützlingen (Raubmilben) im Folientunnel führt zu Erfolgen in der Regulierung bei Spinnmilben. Bei Weichhautmilben (Himbeerblattmilben) gibt es noch wenig Erfahrungen mit Nützlingen. Ein Einsatz von Nützlingen im Freiland oder unter Regenschutzdächern ist aufgrund der geringeren Luftfeuchte nicht ausreichend, bzw. es fehlen konkrete Erfahrungen. Eine direkte Regulierungsmaßnahme mit Pflanzenschutzmitteln ist schwierig, da ein Einsatz in der Erntezeit, die über viele Wochen gehen, kann nicht möglich ist. Für eine Behandlung vor und nach der Ernte fehlen geeignete Mittel, bzw. Erfahrungen zur Wirkung auf Schaderreger und möglicher Phytotox.

Himbeerkäfer und Blütenstecher können regional zu ernsten Ertragsausfällen führen. Sie legen ihre Eier in die Blüte ab. Die sich entwickelnden Larven schädigen die Blüte bzw. die Frucht. Bei einem starken Befall blieb dem Anbauer nur die Möglichkeit mit Mitteln auf Basis von Pyrethrum einzugreifen. Dieses ist stark nützlingsschädigend und kann zu Folgeproblemen führen. Im Moment ist keine Anwendung von Pyrethrum zulässig. Alternative Handlungsempfehlungen fehlen.

Amerikanischer Stachelbeermehltau (*Sphaerotheca mors-uvae*) an Stachelbeeren und Schwarzen Johannisbeeren

Maßnahmen und Handlungsempfehlung:

Vorbeugende Maßnahme gegen den Amerikanischen Stachelbeermehltau wie Sortenwahl, Ausschneiden von Befallsstellen, Aufbau lockerer Bestände, sind nicht immer ausreichend, um einen wirtschaftlichen Befall vorzubeugen. Robuste Sorten erfüllen nicht immer den Anforderungen des Anbaus und der Vermarktung. Eine direkte Bekämpfung ist im ökologischen Anbau mit Pflanzenschutzmittel auf Basis von Kaliumhydrogenkarbonat oder Schwefel möglich. Dazu sind oftmals häufige Spritzungen nötig, um ein Befall zu vermeiden. Prognosemodelle, die den Anbauer bei der Entscheidung für eine Behandlungen unterstützen, sind in der Praxis nicht vorhanden. Bei den eingesetzten Mitteln kann es bei bestimmten Witterungsbedingungen, Sorten und Behandlungshäufigkeiten zu Phytotoxerscheinungen kommen. Ausreichende Erfahrungen mit diesem Problem sind nicht vorhanden.

Rutenkrankheiten können bei Himbeeren und Brombeeren zu ernsten Problemen in Anlagen ohne Regendach führen. Tritt ein stärkerer Befall auf, kommt es zu Austriebsproblemen und Absterbeerscheinungen der Ertragsruten.

Maßnahmen und Handlungsempfehlung:

Reichen Hygienemaßnahmen (v.a. Rutenmanagement, Ausschneiden von befallenen Ruten) nicht aus, sind nur Kupferspritzungen als direkte Bekämpfungsmaßnahme möglich. Alternative Produkte (auch im Hinblick auf die Kupferproblematik) sind nicht ausreichend erforscht und stehen dem Anbauer nicht zur Verfügung.

Aktuelle Herausforderungen Johannisbeeren / Stachelbeeren für Anbau Verarbeitungsware

Die Auswahl von möglichst robusten Sorten ist eine wichtige Voraussetzung für einen erfolgreichen Anbau. Für die verschiedenen Standorte stehen diese aber nicht mit allen gewünschten Eigenschaften zur Verfügung, z.B. ist die Sorte Ben Alder (schwarze Johannisbeere) robust gegenüber Mehltau und Blattfallkrankheit, kann aber größere Probleme mit Säulenrost bekommen und ist für trockene Standorte weniger gut geeignet. Die Frage nach der passenden Sorte für den entsprechenden Standort ist für den Anbau existenziell, kann aber oft nicht ausreichend gut getroffen werden. Aktuelle Sortenversuche und Sortensichtungen unter ökologischen Bedingungen sind kaum vorhanden.

Treten Probleme mit pilzlichen Schaderregern auf, können im Anbau vor der Blüte Kupferpräparate und Netzschwefel eingesetzt werden. Säulenrost (*Cronartium ribicola*) und Blattfallkrankheit (*Drepanopeziza ribis*) können sich sehr stark im Bestand zwischen Blüte und Ernte ausbreiten. In dieser Zeit ist nur der Einsatz von Schwefelpräparaten möglich. Aufgrund der Schwefelempfindlichkeit von schwarzen Johannisbeeren fällt eine wirksame Anwendung im Bereich nach Blüte aus. Eine Behandlung ist dann erst nach der Ernte möglich. Oftmals sind die Sträucher bis dahin so stark geschädigt, dass eine Anlage von kräftigen Blütenknospen für das nächste Jahr nicht ausreichend erfolgen kann.

Der Johannisbeerglasflügler (*Synanthedon tipuliformis*), kann in Johannisbeeranlagen zu größeren Problemen führen. Durch seine Frässtätigkeit im Holz beschädigt er die Triebe die in der Folge absterben. Durch seine verdeckte Lebensweise im Holz ist er als Larve nicht direkt zu bekämpfen. Ansätze zur Regulierung sind eine Vermeidung von Schnittmaßnahmen während der Flugzeit des Falters und das Aufhängen von Saft- oder Pheromonfallen. Diese Maßnahmen können eine stärkere Ausbreitung nicht sicher vermeiden. Die Methode der Verwirrung mit Isonet Z führte in ersten Versuchen zu Erfolgen, ist aber in Deutschland noch nicht zugelassen.

Beikrautmanagement

Die Beikrautregulierung in Reihenkulturen wie Baumobst, Wein- und Spindelanbau ist technisch weit fortgeschritten und kann den Aufwand für Handarbeit stark reduzieren. Bei Johannisbeerbüschen stößt diese Technik jedoch noch an ihre Grenzen, da die Werkzeuge nicht alle Bereiche erfassen können. Mit zunehmendem Alter der Anlage nimmt die Ausbreitung von mehrjährigen Beikräutern und Gräsern zu und der Aufwand für eine Handhacke kann beträchtlich steigen.

Maßnahmen und Handlungsempfehlung:

Betriebe mit Strauchbeerenobstkulturen haben geeignete Anbaugeräte für ein Beikrautmanagement, wenn größere Flächen mit Reihenkulturen (Baumobst, Strauchbeeren, Weinbau) vorhanden sind. Dann lohnt sich die Anschaffung dieser, verhältnismäßig teuren, Maschinen. In kleineren Betrieben lohnt sich die Anschaffung teurer Spezialtechnik nicht. Hier fehlen Erfahrungen wie mit einfacheren Anbaugeräten oder Mulchsystemen ein effektives Beikrautmanagement durchgeführt werden kann. Der Einsatz von Plastikmulchfolien ist zwar einfach umzusetzen, führt aber zu anderen Problemen wie:

- Belastung des Bodens mit Plastikresten
- Wühlmausproblemen
- Verhindert das nachträgliche Ausbringen von Düngern oder Komposten auf Mulchfolie
- Sauberes Entfernen der Mulchfolie nach Rodung

Schlussfolgerungen

In den Ausführungen zum Status Quo und den aktuellen Herausforderungen wurde deutlich gemacht, dass die Auswahl der Sorte im Hinblick auf Resistenz und Robustheit für alle Kulturen ein wesentlicher Baustein für die erfolgreiche Kulturführung im ökologischen Anbau ist. Es ist erforderlich, dass die Sortensichtung und Prüfung für alle Beerenobstkulturen unter ökologischen Anbaubedingungen, in verschiedenen Regionen ausgeweitet wird.

Außerdem wurde deutlich, dass im ökologischen Beerenobstanbau viele offene Fragen zur Regulierung von pilzlichen und tierischen Schaderregern bzw. Beikräutern bestehen. Die bestehenden Ansätze zur praxisnahen Forschung sollten weiter ausgebaut werden. Der Fokus bei der Erarbeitung von Problemlösungen sollte breit gefächert sein und sich nicht nur auf die Prüfung von Biologischen Pflanzenschutzmitteln beschränken. Technischen Lösungen sollten ressourcenschonend sein und keine bleibenden Rückstände im Boden hinterlassen. Forschungserkenntnisse sollten in verschiedenen Regionen Deutschlands erarbeitet werden. Der Transfer von Wissen aus der Forschung in die Betriebe und umgekehrt sollte überregional besser koordiniert werden. Ein Jährliches Treffen der handelnden Personen aus Wissenschaft und Beratung ist nötig, um Versuchsfragen abzustimmen.

Meist reichen einzelne Maßnahmen zur Problemlösung nicht aus. Dem Bio-Beerenanbauer stehen eine Vielzahl von Maßnahmen zur Verfügung um seine Kulturen vorbeugend und direkt zu schützen. Es wäre für den praktischen Bio- Beerenobstanbau sehr hilfreich, diese Maßnahmen nach aktuellem Wissensstand in einem Handbuch für Bio- Beeren (ähnlich dem „Handbuch Beeren“ des Schweizer Obstverbandes Agroscope) zusammengefasst darzustellen. Aktuell erarbeitete Untersuchungsergebnisse könnten zusammengefasst jährlich auf einer Internetplattform veröffentlicht werden. Für Antworten auf die vielen anstehenden und zukünftigen Fragen auch aufgrund des sich verändernden Klimas, der Veränderung der Märkte etc. wäre es für ein erfolgreichen Biobeerenanbau in Deutschland hilfreich, eine überregional tätige Stelle einzurichten (z.B. bei der Föko), die folgende Aufgaben betreut:

- Koordination von Projekten
- Koordination von Mittelzulassungen und Genehmigungen für den Bio- Beerenobstanbau
- Netzwerke zwischen Forschung, Beratung und Praxis herstellen ausbauen und unterhalten
- Aktuelle Ergebnisse aus Anbauversuchen aufbereiten und der Praxis zur Verfügung zustellen

Der Anbau von Bio- Beerenobst hat sich in den letzten 20 Jahren verändert und wird sich auch in den nächsten 20 Jahren weiterentwickeln. In welche Richtung wird von äußeren Faktoren bestimmt, liegt aber auch in der Hand der Betriebsleiter. In einem Workshop mit Teilnehmern aus Praxis, Beratung und Wissenschaft könnte ein Bild des Bio-Beerenanbaus in der Zukunft erstellt werden, um daraus künftige Forschungsfragen abzuleiten.

4.2.7. Strategiepapier zur Weiterentwicklung der Strategien zur Gesunderhaltung von Pflanzen im ökologischen Steinobstanbau

4.2.7.1. Einleitung

Die Anbauformen sind je nach Kulturart unterschiedlich in Hinblick auf Intensität und Bewirtschaftungsmanagement.

Süßkirschen: werden bisher vorwiegend im Freiland produziert Es entstehen jedoch neue Anlagen fast ausschließlich unter Witterungsschutz und Volleinnetzung um eine möglichst sichere Ernte mit qualitativ hochwertigen Früchten zu produzieren.

Sauerkirschen: Sauerkirschen werden ausschließlich als Freilandkultur angebaut. Je nach Verwendungszweck (Tafelware, Verarbeitungsware) unterscheiden sich die Anbausysteme teilweise deutlich. Der weitaus größte Teil mit den größten Flächen wird für die Verarbeitung angebaut.

Zwetschgen/Mirabellen: Ein Großteil der Zwetschgen wird für die Direktvermarktung angebaut. In den traditionellen Zwetschengebieten gibt es jedoch auch Betriebe die Zwetschgen zur Vermarktung für Großhändler produzieren. Bezüglich der Intensität der Produktion gibt es große Unterschiede zwischen den verschiedenen Betrieben.

Pfirsich, Aprikose: Die Produktion findet bisher ausschließlich für die Direktvermarktung und die Belieferung der regionalen Kollegen statt. Auch hier sind bezüglich der Anbauintensität große Unterschiede zwischen den Betrieben. Neue Aprikosenanlagen werden tendenziell in Folientunnel gepflanzt.

Aufgrund der Inhomogenität der Produktionsintensitäten auf den verschiedenen Betrieben gibt es auch große Unterschiede bezüglich der Pflanzenschutzstrategien. Die Gesunderhaltung der Früchte sowie der gesamten Steinobstanlage gegenüber diverser tierischer und pilzlicher Schaderreger erfolgt meist durch eine Bausteinstrategie. Verschiedene Maßnahmen zur Gesunderhaltung werden kombiniert um eine ausreichende Regulierung zu erreichen. Einzelne Maßnahmen beispielsweise der alleinige Einsatz von Pflanzenschutzmitteln reicht bei vielen Krankheiten/Schadinsekten oft als alleinige Maßnahme nicht aus. Generell spielt die Sortenwahl und die jeweiligen Anfälligkeiten eine große Rolle im Steinobstanbau. Ebenso ist der Standort entscheidend für eine erfolgreiche ökologische Steinobstproduktion. Neben den vorbeugenden Maßnahmen wie zum Beispiel der Anlagenhygiene durch entfernen befallener Früchte sowie dem Entfernen der Fruchtmumien werden zusätzlich Pflanzenschutzmittel je nach Infektions- bzw. Befallsdruck eingesetzt. V.a. im Kirschenanbau aber vermehrt auch im Aprikosenanbau wird durch den Einsatz von Witterungsschutz das Risiko von Infektionen durch Pilzkrankheiten, sowie durch Einnetzung der Schadinsektendruck minimiert. In den anderen Kulturen hat sich dieser Baustein noch nicht etabliert. Hier spielt der hohe Kapitaleinsatz für die Wirtschaftlichkeit eine entscheidende Rolle.

4.2.7.2. Derzeitige Pflanzengesunderhaltungsstrategien im ökologischen Steinobstanbau

Der ökologische Anbau von Steinobst ist aufgrund einer Reihe bisher nicht sicheren Regulierungsstrategien derzeit noch eine Nischenkultur. Dies spiegelt sich auch, im Gegensatz zum Kernobstanbau, in dem noch geringem Anteil an ökologisch bewirtschafteten Steinobstflächen wider. Das Fehlen von sicheren Regulierungsmaßnahmen von Schlüsselerregern wie beispielsweise die Regulierung des Pflaumenwicklers zeigt den großen Forschungsbedarf in dieser Kultursparte. Eine möglichst sichere Produktion von ökologischem Steinobst bzw. dem Schließen von Lücken in der Regulierungsstrategie ist essenziell für eine weitere Flächenausweitung bzw. die Bereitschaft der Betriebsleiter sich intensiver dem ökologischen Steinobstanbau zu widmen. Eine möglichst gesicherte Erzeugung kann den Betriebsleitern auch bezüglich der Vermarktung neue Möglichkeiten eröffnen. Die bisher noch im geringen Maße vorkommende Vermarktung in größere Vermarktungsstrukturen neben der Direktvermarktung wird von den Betriebsleitern durch die jährlichen unsicheren Erträge begründet. Für eine weitere Professionalisierung des ökologischen Steinobstanbaus sind daher neue praxisrelevante Forschung aber auch detailliertes Basiswissen über das Auftreten von Schaderregern notwendig. Nur so können gezielt und möglichst nachhaltig die Pflanzenschutzmaßnahmen möglichst optimal eingesetzt werden und eine verlässlichere Planung für die Betriebsleiter ermöglichen.

Auch neue Herausforderungen hervorgerufen durch den Klimawandel führen zu weiteren Unsicherheiten in der Steinobsterzeugung. Das vermehrte Auftreten von Wetterextremen wie Blütenfrost, Hagel oder Sommertrockenheit. Zusätzlich treten neue invasive Schaderreger auf, die schon jetzt zu deutlichen Schäden in der Produktion führen. Schildlausarten wie die Rote Austernförmige Schildlaus und die Maulbeerschildlaus schädigen die Bäume, Andere neu auftretenden Insekten wie die Kirschessigfliege und verschiedene Wanzenarten wie z.B. die marmorierte Baumwanze schädigen die Früchte. Auch hier gibt es erst wenige Ansätze zur Regulierung im ökologischen Obstbau.

Die Gesunderhaltung der Steinobstkulturen beruht auf einer Kombination aus verschiedenen Bausteinen:

Sorten- und Standortwahl: Die Basis zur Gesunderhaltung der Kulturen ist die angepasste Sorten- und Standortwahl. Hier ist bei Zwetschgen v.a. auf die Anfälligkeit gegenüber Schar-ka, Pseudomonas, Blüten- und Fruchtmonilia sowie die Robustheit gegen Blattkrankheiten wie den Zwetschgenrost oder die Schrotschusskrankheit wichtig. Bei Kirschen liegt der Fokus auf Pseudomonas und den Blattkrankheiten wie Sprühflecken. Für überdachte Süß-kirschenanlagen spielen die Blattkrankheiten jedoch nur eine untergeordnete Rolle. Hier ist lediglich Pseudomonas ein wichtiger Faktor bei der Sortenwahl in Hinblick auf die Pflanzengesundheit. Bei Sauerkirschen sind die Anfälligkeiten von Monilia und Baunfäule wichtige Faktoren. Bei Aprikosen liegt der Fokus der Sortenwahl auf der Robustheit gegen Pseudomonas ESPHY und Monilia. Bei Pfirsich-Sorten sind die geringe Anfälligkeit gegen die Kräuselkrankheit sowie die Robustheit gegen Fruchtfäulen und Schrotschuss wichtige Kriterien der Sortenwahl. Der Standort wird möglichst so gewählt, dass die Pflanzen schnell ab-trocknen können. Der Boden sollte humos sein und nicht zu Staunässe neigen.

Erziehungsform und Düngung: Es wird ein ruhiger ausgeglichener Wuchs bei den Bäumen angestrebt. Ein zu starkes Wachstum fördert den Befall mit beispielsweise Blattläusen und das ständig nachwachsende junge Laub ist anfälliger für Pilzkrankheiten. Daher wird ein früher Triebabschluss angestrebt. Ein neuer Austrieb im Sommer soll vermieden werden. Dieser ausgeglichene Wuchs wird durch die geeignete Unterlage, eine verhaltene N-Düngung, die Wahl des Schnittzeitpunktes sowie der angepassten Unterstockbearbeitung realisiert. Da durch einen Hackdurchgang im Sommer die Mineralisierung angeregt wird, versuchen die Betriebsleiter möglichst auf diese Maßnahme zu verzichten. Die Unterdrückung der Beikräuter kann durch das Mulchen oder durch Abschlagen des Bewuchses mittels Fadenmaschinen ab Beginn des Sommers erreicht werden.

Vorbeugende Maßnahmen: Um den Krankheitsdruck in den Anlagen möglichst gering zu halten werden beispielsweise Fruchtmumien zu Beginn des Winters entfernt. Die Fruchtmumien sind die Überwinterungsorte von beispielsweise Monilia-Sporen. Von den Fruchtmumien gehen im folgenden Jahr die ersten Infektionen aus. Bei Triebmonilia werden nach Sichtbarwerden der absterbenden Triebe diese ausgeschnitten und aus der Anlage entfernt um weiteren Infektionen vorzubeugen. Treten bei Zwetschgen, Aprikosen und Pfirsichen mit Monilia befallene Früchte auf, werden diese händisch in einem gesonderten Arbeitsgang vor der Ernte entfernt, um weitere Früchte zu schützen. Pseudomonas wird durch einen weißen Baumanstrich vorgebeugt. Die weiße Farbe verhindert ein starkes Erwärmen der sonnenzugewandten Seite im Winter, was zu kleinen Rissen in der Rinde führen kann. Diese Risse sind Eintrittspforten für Pseudomonas. Das restlose Entfernen der Früchte nach der Ernte wird zur Vorbeugung gegen Kirschessigfliege, der Kirschfruchtfliege oder des Pflaumenwicklers durchgeführt. So werden die in den Früchten befindlichen Tiere aus den Anlagen entfernt. So soll einem Populationsaufbau entgegengewirkt werden. Zur Förderung der Blattlausgegenspieler achten die Betriebe auch eine vielfältige Umgebung um die Anlagen und auf ein Angebot an Blütenpflanzen in den Anlagen. Zum Schutz der Kirschen werden Anlagen ab der Blüte sehr häufig überdacht. So können Blattkrankheiten und Monilia fest vollständig vorgebeugt werden. Eine zusätzliche Einnetzung ab Gelbfärbung der Früchte verhindert einen Befall der Kirschfruchtfliege sowie der Kirschessigfliege. Pflaumenwicklerpopulationen können durch eine

Pheromonverwirrung und den Einsatz von Nematoden im Herbst niedrig gehalten werden. Holzbohrer können mit Hilfe von Rottafeln und Alkoholfallen reguliert werden. Weitere Maßnahmen zur vorbeugenden Gesunderhaltung der Früchte und Anlagen sind beispielsweise die Sing- und Greifvögelförderung, das Anlegen von Blüh- und Saumstreifen oder die Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit durch Kompostmanagement etc.

Überwachung: Ein regelmäßiges Überwachen der Anlagen auf das Vorkommen von Schaderregern und Nützlinge ist wichtig, um mögliche Pflanzenschutzmaßnahmen optimal zu terminieren oder ggf. auf diese zu verzichten. Wichtig ist das Überwachen der Blattläuse und deren Gegenspieler sowie der Frostspanner und Spinnmilben (Bonituren), sowie der Pflaumensägwespen (Weißtafeln), der Kirschfruchtfliege (Gelbtafeln), der Kirschessigfliege (Fruchtproben) und des Pflaumenwicklers (Pheromonfallen).

Direkte Regulierungsmaßnahmen: V.a. zur Produktion von Tafelobst sind zusätzlich direkte Regulierungsmaßnahmen notwendig. Pilzliche Schaderreger können mit Kupfer- und Netzschwefelpräparaten, sowie Kaliumbicarbonaten und Tonerden reguliert werden. Diese müssen präventiv als Belagsmittel vor möglichen Infektionen ausgebracht werden. Blattläuse werden mit Neem, Pyrethrum oder Kaliseifen reguliert. Frostspanner können bei massivem Auftreten mit *Bacillus thuringiensis*-Präparaten reguliert werden. Gegen Pflaumensägwespen wird Quassia (Bitterholz), gegen Spinnmilben Öl oder Sprühmolke eingesetzt.

4.2.7.3. Aktuelle Herausforderungen

Forschungsbedarf

Biodiversitätsmaßnahmen: Ein wichtiger Baustein zur Gesunderhaltung der Steinobstkulturen kann die Nützlingsförderung durch Biodiversitätsmaßnahmen wie Blühstreifen etc, darstellen. Hier gibt es bisher noch wenig spezifisches Wissen im Steinobstanbau. Erste interessante Ergebnisse zu Parasitoidenförderung mittels Buchweizen wurde bereits in dem BÖLN Steinobst-Projekt (gefördert durch BÖLN-Programm, FKZ 2815OE087¹) untersucht. Zusätzlich wird über dieses Projekt das Potential von Singvögeln zur Regulierung des Pflaumenwicklers untersucht. Ein derzeit am FiBL laufendes Projekt (FiBL-Projektnummer 25064²) befasst sich mit den Auswirkungen von Blühstreifen in Dachkirschenanlagen mit zeitweiser Volleinnetzung.

Sorten: Verschiedene Projekte zur Einschätzung der Eignung von Steinobstsorten für den ökologischen Anbau konnten bereits einen sehr wichtigen Beitrag als Entscheidungshilfe zur Sortenwahl beitragen. Beispielsweise wurden über ein BÖLN-Öko-Steinobstprojekt Sauerkirschenarten auf verschiedenen Standorten in Deutschland auf ihre Eignung für den Ökoanbau untersucht. Ein derzeit laufender Zwetschgen-Ringversuch des AK Öko-Obstbau der LVVO widmet sich interessanter (neuer) Zwetschgensorten, welche unter ökologischer Bewirtschaftung auf Forschungsanstalten und Praxisbetrieben auf ihre Tauglichkeit getestet werden. Eine weiterführende Sortenprüfung bzw. auch eine Sortenzüchtung in Hinblick auf Robustheit und ökologische Produktion kann weitere wichtige Erkenntnisse liefern. Durch Wissen zum Abschätzen der Robustheit könnte möglicherweise auf präventive Behandlungen zur Unterdrückung von beispielsweise Pilzkrankheiten verzichtet werden. Hier sind die Sortenprüfungen

¹ Dr. Franz Rueß, Barbara Pfeiffer, Julika Stoll: Entwicklung einer Kombinationsstrategie gegen tierische und pilzliche Schaderreger im ökologischen Steinobstanbau unter besonderer Berücksichtigung der Kupferminimierung. Abschlussbericht zum Verbundforschungsprojekt

Nr. 2815OE087, 2815OE118 und 2815OE119, Berichtszeitraum: 10.03.2017 bis 31.03.2020. https://service.ble.de/ptdb/index2.php?detail_id=358900&site_key=142&stichw=Steinobstanbau&zeilenzahl_zaehler=6&pld=358900&dld=28061750.

² Dr. Fabian Cahenzli: Innovative Blühstreifen zur nachhaltigen Verbesserung von Obstkulturen. <https://www.fibl.org/de/themen/projektdatenbank/projektitem/project/1518>.

aus der integrierten Produktion meist nur ansatzweise zur Einschätzung des Infektionspotentials in der ökologischen Produktion zu nutzen.

Präventive Maßnahmen: Zur möglichen Einsparung von Pflanzenschutzmittelbehandlungen bzw. zur Erhöhung der Ernte von vermarktbaren Früchten können vorbeugende Maßnahmen genutzt werden. Viele der Maßnahmen wie der Anlagenhygiene, das Auspflücken befallener Früchte sowie die Förderung des Falllaubabbaus sind bisher im Steinobst nur wenig wissenschaftlich untersucht worden. Erste wichtige Erkenntnisse beispielsweise zur Verhinderung von Fruchtmonilia durch eine angepasste Ernte und vorherigem Entfernen befallener Früchte konnten in einem vom BÖLN geförderten Projekt bereits gesammelt werden. Diese aus dem Projekt praxisrelevanten Erkenntnisse verdeutlichen die Wichtigkeit weiterer Untersuchungen. Präventive Maßnahmen zur Regulierung weiterer Schaderreger und deren Einschätzungen zur Wirksamkeit und dem Nutzen des Einsatzes sowie der benötigten Arbeitsstunden für diese Maßnahmen könnten den Betriebsleitern helfen, die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen einzuschätzen. Die Entwicklung möglicher Geräte zur Mechanisierung dieser Maßnahmen kann die Durchführbarkeit und Akzeptanz dieser Maßnahmen deutlich erhöhen.

Schadschwellen: Die Ermittlung von Schadschwellen für bestimmte Schaderreger wurde bisher v.a. für die integrierte Produktion entwickelt. Spezifische an den ökologischen Anbau entwickelte Schadschwellen könnten helfen den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zu vermindern.

Kenntnisse der Biologie und Entscheidungshilfen: Genaue Kenntnisse zur Biologie einzelner Schaderreger (tierisch und pilzlich) können durch ein verbessertes Verständnis gezielter reguliert werden. Hier können speziell im Steinobstanbau durch gezielte Forschung die Wissenslücken geschlossen werden um mögliche Anpassungen an die Pflanzenschutzstrategie zu erarbeiten. Durch Entscheidungshilfen wie beispielsweise Simulationsprogramme könnten Pflanzenschutzmittel gezielter appliziert und möglicherweise eingespart werden. Erste positive Erfahrungen in der Praxis mit dem der Firma fruitweb angebotenen Prognosemodell zum Risiko von Infektionen mit Sprühflecken an Kirschen zeigen das Potential einer Entscheidungshilfe bei der Regulierung von Pilzkrankheiten.

Maßnahmen Anbau

Mechanische Ausdünnung: Eine mechanische Ausdünnung der v.a. Zwetschgen und Pfirsichbäume mittels einem Blütenausdünnungsgerät (z.B. Darwin) kann zur Brechung der Alternanz beitragen und dadurch dazu beitragen regelmäßige Erträge zu erzielen. Geräte, die an die verschiedenen Erziehungssysteme angepasst werden können sind in Hinblick auch die ökologische Produktion zu testen. Die Ausdünnung der jungen Früchte, welche ein sehr aufwändiger Arbeitsgang ist könnte zusätzlich durch Geräte unterstützt werden (z.B. Ericus 3000).

Maschinelles Schnitt: Durch den maschinellen Schnitt kann bei schmalen Baumformen der händische Schnitt reduziert werden und ein der Pflanzen angepasster optimaler Schnittpunkt gewählt werden.

Witterungsschutz und Netze: Moderne Einzelreihensysteme könnten beispielsweise im Zwetschgenanbau etabliert werden um die Kulturen gegen diverse Schaderreger zu schützen. Hier besteht jedoch noch eine Wissenslücke zur Wirksamkeit, dem Handling und der Wirtschaftlichkeit solcher Systeme.

Mischkulturen: Der Anbau in Mischkulturen wurde bisher erst wenig Beachtung geschenkt. Positive Auswirkungen auf die Pflanzengesundheit sowie die Erhöhung der Biodiversität könnten wichtige Bausteine zur Gesunderhaltung der Pflanzen sein. Ein genaues Wissen zu Interaktionen (positive wie negative) sind wichtige Grundlagen für einen möglichen Anbau in Mischkulturen. Die Analyse der Wirtschaftlichkeit von Mischkulturen sollte zusätzlich geprüft

werden. Der Einsatz moderner Technik (Drohnen, Robotik) könnten hier möglicherweise wichtige Unterstützung bieten.

Blühstreifen und Hochstaudensaum:

Insgesamt gibt es wenig Wissen zur Vorbeugung des Auftretens von Schadinsekten durch Blühstreifen. Untersuchungen zu Blühstreifen im Öko-Kernobstanbau zeigen eine deutliche Zunahme von Blattlausgegenspielern und diversen weiteren Parasitoiden. In ersten Versuchen an der Staatlichen Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau (LVWO Weinberg) konnten Parasitoiden des Pflaumenwicklers durch Buchweizenpflanzen in den Anlagen gefördert werden.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Das Potential von Blühstreifen scheint eine Lösung zu bieten. In Steinobstkulturen fördern sie Nützlinge durch Angebot von Blüten und Alternativnahrung.

Blühstreifen in überdachten Anlagen:

Es gibt Probleme mit der Etablierung von Blühstreifen in überdachten Kirschenanlagen. In überdachten Anlagen gelangt weniger Strahlung hinein und bei Regen fließen große Wassermengen in die Fahrgasse.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Welche Pflanzen können sich gut in überdachten Anlagen etablieren?

Frostspanner (*Operophtera brumata*):

In der Regel wird bei einem vermehrten Auftreten des Frostspanners eine Pflanzenschutzbehandlung mit *Bacillus thuringiensis* (BT-) Produkten durchgeführt. In Versuchen konnte zusätzlich durch die Kombination von BT und Neem Azal (Blattlausbekämpfung) ein Synergieeffekt zur Wirkungssteigerung festgestellt werden. Bisher gibt es jedoch kein Wissen zu Unterschieden bzw. der Wirkungsgrade der verschiedenen angebotenen *Bacillus thuringiensis* Produkten zur Frostspannerregulierung.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Testung der Wirkungsgrade der versch. BT-Produkte zur Optimierung des Behandlungserfolgs.

Fruchtmonilia (*Monilia ssp.*):

Fruchtfäule verursacht durch Monilia ist v.a. bei späten Sorten und bei vermehrten Niederschlägen im Sommer ein großes Problem, was zu viel Ausfällen bei der Ernte führen kann. Befällt Zwetschge, Süß- und Sauerkirsche. Die vorbeugenden Maßnahmen wie das Entfernen befallener Früchte sowie das Entfernen der Fruchtmumien im Herbst/Winter kann den Befall in manchen Jahren nicht ausreichend dezimieren. Die mögliche Wirkung im ökologischen Obstbau zugelassener Pflanzenschutzmittel wie Netzschwefel und die Carbonat-Produkte Kumar und VitiSan sind bisher noch nicht durch Versuche festgestellt worden. Erste Versuche des FiBL und ACW am Breitenhof in der Schweiz (FiBL-Projektnummer 55255) zeigen, dass durch eine Überdachung Fruchtmonilia deutlich reduziert werden kann.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Mitteltestung im Vergleich zur Optimierung der Pflanzenschutzstrategie
- Wirkung von Überdachung (inkl. Einnetzung) auf den Befall an Monilia (z.B. Keep in touch)
- Sortentestung unter ökologischen Anbaubedingungen oder ohne Pflanzenschutz

Pseudomonas (*Pseudomonas syringae*):

Befällt Aprikose, Zwetschge, Süß- und Sauerkirsche, Pfirsich und Nektarine. Infektionen durch das Bakterium *Pseudomonas* finden v.a. in der vegetationsfreien Zeit über Wunden an der

Rinde statt. In allen Steinobstkulturen kann dies zu Baumausfällen in den Anlagen führen. V.a. bei Aprikosen sind die Baum-Ausfallraten sehr hoch.

Derzeit sind vorbeugende Maßnahmen wie dem Anstreichen des Stammes mit weißem Baumanstrich sowie dem Sommerschnitt und der Bestandshygiene durch Roden befallener Bäume. In einem mehrjährigen Projekt werden am FiBL Schweiz (FiBL-Projektnummer 55261) verschiedene Überdachungsstrategien sowie Hoch- und Zwischenveredelungen in Hinblick auch auf Pseudomonas untersucht.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Versuche mit Hochveredelung bzw. Zwischenveredelung zur Verbeugung des Befalls bei anfälligen Sorten.
- Testung neuer Sorten unter ökologischen Anbaubedingungen
- Versuche zur Minimierung des Pseudomonasbefalls durch Überdachung

Schrotschuss:

Befällt Aprikose, Zwetschge, Süß- und Sauerkirsche, Pfirsich und Nektarine. Ein Befall mit Schrotschuss kann zu Blattfall, Triebsterben und ein Befall der Früchte führt zur Unverkäuflichkeit durch eingesunkene Stellen und Gummifluss.

Derzeit stehen lediglich Netzschwefelprodukte zur Verfügung. Bei hohem Infektionsdruck kann die Krankheit mit den aktuell 5 Schwefelbehandlungen nicht ausreichend reguliert werden.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Sortentests unter ökologischen Bedingungen bzw. Sortentests ohne Pflanzenschutzmaßnahmen um potenzielle Anfälligkeiten einzelner Sorten besser zu kennen als Grundlage für die Sortenauswahl.
- Untersuchung des Potentials der Entfernung des Falllaubs zur Regulierung der dort überwinternden Sporen die neben den befallenen Rindenpartien für einen Befall im Folgejahr ausschlaggebend sind.
- Das Potential einer Sanierung der Anlage durch konsequenten Rückschnitt befallener Pflanzenteile (in Kombination mit dem Falllaubmanagement)
- Testung weiterer Pflanzenschutzmittel und deren Wirkung auf die Schrotschussinfektionen
- Entwicklung eines Simulationsmodells zu möglichen Infektionsterminen für eine optimalere Terminierung der Pflanzenschutzmittelapplikationen.

Sorten- und Unterlagentestung:

Notwendig sind robuste Sorten bzw. eine Einschätzung der Anfälligkeit neuerer Sorten unter ökologischen Anbaubedingungen bzw. ohne Pflanzenschutz (v.a. gegen Kräuselkrankheit, Monilia, Schrotschuss, Pseudomonas etc.). Dies gilt für Tafelware wie auch für Verarbeitungsware (Saft, entsteinte Ware etc.). Die derzeitigen Projekte hierzu (s.o.) sollten weitergeführt bzw. auf weitere Kulturen und Sorten ausgedehnt werden.

Eine solche Sortenprüfung sollte erfolgen für folgende Kulturen:

- Zwetschen (wird derzeit teilweise von der LVWO bearbeitet) /Mirabellen
- Pfirsich
- Aprikosen
- Unterlagen in allen Steinobstkulturen

Aktuelle Herausforderungen Zwetschge

Blütenmonilia (*Monilia ssp.*):

Bei feuchter Witterung (ab dem Ballonstadium) kann es zu starken Monilia-Infektionen der Blüten kommen. Diese sterben ab, bevor sich Früchte entwickeln können. Damit hat diese Krankheit einen direkten Einfluss auf den Ertrag.

Die vorbeugenden Maßnahmen wie das Entfernen der Fruchtmumien im Herbst/Winter kann den Befall in manchen Jahren nicht ausreichend dezimieren. Im ökologischen Obstbau stehen

als zugelassene Mittel Netzschwefel und die Carbonat-Produkte Kumar und VitiSan sowie Sprühmolke und vor der Blüte Kupfer zur Verfügung. Abgeschlossene Versuche des LTZ und der LVWO haben die Stärken und Schwächen der einzelnen Mittel aufgezeigt. Weitere möglicher Mittel werden derzeit an der LVWO und in Freilandversuchen getestet. Bei hohem Infektionsdruck sind trotz intensiver Behandlungen derzeit je nach Sorte jedoch noch starke Schäden möglich. Erste Erfahrungen zur Anfälligkeit neuer Sorten unter ökologischen Anbaubedingungen werden derzeit in einem Ringversuch an der LVWO (s. o.) gesammelt.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Um den starken Schäden entgegenwirken zu können, bräuchte es eine vertiefte Mitteltestung zur Optimierung der Pflanzenschutzstrategie. Sinnvoll wäre auch eine Vertiefung der Forschung hinsichtlich der Wirkung von Überdachung, inklusive der Einnetzung bei Befall. Beispiele sind hier Keep in touch und Aquastop. Außerdem eine Sortentestung, die entweder unter ökologischen Anbaubedingungen oder ohne Pflanzenschutz getestet würde.

Pflaumenwickler (*Glypholita funebrana*):

Speziell in spät reifenden Sorten können bis über 50% befallene Früchte in verschiedenen Anlagen beobachtet werden. Die Larven des Pflaumenwicklers machen die Früchte nicht vermarktbar.

Neben der Verwirrung, die nur in größeren Anlagen möglich ist, gibt es derzeit keine sichere Maßnahme, den Befall durch den Pflaumenwickler zu minimieren. Die Bausteine BT-Applikationen sowie der Einsatz von Trichogramma wurde in zahlreichen Versuchen an der LVWO und über das Netzwerk BaWü der föko und in einem BÖLN-Öko-Steinobstprojekt untersucht. Die Maßnahmen haben sich als nicht ausreichend, sehr aufwendig sowie nicht wirtschaftlich herausgestellt. Der Einsatz von Nematoden könnte eine befallsminimierende Maßnahme sein. Versuche dazu konnten jedoch aufgrund der zu Versuchsdurchführung ungünstiger Witterung noch keine gesicherten Daten zur Wirksamkeit dieser Maßnahme bereitstellen. Die bis 2020 an der LVWO laufenden Versuche, im Rahmen eines BÖLN-Öko-Steinobstprojektes, zur Förderung von Nützlingen (Singvögel und Parasitoiden), der Einsatz von pflanzlichen Repellentien sowie der Einsatz von Wellpapperingen zum Massenfang der Larven könnten weitere Bausteine zur Regulierung darstellen.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Weitere Versuche zum Einsatz von Nematoden zur Regulierung der Larven des Pflaumenwicklers.
- Wirkung einer Einnetzung (inkl. Überdachung) auf den Befall an Pflaumenwickler (z.B. Keep in touch).

Rote Austernförmige Schildlaus (*Epidiaspis leperii*):

In diversen Zwetschgenanlagen v.a. in der Rheinebene führt der Saugschaden zu massiver Schwächung der Anlagen die bis zum Absterben ganzer Bäume führen kann.

Derzeit gibt es keine ausreichende Regulierungsstrategie. Physikalische Maßnahmen wie das Reinigen bzw. das physikalische Ablösen der Tiere mittels einem Hochdruck-Wasserstrahl ist derzeit die einzige erfolgreiche Maßnahme. Diese Maßnahme erfordert jedoch einen hohen Arbeitsaufwand und es kommt nach kurzer Zeit zu einer Wiederbesiedelung der Tiere. Pflanzenschutzbehandlungen mit Kontaktinsektiziden haben keine ausreichenden Wirkungsgrade erzielt. In Versuchen über das Netzwerk BaWü der föko, konnten keine bis nur eine sehr geringe Wirkung der im ökologischen Anbau zugelassenen Pflanzenschutzmittel auf die Wanderlarven der roten Austernförmigen Schildlaus festgestellt werden. Weitere Versuche zur Regulierung der Schildläuse durch das Abflammen bzw. kurzzeitige Erhitzen der Tiere mittels eines Gasbrenners konnte keine ausreichende Wirkung festgestellt werden. Derzeit laufen weitere (Langzeit-)Versuche zum Einsatz von Kalkmilch.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Behandlungen mit Kalkmilch in der vegetationsfreien Zeit zum Ablösen der Algen und Flechtenschicht die den Tieren als Versteck dienen könnten ein wirksames Mittel zur Minimierung der Ausbreitung darstellen. Dies sollte in Langzeitversuchen getestet werden.
- Eine gezielte Förderung von Gegenspieler der Austernschildlaus durch beispielsweise Blühstreifen ist bisher noch nicht untersucht worden. Bestimmte Marienkäferarten wie der Strichfleckige Marienkäfer oder der Kugelmarienkäfer wurden beim Fressen der Wanderlarven im Juni beobachtet. Mögliche Fördermaßnahmen sind derzeit noch unbekannt. Erste Untersuchungen zu möglichen Gegenspielern wurden in Zusammenarbeit mit der LTZ initiiert. Es konnten neben den Schildlauslarvenräubern zusätzlich an Astproben im Winter Parasitierungsraten von bis zu 13% in ökologisch bewirtschafteten Anlagen festgestellt werden.
- Potential der Ohrwurmförderung zur Regulierung der Schildlauswanderlarven.



Abbildung 31 Eine stark geschädigte Zwetschgenanlage durch die Rote Austernförmige Schildlaus (*Epidiaspis leperii*)



Abbildung 32 massive Besiedelung der Roten Austernförmige Schildlaus (*Epidiaspis leperii*) der Stämme von Zwetschgenbäumen.

Pflaumensägewespe (*Hoplocampa flava*):

Die Pflaumensägewespe kann zu massiven Ernteaufschlägen durch Fraß der Larven an jungen Früchten führen. Die geschädigten kleinen Früchte fallen ab.

Die Regulierung durch Applikationen von Quassia ist sehr erfolgreich und kann den Schaden deutlich minimieren. Neben dieser Strategie besteht bei geringem Befall die Möglichkeit mit Neem Produkten den Schaden etwas zu mindern. Bei starkem Auftreten der Tiere reicht dies jedoch nicht aus um deutliche Ernteverluste vorzubeugen. Bei Wegfall der Möglichkeit den Befall, mit Quassia zu verhindern, kann eine erfolgreiche Regulierung nicht mehr sichergestellt werden. Der Einsatz von Nematoden scheint aufgrund unzufriedenstellender Versuchsergebnisse bei der Regulierung der Apfelsägewespe schwierig zu sein. Das Monitoring der Tiere mittels Weißtafeln könnte durch die Entwicklung einer für den ökologischen Anbau angepassten Schadschwelle die Entscheidung möglicher Regulierungsarbeiten erleichtern.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Regulierung der Sägewespe durch Auslegen von Netzen.
- Gewährleisten der kontinuierlichen Verfügbarkeit von Quassiaprodukten.

Kleine Pflaumenblattlaus (*Brachycaudus helichrysi*):

Durch massenhafte Vermehrung der Tiere im Frühjahr können große Schäden an den jungen Trieben sowie an den sich entwickelnden Früchten entstehen. Dies kann zu deutlichen Ertragseinbußen führen (teilw. bis im Folgejahr).

Zur Regulierung stehen die Kontaktmittel Kaliseife und Pyrethrum (aktuell keine Indikation) zur Verfügung. Der Einsatz von Pyrethrumpräparaten sollte stark reduziert werden, da aufgrund der breiten Wirksamkeit können auch Nutzinsekten miterfasst werden. Sind die Blattläuse einmal eigerollt, ist die Wirkung auch nur noch begrenzt gegeben. Alternativ stehen Applikationen mit Neem zur Verfügung. Diese sind jedoch bei der derzeitigen Strategie der Applikation (Nachblüte bzw. bei Blattmasse) oft nicht ausreichend wirksam. Die optimalen Termine zur Bekämpfung der Blattläuse in Abhängigkeit vom Austriebs- und Blühverhalten einzelner Sorten mit den einzelnen Mitteln sind bisher nicht untersucht worden. Verschiedene Testversuche (Netzwerk BaWü der Föko) zur Terminierung von Neem und Pyrethrum sowie Mineralöl konnten bisher keine zufriedenstellenden Ergebnisse erzielen. Kaolin als Repellent im Herbst vor dem Rückflug der Blattläuse brachte ebenfalls keine ausreichende Regulierungswirkung.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Versuche zur Terminierung von Neem. Sortenabhängig vor der Blüte gegenüber nach der Blüte etc.. Ziel wäre, angepasste Empfehlungen für eine oder zwei Applikationen (Splitting) aufgrund der Sorte und des jeweiligen Auftretens von Blattläusen in Relation zu Austrieb und Blüte zu entwickeln.
- Versuche zur Wirksamkeit der verschiedenen Kontaktmittel.
- Repellentien im Herbst vor der Rückwanderung der Blattläuse von ihren krautigen Sommerwirten wie beispielsweise Kaolin.
- Wirkung von Paraffinölbehandlungen auf die Eier und frisch geschlüpften Stammütter (analog der positiven Versuchsergebnisse bei Süßkirschen des FiBL Schweiz). Ölbehandlung und anschließend bei versch. Temperaturen nötige Einwirkzeiten bestimmen. Zusätzlich die Auswirkungen auf Nützlinge die in Eiform am Baum überwintern bestimmen.
- Neem-Behandlungen im Herbst auf die zurückwandernden Blattläuse.
- Einsatz von Nützlingen (z.B. Berryprotect) im Herbst während/nach der Rückwanderung.



Abbildung 33 massiver Schaden an Blättern und Früchten verursacht durch die kleine Pflaumenbalttlaus (*Brachycaudus helichrysi*)

Zwetschgenrost (*Blumeriella jaapi*):

Ein Befall mit Zwetschgenrost kann zu frühzeitigem Laubfall bereits im Sommer führen. Dadurch werden die Bäume deutlich geschwächt was sich auch auf die Knospenqualität im Folgejahr auswirkt.

Mit Netzschwefelprodukten kann die Krankheit in den meisten Fällen ausreichend reguliert werden. Zur Reduzierung der Behandlungen können gegebenenfalls weitere Strategien hilfreich sein.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Sortentests unter ökologischen Bedingungen bzw. Sortentests ohne Pflanzenschutzmaßnahmen um potentielle Anfälligkeiten einzelner Sorten besser zu kennen als Grundlage für die Sortenauswahl.
- Untersuchung des Potentials der Entfernung des Falllaubs zur Regulierung der dort überwinternden Uredosporen die maßgeblich für einen Befall im Folgejahr sind.

Mehlige Pflaumenblattlaus (*Hyalopterus pruni*):

Tritt vereinzelt und recht unvorhersehbar in verschiedenen Anlagen auf. Massenvermehrung Ende Mai und dann massive Kolonien und Schaden durch Beschmutzen der Früchte und verminderter Knospenansatz.

Kontaktmittel bei Massenaufreten nicht wirksam, da viel Wachs und Honigttau die Tiere schützen.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Optimale Terminierung von Applikationen mit Neem zum Schlupftermin (Splitting!) vor der Massenvermehrung.
- Regulierungsstrategie bei akuter Befallslage: Möglichkeiten zur Erhöhung der Wirksamkeit von Kontaktmitteln bei Massenaufreten durch Beeinträchtigung der Wachsschicht (Tenside, Zusatzstoffe).

Phytotoxizität von Netzschwefel:

Ein Schwefeinsatz bei hohen Temperaturen kann sortenspezifisch zu Schäden in Form von Fruchtfleischbräune führen.

Derzeit sind lediglich Erfahrungen der einzelnen Betriebsleiter zur Anfälligkeit verschiedener Sorten bekannt. Bei neueren Züchtungen und Sorten ist die Anfälligkeit auf Schaden durch Netzschwefel unbekannt.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Sortenprüfung der neueren Sorten in Hinblick auf die Anfälligkeit von phytotoxischen Schäden durch Netzschwefelapplikationen.

Aktuelle Herausforderungen Süß- und Sauerkirschen

Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*)

Die Kirschessigfliege (KEF) verursacht seit ihrem ersten starken Auftreten im Jahr 2011 zu großen Ernteaufschlägen im Kirschenanbau. Derzeit ist eine Kirschenproduktion ohne Netze nur mit dem Einsatz von Spinosad möglich. Auch in eingenetzten Anlagen kann es zu einem starken Populationsaufbau der KEF kommen, wenn nur einzelne Tiere den Weg in die Einnetzung finden.

Die vorbeugenden Maßnahmen wie Anlagenhygiene durch Vollständiges Abernten früherer Sorten oder kurzhalten der Vegetation sind in den meisten Fällen nicht ausreichend. Der Einsatz von Spinosad ist unter den Produzenten und den Anbauverbänden umstritten (Kein Einsatz bei Demeter). Hier fehlt es an alternativen Regulierungsmöglichkeiten.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Zur Vorbeugung des Befalls in eingenetzten Anlagen könnten nach dem Schließen der Netze Fallen zum Fangen der (ggf. schon vor dem Schließen der Netze befindlichen) Fliegen getestet werden. Die Fallen zum Massenfang sind bei fortgeschrittener Reife aufgrund der höheren Attraktivität der Früchte gegenüber den Fallen nicht mehr wirksam. Es wird jedoch vermutet, dass bei dem im ökologischen Kirschenanbau gewählten Termin (Beginn Umfärbung auf gelb) die Fallen noch attraktiver sind als die noch unreifen Früchte.
- Einsatz von Nützlingen zur Verhinderung eines Populationsaufbaus innerhalb eingenetztter Anlagen. Durch Öffnen und Schließen der Netze (beispielsweise zur Ernte oder für Maschinenarbeiten) sowie durch mögliche Undichtigkeiten können einzelne Fliegen in die eingenetzten Bestände gelangen. Um einen Populationsaufbau durch diese wenigen Einzeltiere zu verhindern, könnte der Einsatz von Nützlingen wie dem Puppenparasitoid *Trichopria drosophilae* die sich in der Anlage entwickelnden Fliegen parasitiert werden und somit die zweite Generation der Fliegen unter dem Netz vorgebeugt werden.
- Einsatz von Kaolin zur Vorbeugung von Eiablagen auf die Früchte. Diese Maßnahme nur bei Verarbeitungsware (Süß- und Sauerkirschen) da der Belag nicht leicht abwaschbar ist.

Kirschfruchtfliege (*Rhagoletis cerasi*) - Süßkirsche

Im Freilandanbau verursacht der Befall durch die Kirschfruchtfliege bzw. deren Maden in den Früchten neben der Kirschessigfliege die größten Schäden an den Früchten dar. Befallene Früchte sind nicht mehr zu vermarkten. Eine Handsortierung ist sehr aufwändig und unsicher aufgrund vieler nicht identifizierter befallener Früchte.

Bisher gibt es keine sichere Regulierungsstrategie die den Befall auf ein tolerierbares Maß mindert. Versuche des FiBL Schweiz in Anlagen zum Verarbeitungsanbau zeigen eine gute Wirkung von Neem-Behandlungen ab dem Auftreten erster Fliegen. Bei hohem Befallsdruck und bei der Produktion für Tafelware kann jedoch keine Befallsfreiheit sichergestellt werden.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Applikationen bei Brenn- bzw. Verarbeitungskirschen mit Gesteinsmehlen ab Gelbfärbung der Früchte zur Verminderung der Eiablagen auf die mit Belag überzogenen Früchte (gute Ergebnisse bei KEF).
- Der Einsatz von Hühnern nach der Ernte zur Regulierung der sich im Boden überwinternden Kirschfruchtfliegen wird oft diskutiert. Mit dem Aufkommen der Hühnermobile ist diese Maßnahme wieder vermehrt bei den Betriebsleitern in der Diskussion. Hier fehlen jedoch wissenschaftliche Untersuchungen die eine Befallsminderung belegen.

Schwarze Kirschenblattlaus (*Mycus pruniavium*) - Süßkirsche

Vor allem im eingezetzten Kirschenanbau kann es zu massiven Vorkommen der schwarzen Kirschenblattlaus kommen. Die Schäden äußern sich durch verschmutzte Früchte und durch Schädigungen der Jungtriebe die für den Baumaufbau wichtig sind.

Eine Regulierung mit Kontaktmitteln (Paraffin-Öl, Pyrethrum, Kaliseifen) ist meist nicht ausreichend. Auch der Einsatz von Neem kann einen starken Befall meist nicht mehr ausreichend dezimieren. Erste Versuche zum aktiven Ausbringen von Nützlingen (DLR und LWG) waren bisher noch nicht erfolgreich.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Durch ein gezieltes (frühzeitiges) Ausbringen von Nützlingen in eingezetzten Anlagen könnte einem massiven Populationsaufbau vorgebeugt werden. Das Untersuchen des Potentials verschiedener kommerziell erhältlicher Nützlinge könnte zur Entwicklung einer Strategie zum erfolgreichen Nützlingseinsatz beitragen. Hier könnten Räuber (Marienkäferlarven oder Florfliegenlarven) sowie Parasitoide und andere Nützlinge (Gallmücken) die Anzahl der Stammütter minimieren.
- Die Verhinderung des Rückflugs der Blattläuse im Herbst durch Repellentien (Kaolin) oder dem Installieren der Seiteneinnetzung als mechanische Barriere könnte die Eiablage der von den krautigen Sommerwirten zurückkehrenden Blattläuse verhindern.
- Nützlingsförderung durch Blühstreifen und deren Auswirkung auf das Auftreten von Blattläusen wurde bisher noch nicht ausreichend untersucht.
- Gezielte Nützlingsförderung durch den Anbau von Erbsen/Ackerbohnen im Baumstreifen. Aufgrund der frühen Besiedelung der Erbsen mit Blattläusen können möglicherweise Nützlinge in die Anlage gelockt werden. Bei einem Populationsaufbau der schwarzen Kirschenblattlaus könnte durch abmähen der Erbsen ein Aufwandern der Nützlinge auf die Kirschen provoziert werden.
- Nützlingseinsatz im Herbst auf die rückwandernden Blattläuse (möglicherweise Einsatz von Parasitoiden)

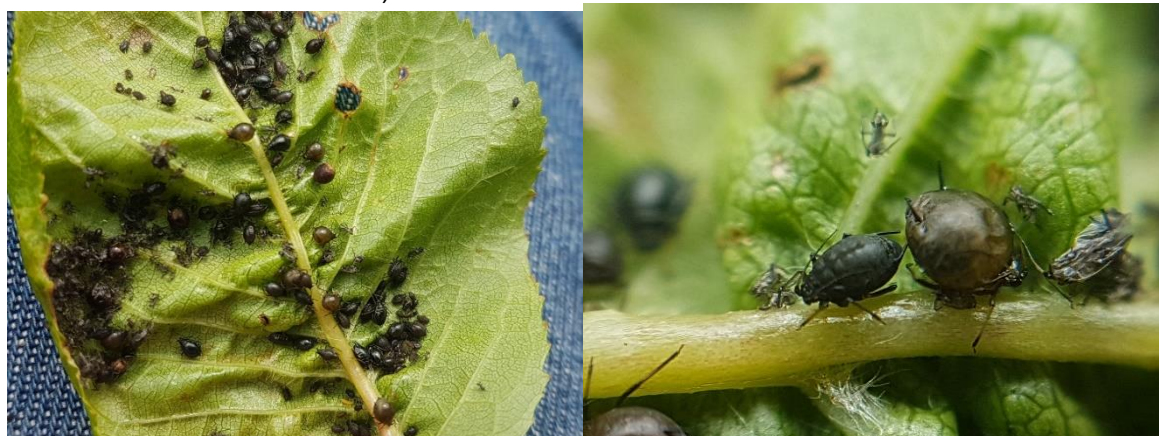


Abbildung 34 parasitierte Tiere der schwarzen Kirschenblattlaus (*Mycus pruniavium*).

Spinnmilben (*Panonychus ulmi*) Süßkirsche

V.a. in überdachten Anlagen können vermehrt große Populationen von Spinnmilben beobachtet werden. Diese verursachen durch ihren Saugschaden an den Blättern eine verminderte Photosyntheseleistung und eine Schwächung der Bäume.

Derzeit steht nur die Applikation von Paraffinöl im Frühjahr zur Verfügung.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Untersuchung von Applikationen mit verschiedenen ökologischen Präparaten zur Befallsminderung im Sommer.
- Ansiedlung der heimischen Raubmilben durch Einbringen der Tiere aus mit Raubmilben besetzten Trieben (z.B. aus dem Weinbau)

Sprühfleckenkrankheit (*Blumeriella jaapii*) (Süß- und Sauerkirsche):

In nicht überdachten Süßkirschenanlagen sowie v.a. in Sauerkirschenanlagen kann ein Befall mit Sprühflecken einen frühzeitigen Blattfall und dadurch eine Schwächung des Baumes verursachen.

Pflanzenschutzbehandlungen gegen Sprühflecken mit Netzschwefelprodukten sind befallsreduzierend, jedoch bei einem starken Druck und feuchter Witterung oft nicht ausreichen. Wissen über Sortenanfälligkeiten sind v.a. unter ökologischen Anbaubedingungen nicht vorhanden.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Falllaubabbau: Kann durch gezieltes Fördern des Abbaus des Falllaubs (Überwinterungsort des Erregers) im Herbst/Winter der Befallsdruck im folgenden Jahr vermindert werden? Erste Versuche diesbezüglich starten dieses Jahr an der LVWO.

Bitterfäule (*Glomerella cingulata*) Sauerkirsche

Bei manchen Standorten kann ein Befall mit der Bitterfäule v.a. bei Sauerkirschen zu massiven Ertragsausfällen durch nicht vermarktbar Früchte führen.

Pflanzenschutzmittelapplikationen mit Kupfer- und/oder Netzschwefelpräparaten können bei hohem Befallsdruck die Ernteauffälle nicht zufriedenstellend verhindern. Labor-Versuche mit diversen Pflanzenextrakten wurden bis 2020 an der LVWO durchgeführt.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Optimierung der Pflanzenschutzapplikationen durch genaues Wissen zu Infektionsrisikzeitpunkten (möglicherweise Entwicklung eines Infektionsmodells)
- Versuche zur Wirksamkeit weiterer im Öko-Anbau zugelassener Pflanzenschutzmittel

Monilia Spitzendürre (*Monilia ssp.*) Sauerkirsche

An verschiedenen Standorten sind oft viele absterbende Triebe durch Monilia zu beobachten. Maßnahmen wie das Ausschneiden befallener Triebe oder das Entfernen der Fruchtmumien im Winter sind wichtige Bausteine zur Regulierung des Erregers. Wissen zur Anfälligkeit verschiedener neuer Sorten wurde bereits in einem BÖLN-Öko-Steinobstprojekt gesammelt

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

-...

Aktuelle Herausforderungen Pfirsich und Nektarine

Kräuselkrankheit (*Taphrina deformans*)

Infektionen durch die Kräuselkrankheit können bereits in Januar-Februar beginnen. Starke Infektionen können zur Entlaubung der Bäume führen. Dadurch sind die Bäume geschwächt, was sich deutlich auf den Ertrag auswirkt. Zusätzlich sind sie anfälliger auf sonstige Krankheiten und Schadinsekten.

Pflanzenschutzbehandlungen mit Kupferpräparaten ab Austrieb wirken Befallsmindernd, sind jedoch in niederschlagsreichen Frühjahren nicht ausreichen. Derzeit gibt es Unsicherheiten bezüglich des möglichen Infektionsbeginns im Frühjahr und der möglichen Infektionsereig-

nisse. In Sinne der Kupferminimierung und der Ertragssicherung wären alternative Pflanzenschutzmittel sowie eine Hilfestellung zur Terminierung der Pflanzenschutzbehandlungen hilfreich. Erste Tastversuche (Netzwerk BaWü der föko) mit Kalkmilch zeigen gute Regulierungsergebnisse.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Versuche zur Testung möglicher weiterer Pflanzenschutzmittel zur Regulierung der Kräuselkrankheit. Erfahrungen aus Frankreich und im Netzwerk BaWü mit Hydratkalk sind erfolgsversprechend.
- Monitoring bzw. Forschung zur Infektionsbiologie der Kräuselkrankheit in Deutschland bezüglich der Themen: mögliche erste Infektionstermine (möglicherweise durch Monitoring der Sporenreife oder herausfinden ab welchem Entwicklungsstadium erste Infektionen möglich sind).
- Validierung des Simulationsprogramms TAPDEF von ISIP.
- Sortentestung unter ökologischen Anbaubedingungen bzw. ohne Pflanzenschutz.



Abbildung 35 deutliche Sortenunterschiede bei der Anfälligkeit gegenüber der Kräuselkrankheit (*Taphrina deformans*)

Sonstige Krankheitserreger:

Wunsch aus der Praxis nach robusten Sorten bzw. Einschätzung der Anfälligkeit unter ökologischen Anbaubedingungen (v.a. gegen Kräuselkrankheit, Monilia, Schrotschuss).

Aktuelle Herausforderungen Aprikose

Monilia (*Monilia ssp.*):

Blüten- und Triebmonilia sowie Fruchtmonilia führt zu Ernteaussfällen und zum Absterben von Astpartien.

Im ökologischen Anbau zugelassene Pflanzenschutzmittel sind v.a. bei Aprikosen nicht ausreichend wirksam.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Überdachungssysteme zur Minimierung von Moniliainfektionen (auch Einzelreihensysteme wie Keep In touch)
- Testung neuer Sorten unter ökologischen Anbaubedingungen

4.2.8. Strategiepapier zur Weiterentwicklung von Strategien zur Gesunderhaltung von Pflanzen im ökologischen Weinbau

4.2.8.1. Einleitung

Ökologischer Weinbau wird in Deutschland seit Mitte der 1950er Jahre betrieben. Der erste Fokus wurde auf den Verzicht leicht löslicher mineralischer Dünger und chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel gelegt. Auch die gezielte Begrünung der Weinberge spielte von Beginn an schon eine Rolle.

1991 wurde mit der ersten europäischen Bioverordnung (2092/91) gesetzlich festgeschrieben, was den ökologischen Landbau ausmacht. International stellen die IFOAM Norms for Organic Production and Processing (Stand 2014) die Basis für weltweite ökologische Zertifizierungen dar. Der Anteil der Biorebflächen ist seitdem kontinuierlich gestiegen. Gemäß der Internationalen Organisation für Rebe und Wein (OIV) hat der ökologisch zertifizierte Weinbau weltweit zwischen 2005 und 2019 um rund 13% pro Jahr zugenommen. Global betrachtet betrug die ökologisch bewirtschaftete Rebfläche im Jahr 2019 rund 454.000 ha, was ca. 6,2% der weltweiten Gesamtrebfläche in 2019 entsprach.

Bio-Rebflächen weltweit (Stand Dezember 2019)

	Bio-Rebfläche (ha)	Anteil (%)	Tendenz
Spanien	121.000	12,5	↑
Italien	109.000	15,4	↔
Frankreich	112.000	14,1	↑↑
Deutschland	10.600	10,3	↑
Österreich	7.000	14,5	↑
Griechenland	5.000	4,7	↑
China	19.888	2,3	↑
USA	16.000	3,9	↔
Australien	5.783	4,0	↑
Argentinien	4.000	1,9	↓
Chile	3.360	1,7	↓
Südafrika	3.651	3,0	↑↑
Welt	454.000	6,2	↑

OIV, Lage Weinbausektor 2019 / DER Winzer (Redaktion), OIV-Statistik – Weltweit 6% der Rebfläche biologisch, 25.10.2021 / Römmelt, W. 2020 nach eigenen Recherchen und Quellenauswertung FiBL und AMI

Der ökologische Rebenanbau erfolgte im Jahr 2019 in 63 Ländern der Welt. Die Geschwindigkeit der Umstellung von Weingütern auf das Bewirtschaftungssystem Ökologischer Weinbau stieg seit Anfang des 21. Jahrhunderts beachtlich, seit 2005 ist ein Zuwachs der Öko-Rebfläche um durchschnittlich 13% pro Jahr zu verzeichnen. Demgegenüber nahm die konventionelle bewirtschaftete Weinbaufläche im gleichen Zeitraum um durchschnittlich 0,4% pro Jahr ab. Weltweit waren 2019 insgesamt 454.000 Hektar ökologisch bewirtschaftet, was in etwa 6,2% der globalen Rebfläche entspricht. In Deutschland lag der Anteil 2019 bei 9,3% (9.300 Hektar). In Spanien, der weltweit größten Weinbaunation, betrug die Biorebfläche 113.419 Hektar (13,0%) in 2018 (Römmelt W. 2020).

4.2.8.2. Pflanzengesunderhaltungsstrategien im ökologischen Weinbau

Weinberge werden in der Regel für mehrere Jahrzehnte bepflanzt. Wein stellt somit eine Dauerkultur dar, die nicht von Vorteilen einer diversen Fruchtfolge profitieren kann, wie es beispielsweise im Ackerbau möglich ist. Dadurch ist die Rebe einem steigenden Befallsdruck durch auftretende Schädlinge, Pilzkrankheiten und Virus-übertragende Nematoden ausgesetzt. Neben einem moderaten Pflanzenschutz wird im Ökoweinbau ein besonderes Augenmerk auf den Boden gelegt (vgl. hierzu 3.6.2), welcher maßgeblich an der Gesunderhaltung der Reben beteiligt ist. Um erfolgreichen ökologischen Weinbau betreiben zu können, sind die allgemeine Güte des Standorts wie auch die Niederschlagsmengen und deren Verteilung im Jahresverlauf von entscheidender Bedeutung.

Im Rahmen des Pflanzenschutzes im ökologischen Weinbau kommen z.B. pflanzliche Inhaltsstoffe zum Einsatz, die Stoffwechsel der Reben unspezifische Resistenzen gegen bakterielle

oder pilzliche Krankheitserreger auslösen. Des Weiteren werden sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe eingesetzt, die eine hemmende Wirkung gegen pilzliche Schaderreger entfalten, z.B. Terpene oder Gerbstoffe. Der Einsatz von Bakterienkulturen zur Veränderung der epiphytischen Mikroflora mit antagonistischer Wirkung auf Krankheitserreger sowie die Anwendung von Mikroorganismen, deren Stoffwechselprodukte ebenfalls hemmend auf Schadorganismen wirken, stehen im ökologischen Weinbau ebenfalls zur Verfügung. Weiterhin können mineralische Komponenten, wie z.B. Kieselsäure zur Härtung des Blattgewebes und zur Induzierung von Resistenzmechanismen im Stoffwechsel der Reben, zum Einsatz kommen. Wasserglas, Ackerschachtelhalmextrakte sowie Bikarbonate bilden schützende Schichten auf den Blattoberflächen. Die Anwendung von als Repellent wirkender pflanzlicher oder tierischer Duftstoffe zur Abwehr von Schädlingen (hydrolisierte tierische oder pflanzliche Eiweiße, Blutmehl) kann ebenso zum Einsatz kommen wie pflanzliche Inhaltsstoffe mit insektizider, fraßhemmender oder die Fortpflanzung beeinträchtigender Wirkung (z.B. Pyrethrum, Neemextrakt, Quassia, Prev-Orangenöl). Zu den weiteren Möglichkeiten des Pflanzenschutzes im Ökologischen Weinbau gehören die Einbürgerung von Nützlingen (z.B. Raubmilben, Schlupfwespen), der Einsatz von Bakterien- und Virenpräparaten (z.B. *Bacillus Thuringiensis*) oder der Einsatz von Pheromonen zum Fangen und Verwirren von Schädlingen. (vgl. Hofmann, 2014)

4.2.8.3. Aktuelle Herausforderungen Bodengesundheit

Ob Riesling vom Schiefer, Silvaner vom Muschelkalk oder Spätburgunder vom Buntsandstein - Böden prägen nicht nur unsere Kulturlandschaft, sondern auch die Weine, die auf Ihnen wachsen, weshalb sie im ökologischen Weinbau die Hauptrolle spielen. Der Boden ist mehr als bloß die Struktur, in der Rebwurzeln Halt finden. Böden spielen ganz im Gegenteil eine Schlüsselrolle, sie sind systemrelevant. Kann der Boden durch Degradation der Bodenstruktur eine seiner vielen Funktionalitäten nicht mehr übernehmen, scheitert der Versuch, große Weine zu schaffen, gleich an der Basis.

Im Weinbau wird viel über das Terroir gesprochen. Dieses beschreibt die Gesamtheit von Boden, Lage, Ursprung und Herkunft eines Standorts aber auch die Art und Weise des Umgangs mit diesem Kulturgut im Rahmen der Bewirtschaftungssysteme bei der Traubenerzeugung. Im Idealfall spiegeln die Weine einer bestimmten Lage diese speziellen Standorteigenschaften und Kulturmaßnahmen wider. Doch was versetzt die Rebe in die Lage, all diese Informationen zu transportieren? Weitreichende Untersuchungen haben gezeigt, dass sich auch die Bodenstruktur von Weinbergsböden seit Jahrzehnten durchweg negativ verändert. Weinbergsböden in Hanglage sind besonders prädestiniert für das Auftreten von Bodenerosion. Werden Böden nicht fachgerecht, zum falschen Zeitpunkt oder durch zu schwere und unpassende Geräte bewirtschaftet und kommen Starkregenereignisse hinzu, gibt es im wahrsten Sinne des Wortes kein Halten mehr.

Hinzu kommen Belastungen durch Fungizide, Insektizide und Herbizide. Nur ein belebter Boden kann ein gesunder Boden sein. Und der belebte Teil des Bodens macht dabei nur rund 0,5 Vol% des Bodenvolumens aus und besteht im Wesentlichen aus Mikroorganismen (Bakterien und Pilzen). Bodenschutz heißt deshalb auch immer Schutz und Pflege der Lebewesen, die den Boden ihren Lebensraum nennen. Aus diesem Grund ist der Verzicht auf Herbizide und der zurückhaltende Umgang und die Begrenzung auf Fungizide und Insektizide auf naturstofflicher Basis von ganz besonderer Bedeutung. Zur Bodenpflege gehört daher auch die Ernährung derselben. Dies sollte hauptsächlich organisch, zum Beispiel über Begrünung, erfolgen. Außerdem kann eine angepasste, mäßige Düngung zur Versorgung der Bodenlebewesen beitragen.

Unabhängig vom Ausgangsmaterial hängt die Lebensqualität der Rebe weitgehend von der Textur und Struktur des Bodens ab. Die für die Reben günstigste, körnige Struktur ergibt sich,

wenn das Gemenge etwa 25% sandige oder grobe Masse enthält. Geröll und Gesteinstrümmen helfen zu verhindern, dass der Boden sich durch die Bewirtschaftung verdichtet. Die Weinrebe wurzelt gerne tief, bei günstigen Voraussetzungen sogar bis zu 6 Meter. Wo nur eine dünne Bodenaufgabe vorhanden ist, müssen die Wurzeln flach bleiben und die Rebe hat folglich in Trockenperioden weniger Wasser zur Verfügung. Sandige Böden sind leicht zu bearbeiten und zu durchfeuchten, trocknen aber auch schnell wieder aus. Tonböden sind nur schwer zu durchfeuchten, zu entwässern und zu bearbeiten. Für den Weinbau am günstigsten ist steiniger, sandiger, humushaltiger Lehmboden, wozu kalkhaltiges Wasser und die jeweilige Art der Tonminerale noch beitragen. (ECOVIN 2014) In Kombination mit einer passenden Unterlagensrebeart können die Bodeneigenschaften optimal ausgeschöpft werden.

Der Weinbau prägt die Landschaft stark und macht eine kontinuierliche, intensive Pflege notwendig. Insbesondere Steillagen erfordern ein hohes Maß an Handarbeit. Anlage, Pflege und Erhaltung von Steillagen bedeutet trotz technischem Fortschritt vor allem eins: Muskelkraft. Ökologischer Weinbau in Steillagen ist eine besondere Herausforderung, da chemisch-synthetische Fungizide und Herbizide entfallen. Im Allgemeinen sind die Rebflächen in Deutschland in den letzten Jahrzehnten stark zurückgegangen. Insbesondere Steillagen werden aufgrund der geringen Rentabilität aufgelassen und verbuschen, Terrassen und Mauern verfallen. Winzerinnen und Winzer, die Steillagen bewirtschaften, bringen ein hohes Maß an Einsatz und Idealismus mit, um diesem Trend entgegenzuwirken. Die bekanntesten Steil- und Steilstlagen in Deutschland liegen an der Mosel. Aber auch der Rhein hat seine Spuren hinterlassen und das imposante Mittelrheintal und den Rheingau geschaffen. (vgl. Dejas, R. 2015)

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Als forschungsbedürftig/-relevant im Themenspektrum Boden wurden folgende Bereiche identifiziert und entsprechende Strategien zur Lösung von Problemen entwickelt.

Handlungsbedarf Themenkomplex Boden

- Steigerung der Bodenfruchtbarkeit
- Wirkungsweise effektiver Mikroorganismen
- Begrünungsstrategien auf trockenen Standorten
- Minimalbodenbearbeitung / Bodenpflege
- Nährstoffmanagement
- Einsatz von Kompost und Komposttees / Kompostbereitung
- Einsatz in Biokohle-Kompost-Gemischen (Terra Preta)
- Untersuchung der Oosporen
- Primärinfektion durch Bodenbearbeitung?
- Züchtung neuer Unterlagensorten zur optimalen Nutzung der Bodenkapazität, z.B. zur Vorbeugung von Chlorose, und damit verbundenen Forschungsaktivitäten zu Verträglichkeiten Edelreis-Unterlagensorte fördern

Bodenbetrachtungen sind oft leider zu einseitig. Während Wetterdaten leicht zugänglich und weitreichend verfügbar sind, ist dies bei Bodendaten bei weitem nicht der Fall. Hier gilt es Netzausbau und Digitalisierung zu fördern. Es gibt vielversprechende Ansätze im Rahmen der Sensortechnik. Das aktuell laufende Verbundprojekt „VitiSoil“ geht der Frage nach, welchen Beitrag der Weinbau hinsichtlich der Klimaschutzziele der COP21 Konferenz von Paris leisten kann. Hier geht es um Humusspeicherung und Sensoreinsatz zur CO₂-Minimierung im Weinbau mit PIWI-Sorten. Das Forschungszentrum Jülich und die Universität Bonn arbeiten hieran gemeinsam mit dem Julius-Kühn-Institut an der Fragestellung, welchen Beitrag die tiefe Einarbeitung organischer Materialien zur Kohlenstoffspeicherung leisten kann und wie sich diese auf die Rebenvitalität, aber auch auf die Bodeneigenschaften und Treibhausgasemissionen auswirken. In VitiSoil werden Sensortechniken entwickelt, welche eine räumliche und zeitlich hochaufgelöste Erfassung von Bodeneigenschaften ermöglichen. Mittlerweile gibt es auch einen mit Sensoren bestückten Spaten, der es ermöglicht, Bodenparameter in Echtzeit zu messen - ohne labortechnische Untersuchungen.

Insgesamt gibt es zahlreiche sehr gute Ansätze auch im Bereich Fortbildung und Beratung. Hier sind z.B. das U.R.S. Landmanagement oder auch die TB Unterfrauna GmbH (beide Österreich) zu nennen.

Klimawandel

Der Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ist eine Plattform, die der Weltmeteorologenverband und die Vereinten Nationen 1988 gegründet haben. Nach dem aktuellen (fünften) Sachstandsbericht (2013) werden sich die klimatischen Bedingungen in weiten Teilen der Erde noch schneller und dramatischer verändern als bisher angenommen. In der Weinwirtschaft wird dies zu großen Veränderungen führen, was sich auf Anpassungsstrategien, Wassermanagement, Sortenwahl und Biodiversität auswirken wird.

Das Vorrücken der Weinanbauregionen Europas nach Norden ist ein Effekt des Klimawandels. In Dänemark und Schweden beispielsweise wird heute schon Weinbau betrieben. In Rheinhessen ist die Rebsorte Merlot kein Exot mehr. Den wenigen Vorteilen des Klimawandels auf den Weinbau (mehr Sonnenscheinstunden, höherer CO₂-Gehalt, höhere Traubenreife sowie mehr Aroma-/Farbbildung) steht eine deutlich längere Negativliste gegenüber.

Zu den Nachteilen zählen Trockenstress (nicht nur in ohnehin trockenen Lagen / Steillagen, bereits mehrere Jahre in Folge Sonnenbrand an Trauben → Ertragsverlust), neue Krankheiten und Schädlinge insbesondere durch ein vermehrtes Vorkommen krankheitsübertragender Vektoren, zunehmendes Risiko für Spätfrostereignisse, Starkregenereignisse, Hagel, Fäulnisbefall, Ausweitung des Spektrums an Mikroorganismen und dadurch höheres Potenzial an Fehlparfums, Moste mit niedrigeren Säuregehalten und dadurch höheren pH-Werten, Essigsäure und biogenen Aminen. Außerdem führt die verfrühte Rebenentwicklung zu einer früheren Ernte, welche in einer kürzeren Zeitspanne und bei wärmeren Temperaturen stattfindet. Diese erhöhen den Kühlbedarf des Leseguts. Ebenso führen höhere Reifegrade zu einer gesteigerten Zuckereinlagerung in den Beeren, welche die Alkoholgehalte im Wein erhöhen. Wie die Alterungsfähigkeit der Weine in Zukunft sein wird, ist fraglich. (vgl. Fischer, U. 2008)

Planungen der Winzerschaft orientieren sich stark an den sich ändernden klimatischen Rahmenbedingungen. Hierbei spielen verschiedene Sorteneigenschaften ebenfalls eine Rolle. Von Vorteil sind ein später Reifebeginn, hohe Säuregehalte, dicke, platzfeste und pilzfeste Beerenhaut mit einer dichten Wachsaufgabe und damit verbunden eine deutlich erhöhte Widerstandsfähigkeit gegenüber Traubenbotrytis, Essigsäure und Fraßschäden, geringere Anfälligkeit gegenüber Sonnenbrand, positive Aromen- und Farbausgabe auch bei hohen Beeren Temperaturen, Robustheit gegen längere Trockenperioden und Widerstandsfähigkeit gegen südländische Schädlinge. Vor allem den pilzwiderstandsfähigen Sorten (PIWIs) kommt eine immer größere Bedeutung zu (vgl. hierzu Absatz Züchtung / Sorten).

Züchtung / Sorten

Die größten Herausforderungen im ökologischen Weinbau stellen Pilzkrankheiten wie der echte und falsche Mehltau dar. Diese Krankheiten kamen – wie die Reblaus – mit Rebstöcken von Amerika nach Europa. Schnell stellten die Praktiker fest, dass amerikanische Wildreben im Gegensatz zur europäischen Kulturrebe *Vitis vinifera* gegen den Befall mit Mehltau resistent waren. Jedoch zeigten Weine aus den Trauben der amerikanischen Rebsorten einen aufdringlichen, animalisch anmutenden, sogenannten Foxtön. Aus diesem Grund unternahm man in der Züchtung schon früh Versuche, die Vorteile der amerikanischen Reben mit den Vorteilen der europäischen Kulturrebe zu vereinen. So entstanden in den letzten Jahrzehnten pilzwiderstandsfähige Rebsorten, kurz PIWIs, für die heute auch andere *Vitis* Arten genutzt werden. In den 1990er Jahren wurden die ersten dieser Sorten in Deutschland zugelassen. Heute stehen der Praxis rund 40 PIWI Sorten in Deutschland zur Verfügung.

Im Extremfall können falscher (*Plasmopara viticola* bzw. *Peronospora*) und Echter Mehltau (*Erysiphe necator* bzw. *Oidium*) sowie Grauschimmel (*Botrytis cinerea*) ganze Traubenernten vernichten. Pilzwiderstandsfähige Rebsorten der neuesten Generation sind gegen diese drei

Krankheiten mehr oder weniger resistent. Ihre Widerstandsfähigkeit ist in Abhängigkeit von Rebsorte, Standort der Reben und Infektionsdruck mit Pilzsporen verschieden ausgeprägt. Mit PIWIs können Pflanzenschutzmaßnahmen somit auf ein Mindestmaß reduziert werden. Sie reduzieren z.B. die Notwendigkeit der Fungizidbehandlung im Weinberg auf 2 bis 3 Behandlungen pro Jahr. Dieser minimale Pflanzenschutz wird dringend empfohlen, um die Entstehung resistenzbrechender Stämme von Krankheitserregern sowie das Auftreten anderer Krankheiten (z.B. Schwarzfäule) zu vermeiden, also die Widerstandskraft der PIWI-Rebsorten auf einem hohen Niveau zu erhalten. Zum Vergleich: Traditionelle Rebsorten verlangen je nach Sorte, Standort und Klimabedingungen 6 bis 10 Behandlungen jährlich.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Pilzwiderstandsfähige Sorten werden mithilfe von klassischer Züchtungstechniken (Kreuzungszüchtung) erzeugt. Hierfür werden ausgewählte Mutterrebsorten gezielt mit bestimmten Vaterrebsorten gekreuzt und Nachkommenschaft insbesondere im Freiland selektioniert, bis die Züchterin oder der Züchter Pflanzenmaterial erhält, welches den gesetzten Zuchtzielen (z.B. Resistenz, Wuchseigenschaften und Weinqualität) entspricht. Das ist sehr zeit- und arbeitsaufwendig und dauert bis zu 30 Jahre. Heute arbeitet die Wissenschaft daran, den Prozess unter Zuhilfenahme von Genomauswertungen zu beschleunigen. Dabei werden im Erbgut der Rebe die Quellen für Resistenzen untersucht, um so in Zukunft eine frühzeitige Selektion zu ermöglichen. Gentechnische Methoden sind jedoch ausgeschlossen. Seit einigen Jahren spielt auch die Digitalisierung eine zunehmend wichtige Rolle zur Beschleunigung der Rebenzüchtung und ist daher ein weiterer Schwerpunkt der Züchtungsforschung. Hierbei zielen sensorgestützte Verfahren auf eine objektive, vergleichende und sehr schnelle Merkmalserfassung. Diese ermöglichen ein Monitoring von Zuchtmaterial unter verschiedenen Bedingungen, aber auch Screenings von Kartierungspopulationen zur Markerentwicklung, z.B. das Merkmal Traubenstruktur und Botrytisfestigkeit.

Eine verbesserte Zusammenarbeit in Sachen Züchtungsforschung wird empfohlen. Innerhalb Deutschlands gibt es eine Reihe von Forschungseinrichtungen, die Schwerpunkte im Bereich der Züchtung pilzwiderstandsfähiger Rebsorten gesetzt haben. Hier muss die Zusammenarbeit z.B. hinsichtlich Sortenprüfung auf unterschiedlichen Standorten mit verschiedenen Unterlagskombinationen gefördert werden. Im Themenbereich markergestützte Selektion und Markerentwicklung konnten bereits vielversprechende Fortschritte erzielt werden. Im Themenbereich markergestützte Selektion (engl.: marker-assisted selection; MAS) und Markerentwicklung für Krankheitsresistenzen konnten bereits vielversprechende Fortschritte erzielt werden. Dies ermöglicht es, bereits im Gewächshaus resistente Sämlinge zu selektieren und damit schneller zu neuen Sorten zu gelangen. Es fehlen jedoch Marker für weinbauliche Merkmale (z.B. Wuchsrichtung), Traubenmerkmale zur Vorbeugung von Botrytis oder Weinqualität. Ebenso wichtig ist, eine einheitliche Datenerhebung der unterschiedlichen Forschungsstandorte zu etablieren, damit der Datenaustausch auch gewährleistet werden kann. Hier spielen objektive Verfahren, z.B. durch den Einsatz von Sensoren eine Schlüsselrolle. Neben dem Datenaustausch ist auch der Austausch von Pflanzenmaterial ein wichtiger Baustein effektiver Zusammenarbeit. Im Bereich Resistenzentwicklung und neue Resistenzquellen besteht noch weiterer Forschungsbedarf.

Neue Sorten am Markt zu etablieren stellt eine gewisse Herausforderung dar, da Vermarktungskonzepte fehlen und der Verbraucher auf traditionelle Rebsorten fokussiert ist. Deutschland ist ein «Rebsorten-Trinker-Land». Riesling, Spätburgunder oder Grauburgunder gehören zu den bekanntesten Rebsorten und werden vom Endverbraucher immer noch bevorzugt getrunken. Hier weiß der Kunde, was ihn erwartet. PIWIs, ihre Vorzüge und Vielfältigkeit sind kaum bekannt. Dabei bieten sich hier neue, interessante Facetten, die es bei den neuen Sorten zu entdecken gibt. Die Weinqualität hat sich seit Beginn der Züchtung stark verbessert. Neben der Pilzwiderstandsfähigkeit dürfen aber auch andere wichtige Züchtungsziele nicht aus dem Auge verloren werden. Gerade mit dem voranschreitenden Klimawandel ergeben

sich neue Ansprüche an Rebsorten. Merkmale wie Trockenheitstoleranz, geringere Zuckereinlagerung in Beeren, Traubenschalendicke für bessere Starkregentoleranz wären einige wichtige Aspekte für eine Anpassung an den Klimawandel, die auch für künftige PIWIs von Relevanz sind.

Beikräuter / Begrünung

Eine standortangepasste Begrünung muss mehrere Anforderungen erfüllen: Sie muss den Energietransfer optimieren, also zu Stickstoffeintrag in den Boden führen und außerdem die Bodenstruktur stabilisieren. Eine vielfältige Begrünung lockt zudem vielfältige Nützlinge an. Sie erhöht die Wasserspeicherfähigkeit des Bodens und minimiert Erosion. Eine Begrünung versorgt die Bodenorganismen (Regenwürmer, Mikroorganismen) mit Nährstoffen und stellt somit die Basis für eine verbesserte biologische Aktivität und Verfügbarkeit von Bodennährstoffen dar.

Im Weinbau sind die am häufigsten gebrauchten krautigen Pflanzen für die Produktion der Gründüngung:

- Hülsenfrüchtler (Leguminosae): Bohne, Straucherbse, Wicke, Alexandrinerklee, Inkarnatklee, Rot- und Weißklee, Lupine, usw.
- Süßgräser (Gramineae): Roggen, Hafer, Gerste, Schwingelgräser, Italienisches oder jähriges Raygras, usw.
- Kreuzblütler (Brassicaceae/Cruciferae): Raps, Ölrettich, weißer Senf, usw.

Die Artenvielfalt an Pflanzen ist hierbei entscheidend. Im ökologischen Weinbau wird daher grundsätzlich eine Multi-Arten-Pflanzenmischung verwendet. Die Auswahl der Saatmischung hängt hierbei von der Dauer der Begrünung (ein-/ mehrjährig), den Bodenbedingungen, der Textur, dem pH- und Humusgehalt, der Jahreszeit der Aussaat sowie vom Mulch-, Mäh- oder Walzmanagement und der Wasserversorgung ab. (vgl. Trioli, G. und Hofmann, U. 2009)

Weiter ist zu beachten, dass die Saatmischung aus mindestens 3 Arten bestehen sollte, darunter 50% Tiefwurzler. Schnellkeimer dienen der Beschattung. Die Saatgutmischung sollte zudem auch mittel- und hochwachsende Pflanzen enthalten sowie so gering sein, dass sie lokalen wilden Kräutern die Keimung erlaubt um mit der Begrünung zusammen zu wachsen. Im ökologischen Weinbau werden unerwünschte Beikräuter nicht mit chemischen Herbiziden behandelt, sondern bevorzugt mit mechanischen, landwirtschaftlichen Methoden. Abgesehen vom Pflanzenmanagement, spielt die Bearbeitung zwischen den Reben eine wichtige Rolle in der Unterdrückung unerwünschter Konkurrenzen durch begleitende Flora. Heute gibt es eine große Auswahl an verschiedenen Systemen für die mechanische Unterstockbearbeitung. Diese können entsprechend der Struktur der Weinberge, Böden, Bodenbedingungen und Hangneigung ausgewählt werden.

Eine weitere Möglichkeit der Unkrautkontrolle zwischen den Reben ist die Verwendung von allelopathischen Pflanzen. Diese Pflanzen geben natürliche Chemikalien in den Boden ab, welche die Keimung und/oder Entwicklung von anderen Pflanzen behindern oder verhindern. Gegenwärtig ist die interessanteste allelopathische Pflanze das kleine Habichtskraut.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Autochthones Saatgut: regionaltypisches Saatgut zu verwenden ist die deutlich bessere Alternative, als Saatgut von weither zu importieren. Das Problem besteht in der Verfügbarkeit. Die Vermehrung von Wildkräutern kann die Nachfrage momentan nicht decken. Dies gilt es zu fördern.
- Die Verwendung von Zweitfrucht / Mischkulturen. Es gibt zahlreiche Ansätze, die vielversprechend sind. Im Rahmen des Projekts DIVERFARMING (www.diverfarming.eu) gibt es einen Versuch des Anbaus von Kräutern in einem Weinberg an der Saar. Die Kräuter werden anschließend zur Ölherstellung verwendet. Kartoffeln in den Rebzeilen

können für feuchte und humusreiche Standorte stickstoffzehrend sein. Wintergemüsemischungen erscheinen sehr interessant, da sie außerhalb der Pflanzenschutzsaison eingesät und geerntet werden können.

- Unterstockbearbeitung / Erosionsschutz: Leider gibt es immer wieder falsche Anwendungen im Bereich der Unterstockbearbeitung. Hier ist ein Ausbau an Beratung und Fortbildung notwendig. Gerade in Steillagen stellt die Unterstockbearbeitung gewisse Herausforderungen dar. Hier muss zudem an technischen Lösungen gearbeitet werden.

Pilzliche Schadorganismen und deren Regulierung im Ökologischen Weinbau

Die Zeiten, in denen Reben ganz ohne Pflanzenschutz auskamen, gehörten bereits Mitte des 19. Jahrhunderts der Vergangenheit an. In dieser Zeit wurden die Reblaus (*Viteus vitifoliae*) sowie der echte und falsche Mehltaupilz (*Erysiphe necator* & *Plasmopara viticola*) vom nordamerikanischen Kontinent eingeschleppt.

Gegen die Reblaus fand man relativ schnell eine biotechnische Behandlungsmethode. Ein französischer Winzer hatte herausgefunden, dass sich die Reblaus an amerikanischen Reben zwar vermehren, sie diese aber nicht zum Absterben bringen konnte. Dies war die grundlegende Erkenntnis, die zur heute allgemein üblichen Praxis des Veredelns der europäischen Reben auf amerikanische Unterlagsreben führte und damit zumindest eines der importierten Probleme löste.

Zwei weitere Eindringlinge ließen sich jedoch nicht so leicht abschütteln und fordern bis heute höchste Aufmerksamkeit. Während der falsche Mehltau der Rebe, auch *Peronospora* genannt, zu verheerenden Ertragsausfällen führen kann, führt der echte Mehltaupilz, auch als *Oidium* bezeichnet, zu erheblichen Qualitätseinbußen. Werden befallene Trauben weiterverarbeitet, führt dies im Wein zu einem muffigen, unangenehm an Champignons erinnernden Aroma. Diese beiden Krankheiten müssen unbedingt in Schach gehalten werden. (vgl. ECOVIN 2014)

Eine weitere, ursprünglich nur in den USA und Kanada vorkommende Krankheit ist die Schwarzfäule (Black Rot). In Europa wird erstmals 1885 in Frankreich von ihrem Auftreten berichtet, in Deutschland seit den 1930er Jahren. Die erfolgversprechendsten Schwarzfäule-Bekämpfungsstrategien stellen kulturtechnische Maßnahmen dar. Das konsequente Entfernen befallener Rebteile aus den Weinbergen und die Rodung von Drieschen sind dringend anzuraten. Im Ökologischen Weinbau ist neben diesen Maßnahmen eine regelmäßige Bekämpfung mit Kupfer-Schwefel-Kombinationen am sinnvollsten.

Der Rote Brenner ist ebenfalls eine Pilzkrankheit, die regional begrenzt auftritt. Trockene, humusarme Steillagen gelten als besonders gefährdet. Der Rote Brenner befällt sämtliche Sorten in gleichem Ausmaß. Gerade pilzwiderstandsfähige Rebsorten wie Johanniter, Merzling, Prinzpal oder Hiberna aber auch traditionelle Rebsorten wie Riesling sind für Gescheinsbefall (bis hin zum Totalausfall) durch roten Brenner sehr empfindlich. Der schnelle mikrobielle Abbau des befallenen Reblaubes stellt eine wichtige vorbeugende Strategie dar. Hierzu ist ein humoser Boden von großer Bedeutung. Kompostanwendungen im Herbst oder zeitigen Frühjahr regen eine hohe biologische Aktivität im Boden an. Zusätzlich können Bodenbehandlungen mit Ackerschachtelhalm-Extrakt oder -Tee sowie Komposttees und Milchsäurepräparate eingesetzt werden. Auch hier helfen bei akutem Befall Kupfer und Schwefel entsprechend des Befallsdruckes. (vgl. Hofmann 2014)

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Vorbeugende Maßnahmen müssen weiterentwickelt werden.

- Die Züchtung und der Anbau pilzwiderstandsfähiger Rebsorten mit pyramidierter genetischer Resistenz muss vorangetrieben werden.
- Aufgrund der limitierten Kupfermenge muss weiter an Reduktionsstrategien gearbeitet werden (Anbautechnik, Haftmittel, Sortenwahl, Applikationstechnik, angepasste Prognosemodelle usw.)
- Die Erforschung von Kupferalternativen (Pflanzenschutzmittel / Pflanzenstärkungsmittel) muss gefördert werden.
- Forschungsarbeiten zur induzierten Resistenz sind zu fördern.

Kirschessigfliege

Die Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*) ist eigentlich in Südasien beheimatet und wurde dort erstmals in den 1930er Jahren beschrieben. Zwischen 2008 und 2010 wurde sie auch in den USA und weiten Teilen Europas gesichtet. Die Art gilt im Obst- und Weinbau als Schädling, da sie die reifenden Früchte befällt und sich äußerst schnell vermehrt. Der kurze Generationszyklus macht es sehr schwer, sie mit Insektiziden zu bekämpfen. Die Entwicklung der Kirschessigfliege ist stark von der Temperatur abhängig. Die Männchen können sich ab einer Temperatur von 30°C kaum fortpflanzen. Die größten Schäden gab es in Deutschland bisher in 2014. Das Jahr 2015 mit seiner langen Trockenperiode und hohen Temperaturen, führte damit kaum zu Schäden. In 2016 kam die ersehnte Trockenperiode spät, aber zumindest für den Weinbau pünktlich, um größere Schäden zu vermeiden. Auch in den letzten zurückliegenden Jahren gab es keine größeren Probleme mit dem Auftreten der Kirschessigfliege.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Unterschiedliche Rebsorten werden unterschiedlich stark befallen – besonders gefährdet sind frühreifende, rote Rebsorten wie Frühburgunder, Dornfelder, Regent, Acolon, Cabernet Dorsa, Cabernet Dorio, Cabernet Cortis, Pinotin, Dunkelfelder, Zweigelt, Trollinger, Portugieser, roter Muskateller, roter Elbling und Rondo.

Als relativ stabil gelten z.B. Spätburgunder, Cabernet Sauvignon und Lemberger. Es ist weiterhin unklar, warum sich z.B. bei Spätburgundertrauben die Larven schlechter entwickeln bzw. warum hier keine Eiablage erfolgt. Unterschiedliche Lagen werden unterschiedlich stark befallen, abhängig vom Reifezeitpunkt und den Nachbarbeständen.

Zu den allgemeinen Präventionsmaßnahmen gehören frühzeitiges Entblättern, Vermeidung von Verletzungen, eine exakte Oidiumbekämpfung sowie Hygienemaßnahmen (keine Rückführung der Trester in die Weinberge, vollständiges Abernten der Anlagen). Weiter hilft es, Begrünung und Unterwuchs kurz zu halten. Teilweise wurden gute Erfahrungen mit Massenfang gemacht. Als geeignet erscheinen allerdings nur gut abgegrenzte Einzellagen mit einer geringen Anzahl von Futterquellen in der Nachbarschaft. Ein interessanter Ansatz könnte außerdem die Veraschung sein.

Die Oberflächenbehandlung der Früchte erfolgt z.B. mit Wasserglas – hier gibt es positive Rückmeldungen aus Forschung und Praxis. Zum Teil wurden in Versuchen gute Erfahrungen mit Kalk, Gesteinsmehl, und Kieselgur gemacht. Die Ergebnisse sind allerdings extrem widersprüchlich und die Wirkungsweise ungeklärt. Hinzu kommt, dass es für diese Wirkstoffe keine Zulassungen als Pflanzenschutzmittel gibt. Einzig mit Kaolin war in Versuchen eine eindeutige Wirkung feststellbar. Dafür muss die Anlage stark entblättert werden, um eine gute Applikation zu gewährleisten. (vgl. Hill & Wolf 2016)

In Südtirol und Rheinhessen gibt es gute Erfahrungen mit dem Einnetzen der Traubenzone – hier wurde 100% Wirkungsgrad erzielt. Bezüglich der Maschenweite im Freiland besteht noch Forschungsbedarf. Im Versuch wurde mit 0,6 x 0,8 mm Maschenweite gearbeitet. Bezüglich des Mikroklimas hat sich gezeigt, dass leichter Regen am Netz abperlt, bei durchdringendem

Regen wird die Abtrocknung der Traubenzone jedoch verzögert. Eine Maschenweite von 0,8 x 0,8 mm wird als ausreichend erachtet. (vgl. Hill, G. & Wolf, J. 2016)

Ein Einsatz des Insektizids Spinosad ist aufgrund der Nützlingsgefährdung (bienengefährlich B1, schädigend für Populationen der Art *Trichogramma dendrolimi* (Erzwespe) & schwachschädigend für Populationen der Art *Coccinella septempunctata* (Siebenpunkt-Marienkäfer)) nicht zu empfehlen, obwohl es im Ökologischen Landbau zugelassen ist. Die Aussagen zum Wirkungsgrad von Spinosad im Freiland sind zudem widersprüchlich, in den meisten Untersuchungen liegen sie unter 50%.

Der Einsatz von Spinosad setzt Maßnahmen zum Schutz der Bienen voraus.

Spinosad hinterlässt außerdem Rückstände – welche Auswirkungen das hat und wie hoch diese sind, dazu gibt es derzeit kaum gesicherte Aussagen von wissenschaftlicher Seite. Ein weiteres Problem liegt in der beschränkten Wirkungsdauer von Spinosad. Diese liegt bei 24 Stunden bezüglich der Fliegen und bei max. 4-5 Tagen bezüglich der Eier. Aufgrund einer Wartezeit ist demnach 10 Tage vor dem erwarteten Erntetermin keinerlei Schutz vor Neubefall mehr gegeben. (vgl. Hill, G. & WOLF, J. 2016)

Forschungsbedarf besteht in Bezug auf den Schädling Kirschessigfliege bei Grundlagen zu Biologie und Lebensweise, im Bereich Vorbeugung sowie bei Regulierungsmöglichkeiten (Verwirrung und Nützlinge). Im Bereich der Potenziale von Massenfänger und biotechnischen Verfahren (akustisch, thermisch oder mechanisch) gibt es ebenso Forschungsbedarf wie bei entomopathogenen Nematoden. Ökologische Präparate wie Gesteinsmehle, Kalke, Wasserglas und Pflanzenextrakte zur direkten Regulierung sind bislang nicht ausreichend erforscht.

Goldgelbe Vergilbung der Rebe (flavescence dorée)

Der Virus Flavescence dorée (FD) gehört aufgrund ihrer epidemischen Ausbreitung innerhalb eines Weinbergs zu den meldepflichtigen Quarantänekrankheiten. Per Verordnung können Pflanzenschutzmaßnahmen angeordnet werden, sollte die Krankheit auftreten. Die als Überträger identifizierte Amerikanische Rebzikade (*Scaphoideus titanus*) gilt als wärmeliebend. Ausbrüche der FD wurden bisher aus Frankreich, Italien, Portugal, Spanien, Kroatien, Slowenien, Serbien, Österreich und der Schweiz gemeldet. Sehr anfällig sind die Rebsorten Chardonnay, Weißburgunder, Sauvignon Blanc, Spätburgunder und Sangiovese. Die Blätter kranker Rebstöcke verfärben sich gelb und rot und rollen sich nach unten. Bei stark befallenen Stöcken vertrocknen die Gescheine der jungen Triebe. Im weiteren Vegetationsverlauf sterben die Stiele der Trauben ab und die Beeren verwelken. Die Amerikanische Rebzikade legt Ende Juli ihre Eier im Holz ab, die Larven schlüpfen im Mai. Das Pathogen wird von Larven wie ausgewachsenen Tieren durch Saugen an bereits befallenem Holz aufgenommen und kann nach kurzer Inkubationszeit weiter übertragen werden. Eine Ausbreitung kann dadurch schnell auch über große Distanzen erfolgen.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Behandelt wird mit insektizidfreiem Paraffinöl noch vor dem Austrieb. Die Larven können mit Pyrethrum bekämpft werden. Daneben haben sich Bikarbonate sowie Behandlungen mit Kaolin als erfolgsversprechend erwiesen. Bei starkem Befall bleibt nur die Rodung der entsprechenden Flächen. Auch hier erweist sich eine vielfältige Begrünung als Magnet für Nützlinge und Fressfeinde als sinnvoll. (vgl. Hofmann, U. 2014)

Forschungsbedarf besteht weiterhin in den Bereichen Vorbeugung und Nützlingsforschung sowie bei den Regulierungsmöglichkeiten.

Esca

ESCA ist eine der gefährlichsten Rebholzkrankheiten, da sie zum Absterben der Rebstöcke führen kann. Sie hat sich in den letzten drei Jahrzehnten weltweit stark verbreitet. Sie wird von holzzersetzenden Pilzen verbreitet und tritt seit den 1990er Jahren auch verstärkt in den

nördlichen Weinanbaugebieten auf. Der Mittelmeer-Feuerschwamm Pilz (*Fomitiporia mediterranea*) ist einer der Haupterreger der Esca. Vor allem Anlagen mit Rebstöcken, die älter als 25 Jahre alt sind, werden befallen.

Manche Erziehungsarten zeigen sich Esca-anfälliger. Lenz-Moser, Geneva-Doppelkordon oder Scott-Henry-Erziehung sind nach Hofmann, U. (2014) gefährdeter. Ebenso sind manche Rebsorten wie beispielsweise Sauvignon Blanc, Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, Sangiovese und Burgundersorten anfälliger als andere Rebsorten.

Tritt Esca Befall auf, spricht man entweder von akutem oder chronischem Verlauf. Beim akuten Verlauf stirbt die Rebe plötzlich ab. Die Blätter hängen herab und verfärben sich braun. Beim chronischen Verlauf können die Reben oft noch mehrere Jahre erhalten bleiben. In manchen Jahren fehlen die Symptome komplett, In anderen Jahren bilden sich während der Vegetation auf den Blättern gelbliche bis violette Verfärbungen oder Nekrosen, diese vergrößern sich und führen letztendlich zum Blattfall. Auch die Beeren sind von schwarz-violetten Flecken befallen. Im Holzquerschnitt kann man helle Verfärbungen sowie einen weichen Mittelpunkt entsprechend den befallenen Arealen erkennen. In trockenen, warmen Sommern stirbt das Holz dann vermehrt ab.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Eine gezielte Bekämpfung von Esca ist leider bisher nicht möglich. Derzeit gilt als wichtigste Maßnahme das Entfernen der befallenen Rebstöcke aus den Anlagen. Das Rückschneiden von einzelnen, betroffenen Pflanzenbereichen führt mittelfristig zu keiner Besserung. Eine Re-vitalisierung ist so gut wie nicht möglich.

Als sinnvolle präventive Maßnahme hat sich seit einigen Jahren der „Sanfte Rebschnitt“ erwiesen. Hier wird der Rebschnitt möglichst spät bei trockener, kalter Witterung durchgeführt und der Rebe dabei möglichst wenige kleine Wunden zugefügt. Der Sanfte Rebschnitt hält den Saftfluss in der Rebe vital. Sind größere Wunden einmal unvermeidbar, sollten diese – wie im Obstbau – desinfiziert und verschlossen werden. Zum „Sanften Rebschnitt“ gibt es eine Reihe guter Fortbildungsangebote. (vgl. Simonit u. Sirch 2020)

Als weitere vorbeugende Maßnahme können Anlagen auf Minimalschnitt umgestellt werden. Durch den deutlich reduzierten Rückschnitt entstehen entsprechend weniger Wunden. Somit sinkt die Esca-Gefahr.

Im Themenfeld Esca besteht deutlicher Forschungsbedarf im Bereich der Bodenfruchtbarkeit. Das Absterben der Weinreben (Apoplexie) kann neben der Esca auch noch andere Ursachen haben. Das Absterben der Rebe ist somit das Endergebnis der hohen Krankheitsbelastung. Hier gilt es die Ursachen weiter zu erforschen. Der Rebschnitt muss in diesem Kontext auch an den Berufs- und Hochschulen eine andere, erweiterte Betrachtung finden.

Technik

Vielversprechende technische Neuerungen gibt es in allen Bereichen des Weinbaus: Bei der Züchtungsforschung angefangen (markergestützte Selektion und Digitalisierung der Markmalerfassung) über den Anbau (z.B. Mechanisierung von Steillagen, neue Applikationstechnik oder sensorgestützter Pflanzenschutz) bis hin zum Weinausbau (Traubensortierung und Hygienemaßnahmen).

Grundsätzlich gilt der ökologische Weinbau als zeit-, arbeits- und kapitalaufwendiger, wenn auch die Wertschöpfung laut diverser Studien oft nicht unter der des konventionellen Weinbaus liegt (vgl. Mend, M. 2010). Dieser Fakt motiviert Praktiker nicht gerade zur Umstellung. Oftmals sind die Argumente gegen ökologischen Weinbau darin begründet, dass Unterstockarbeiten im Steilhang ohne Herbizide nicht funktionieren, weil sie zu arbeitsintensiv und zudem erosionsgefährdend sind, oder dass Pflanzenschutz mit limitierten Kupfermengen alleine keine Planungssicherheit in schwierigen Jahren mit erhöhtem Pilzdruck bietet.

Maßnahmen, Forschungs- und Handlungsbedarf:

Aber auch kulturtechnische Maßnahmen müssen berücksichtigt werden. Eine Querterrassierung von Steillagen schafft zum einen arbeitswirtschaftliche Einsparungen, da die Flächen besser mechanisiert bearbeitet werden können. Querterrassen bieten zudem einen erhöhten Erosionsschutz und können mehr Wasser speichern. Die Bereiche zwischen den Fahrgassen können als zusätzliche begrünte Flächen und somit als Lebensraum zur Biodiversitätsförderung beitragen usw.

Im Allgemeinen sollten auch angepasste Anbausysteme verstärkt in den Fokus rücken. So zeigen (PIWI-) Rebsorten, die im Minimalschnitt im Spalier angebaut werden, eine reduzierte Anfälligkeit gegenüber Spätfrösten und Hagelschlag. Dies ist auf die Pflanzenarchitektur zurückzuführen. Auch die betriebswirtschaftlichen Vorteile durch eine Arbeitszeiterparung von ca. 70% und eine steigende Technisierung (z.B. durch den maschinellen Winterschnitt anstelle des manuellen Bogenschnitts) wirkt Herausforderungen wie Arbeitskräftemangel entgegen. Deshalb ist die Nachfrage von Winzer*innen nach PIWIs im Minimalschnitt wachsend. Die beste Technik alleine ersetzt jedoch nicht die Standort- und Sortenwahl. Ökologischer Weinbau ist ein komplexes Betätigungsfeld, welches einer entsprechend weitumfassenden Bildung bedarf. Deswegen gilt es im Bereich der universitären und schulischen Bildung die Themen verstärkt in die Curricula und Praktika aufzunehmen. Erfreulich ist die Tatsache, dass sich der Anteil an ökologisch zertifizierten Ausbildungsbetrieben deutlich überproportional zur ökologisch zertifizierten Fläche verhält. (vgl. KÖN 2017)

4.3. Praxisdatenerhebung für die Weiterentwicklung von Gesunderhaltungsstrategien

Bei den Diskussionen im Projektkontext zur Weiterentwicklung der Gesunderhaltungsstrategien kam immer wieder das Thema auf, dass es keine gute Datenlage gibt, für die Maßnahmen, die im Öko-Landbau eingesetzt werden, dass diese aber sowohl für die Weiterentwicklung von Gesunderhaltungsstrategien notwendig sind, als auch hilfreich für eine einzelbetriebliche Beratung sein können. Mit dem Benchmarkingtool „Poseidon“ hat die FÖKO bereits einen entsprechenden Ansatz für den Tafelapfel erarbeitet und implementiert.^{xxi} Im Rahmen dieses Projektes sollte es neben den anderen Projektaufgaben nun auch darum gehen ähnlich dem Ansatz für die Tafeläpfel zunächst konzeptionell die kulturspezifischen Maßnahmen zu definieren, welche notwendig sind die Gesunderhaltungsstrategien soweit zu erfassen, dass das Gesamtsystem so weit abgebildet ist, dass eine Weiterentwicklung von Strategien durch diese Datengrundlage befördert wird. Große Einigkeit bestand darin, dass eine größere Bereitschaft bei Betrieben zur Teilnahme an einer entsprechenden Datensammlung bestünde, wenn die Betriebe einen klaren Mehrwert davon haben, bspw. durch Benchmarking oder auch durch die Vereinfachte Erfüllung von Berichtspflichten. Ziel im Projekt war es zunächst Sparten-spezifische Maßnahmen/Indikatoren zu erarbeiten und in Testerhebungen auf Praxistauglichkeit zu prüfen. Dabei ging es nicht primär um die Bereitstellung von Daten, sondern eher um ein Proof-of-concept. In den einzelnen Sparten wurde außerdem von unterschiedlichen Grundvoraussetzungen aus begonnen. Aus diesen Gründen sind sowohl die Genese der Indikatorensets, die Indikatorensets selbst, als auch die Darstellungen der Probeerhebungen sehr unterschiedlich. In einem zweiten Schritt wurde begonnen die Indikatorensets, wo sinnvoll anzugleichen.

Im folgenden sind die folgenden Kulturen behandelt

- Ackerbohne (stellvertretend für den Ackerbau)
- Kartoffel
- Möhre (Stellvertretend für das Feldgemüse)
- Tomate (Stellvertretend für den geschützten Anbau)
- Birne und Zwetschge (Stellvertretend für den Obstbau)
- Wein

Für den Hopfenanbau wurde im Rahmen des Projektes keine Erhebung angestrebt, da die Anzahl der Öko-Hopfenbetriebe mit 13 zu gering ist, um anonymitätswahrend zu arbeiten.

4.3.1. Datenerhebung im ökologischen Ackerbau

Stellvertretend für die ökologischen Ackerbaukulturen wurde im Rahmen des Projektes die Ackerbohne betrachtet. Dies ist exemplarisch und die Indikatoren lassen sich auf andere Ackerbaukulturen übertragen. Anders als in den meisten Getreidekulturen gibt es in der Ackerbohne gibt es vor allem mit Blattläusen als Vektoren für Viruserkrankungen theoretisch auch Indikationen gegen die ein Pflanzenschutzmitteleinsatz im Einzelfall sinnvoll erscheinen kann, aber in der Praxis vermutlich dennoch nur selten zum Einsatz kommt.

4.3.1.1. Ausgangslage der Datenerhebung

Unter den Hülsenfrüchten (*Fabaceae*) hat die Ackerbohne (*Vicia faba minor*) neben den Lupinen (*Lupinus*) die größte Anbaubedeutung beide stellen damit ein wichtiges Fruchtfolgeglied im ökologischen Landbau dar.^{xxii} Somit werden 50% der gesamten deutschen Ackerbohnen auf ökozertifizierter Fläche angebaut. In den der vergangenen GAP-Periode ist der Anbau von Körnerleguminosen im konventionellen Anbau um etwa 50% ausgeweitet worden; Grund hierfür dürfte in den sogenannten Greeningauflagen der vergangenen GAP-Periode gelegen haben.^{xxiii}

Die Ackerbohne wird vor allem als wertvolles Eiweißfuttermittel geschätzt, das überwiegend in der Rinderhaltung zum Einsatz kommt. Im Jahr 2019 betrug die Bio-Anbaufläche von Ackerbohnen in Deutschland etwa 19.000 ha. Auch für Marktfruchtbetriebe spielt die Ackerbohne eine große Rolle, erweitert die Fruchtfolge und bietet einen hohen Vorfruchtwert – etwa 40 Kg N/ha können für die Folgekultur angerechnet werden. Die Wirtschaftlichkeit des Ackerbohnenanbaus dürfte sich künftig tendenziell weiter verbessern, da die Nachfrage nach Proteinquellen aus heimischer Erzeugung ansteigt; Bitterstoffarme Ackerbohnen-Sorten haben weitere Einsatzbereiche, z.B. in der Humanernährung.

Ackerbohnen sind nicht selbstverträglich, eine Anbaupause von etwa 6 Jahren ist innerhalb der Fruchtfolgerotation unbedingt einzuhalten. I.d.R. empfiehlt sich der Körnerleguminosenanbau nach zwei- oder dreijährigem Anbau von Speisegetreide oder einer Hackfrucht (z.B. Kartoffeln oder Feldgemüse). Die Empfehlungen für eine ausgewogene Fruchtfolge im Ökolandbau liegen bei 20 – 30 % Leguminosenanteil an der gesamten Fruchtfolge. Es gibt jedoch gewisse Grenzen, was den Anbau von Leguminosen angeht. Stichwort: Leguminosenmüdigkeit. Dahinter verbirgt sich ein multifaktorieller Ursachsenkomplex, aus bodenbürtigen Schadregenern und Nährstoffimbancen. Diese bauen sich erst mit der Zeit auf den Flächen auf und man spricht von einer schleichend auftretenden Müdigkeit. Nicht selten zeigen, beispielsweise, Klee grasbestände auf frisch umgestellte Ackerflächen (auf denen bisher keine Leguminosen gestanden haben) erstaunlich üppigen Aufwuchs. Dies berichten aufmerksame Erzeugerinnen

Nutzung/ Vermarktung

Für eine Futternutzung, v.a. im Monogastrierbereich, werden tanninfreie Sorten verlangt. Im Geflügelbereich spielen zudem vicin/ und convicinarme Sorten eine große Rolle. Hier sei die Sorte „Tiffany“ (Züchter: Norddeutsche Pflanzenzucht) beispielhaft erwähnt. Diese wird im geschälten Zustand ebenfalls in der menschlichen Ernährung eingesetzt. Seit der Einführung der VO (EU) 2018/848 spielen heimische Proteinquellen eine besondere Rolle, da konventionelle Eiweißkomponenten nur mit maximal 5%-igem Anteil in der Aufzucht von Ferkeln (bis 35kg LM) und bei Junggeflügel eingesetzt werden dürfen. Diese Ausnahme ist bis Ende 2025 gültig.

Alternative Anbauverfahren

Neben der klassischen Reinsaat als Sommerkultur, haben sich in den vergangenen Jahren alternative Anbauverfahren der Ackerbohne etabliert. Einerseits werden zunehmend auch

winterharten Sorten angebaut, andererseits spielt auch der Gemengeanbau, z.B. mit einem Getreidepartner, eine zunehmend größere Rolle.

Winterackerbohnen

Um die Winterfeuchte besser auszunutzen sind in den vergangenen Jahren einige Betriebe auf die Verwendung winterharter Ackerbohnsensorten umgestiegen. Während der Blühphase ist der Wasserbedarf der Ackerbohne besonders hoch. Aufgrund des früheren Blühbeginns, im Vergleich so den üblichen Sommersorten, der Winterackerbohnen ist die Wasserverfügbarkeit während der Blüte meist höher. Dadurch können Stressfaktoren, ausgelöst durch die (Vor)Sommertrockenheitsperiode, während dieser sensiblen Wachstumsphase vermieden werden. Bestenfalls werden so höhere Felderträge erzielt.

Sorten (Winterackerbohnen)

„Augusta“ (Züchter: Norddeutsche Pflanzenzucht) oder „GL Arabella“ (Züchter: Saatucht Gleisdorf) sind hier in der Praxis erprobte Sorten. Die Aussaatmenge beträgt bei Winterackerbohnen etwa 25-30 Körnern/m², wohingegen die Saatstärke (einer Reinsaat) im Frühjahr bei etwa 40-55 Körnern/m² liegt. Die Winterackerbohnen sollten etwa im 4-Blattstadium überwinteren, daher wird ein Aussaattermin im Oktober empfohlen.

Getreide-Leguminosengemenge

Um die Ertragsfähigkeit, v.a. auf einigen Grenzstandorten, bestmöglich abzusichern, hat sich der Anbau von Getreide- und Leguminosengemenge auf einigen Betriebe etabliert. Eine Vermarktung im Gemenge ist erschwert, da dieses lediglich als Viehfutter genutzt werden kann. Eine Vermarktung über Futterhändler ist i.d.R. nicht möglich. Bei guter Aufbereitungstechnik auf dem Betrieb, können allerdings die einzelnen Komponenten nach der Ernte auch getrennt werden, was dann eine Vermarktung über Handelspartner/ Verarbeiter ermöglicht.

4.3.1.2. Prozess der Indikatoren-Erstellung

Projektziel ist es in einem Netzwerk aus Anbauberatern aus dem ökologischen Ackerbau und landwirtschaftlichen Praktikern gemeinsam nach Ansätzen/ Indikatoren zu suchen, die einen positiven Effekt auf die Gesunderhaltung von landwirtschaftlichen Kulturpflanzen haben könnten.

Da die Produktion von landwirtschaftlichen Kulturen zahlreichen Umwelteinflüssen unterliegt, ist es eine ständige Herausforderung in jedem Jahr optimale Wachstumsbedingungen zu schaffen; Dennoch zeigen sich bestimmte (vermeintliche) Schlüsselindikatoren, die hier einen maßgeblichen Einfluss auf die Entwicklung zu haben scheinen, weitgehend unabhängig von unmittelbaren Standortfaktoren.

Im Gespräch mit Beraterkollegen aus dem Ackerbau, einerseits und Praktiker*innen auf den Betrieben andererseits, haben wir neben diesen Schlüsselindikatoren auch vermeintlich weniger entscheidende Indikatoren aufgelistet, sodass die Indikatorenliste priorisierte Indikatoren (Schlüsselindikatoren) und weniger priorisierte Indikatoren enthält.

Bei der Verwendung digitaler Hilfsmittel für die zahlreichen Dokumentationsverpflichtung ökologisch wirtschaftender Betriebe haben wir die Chance einer möglichen Verknüpfung gesehen: Bei der Suche nach aussagekräftigen Indikatoren wurde, erstens, die Bedeutung bezüglich der Pflanzengesundheit abgewogen, zweitens, die Möglichkeit einer Auswertung mithilfe einer digitalen Ackerschlagkartei.

Aus der anfänglichen Diskussion ergaben sich schnell eine große Vielzahl möglicher Indikatoren, die sich auch mithilfe einer digitalen Ackerschlagkartei recht einfach ausgeben bzw. auswerten lassen. In der vertieften Diskussion hat sich jedoch herausgestellt, dass sich kaum -auch ganz grundlegende- Indikatoren finden lassen, welche sich vollständig isoliert voneinander betrachten lassen. Die gefundenen Indikatoren bedingen sich auch untereinander.

Beispielsweise ist davon auszugehen, dass es selbst bei der Verwendung derselben Betriebsmittel (z.B. Dünge/- Art und Menge, Sorte, Düngeniveau etc.) jedoch auf unterschiedlichen Standorten mit unterschiedlicher Vorbewirtschaftung fast unmöglich erscheint hier allgemeine Anbauempfehlungen daraus abzuleiten. Daher lassen sich vermutlich überwiegend eher weniger komplexe Fragestellungen allgemein beantworten bzw. übliche Verfahren zur Pflanzengesundheit z.B. den Anbauabstand (Anzahl der Jahre zwischen dem Anbau gleicher Pflanzenarten) zu evaluieren.

Auf Seite der Betriebe konnten wir ein Eigeninteresse an der Suche nach Indikatoren feststellen. Vorallem zeigten sich Betriebsleiter*innen sehr interessiert an weiteren Betrieben mit vergleichbaren Standortfaktoren; Hier wurde gerne das Netzwerk der Anbauberater*innen befragt, im Austausch mit den Ackerschlagauszügen. Ein Problem bei der Verwendung von digitalen Ackerschlagkarteien zur Auswertung der Schlüsselindikatoren war, dass die Betriebe fast ausschließlich lediglich die Verwendung von Betriebsmitteln (Saatgut, Düngemittel, Pflanzenschutz etc.) angeben, die im Rahmen der Öko/- oder QS-Kontrolle zwingend dokumentiert werden müssen; erledigte Arbeitsgänge, z.B. Unkrautregulierung mit Striegel oder mit der Hacke sind häufig aufgrund fehlender Verpflichtung zur Aufzeichnung nicht immer akkurat aufgezeichnet worden und ließen sich im nachhinein nicht immer mit letzter Gewissheit zurückdatieren.

Die Liste der Indikatoren im ökologischen Ackerbau sieht aus wie folgt:

Vor der Saat

- Übliche Fruchtfolge (mindestens Vorfrucht/Vorvorfrucht)
- Anbaupause
- Bodenbearbeitung (Was? Wie oft?)
- Zwischenfrucht

Ggf. zusätzlich:

- Standort
- Bodenart & pH-Wert

Aussaat

- Saattermin
- Sorte und Sorteneigenschaften
- Anbaumethode (Sommer-/Winterackerbohne, Gemengeanbau)
- Saatstärke (Körner/m²)

Ggf. zusätzlich:

- Aussaat (Reihen/ - Breitsaat)
- Saattiefe
- Ertrag

Düngemanagement/ Pflanzenstärkung

- Nährstoffe (Düngerart und -menge)
- Spurennährstoffe (Blattdünger)
- Pflanzenstärkungsmittel/Bodenhilfsstoffe/Bostimulanzien

Pflegemaßnahmen

- Beikrautregulierung (z.B. Hacke/Striegel)

Ggf. zusätzlich:

- Bewässerung

Pflanzengesundheit

- Pflanzenschutzmitteleinsatz

Ggf. Zusätzlich:

- Erntemängel (phänotypische Qualitätsmängel)

- Lagerschädlinge
- Besondere Toleranzen/ Resistenzen der Sorte (lt. Züchter)

Ggf. Lagerung

- Angestrebte Luftfeuchte und Temperatur
- Lagerhygiene/Lagerschutz (Welche?)

4.3.1.3. Auswertung der Auszüge von Ackerschlagdokumentationen

Für eine erste Test-Auswertung standen die vollständigen Auszüge aus Ackerschlagdokumentationen zur Verfügung, mit insgesamt knapp 30 ha Anbaufläche für das Jahr 2021 und 16 ha Anbaufläche im Jahr 2022. Im norddeutschen Raum war insbesondere die Ackerbohnenenernte im Jahr 2023 bei vielen Betrieben aufgrund der z.T. starken Niederschläge ab Juli sehr problematisch, lediglich vereinzelt wurden günstige Wetterfenster getroffen. Im Schnitt wurden Erntemenge zwischen 1,5-2 t/ha erreicht.

Aus dem (möglichst) vollständigen Datensatz je Ackerschlag wurden händisch beispielhaft die festgelegten Schlüsselindikatoren herausgesucht und anschließend die weiteren Indikatoren herausgefiltert. Mithilfe diesen Tagebuchauszügen kann allerdings kein horizontaler Vergleich zwischen den verschiedenen Betrieben über die Wirksamkeit einzelner Maßnahmen abgeleitet werden.

Die Faktoren, die den Ertrag und Qualitäten beeinflussen sind so multifaktoriell, dass ein direkter Wirkzusammenhang zwischen Maßnahme und Wirkung sehr schwierig ist. Dies wäre ggf. bei der Auswertung einer größeren Gruppe von Betrieben, z. B. innerhalb einer Region, möglich.

Anbautagebuch befragter Testbetriebe

Fruchtfolge

Auf allen Schlägen der Projektbetriebe war die Vorfrucht jeweils Speisegetreide, in einem Fall eine leguminosenfreie Zwischenfruchtmischung (TerraLife LeguFit, DSV) auf einem anderen Betrieb Sonnenblumen. Laut Aussage der Betriebsleiter werden die oben beschriebenen Anbaupausen (6 Jahre) eingehalten (Die Aufzeichnungen aus der Ackerschlagkarteien reichen nicht soweit zurück); Auf der Hälfte aller dokumentierten Flächen haben seit der Umstellung auf Ökolandbau bisher nie Körnerleguminosen gestanden.

Häufig werden die Fruchtfolgeglieder spontan im Laufe des Jahres angepasst, sodass neben den Anbaupausen besonders auch auf den jährlichen Wechsel von Sommer/- und Winterkulturen geachtet wird. Zumindest wurde diese Praxis auf allen Flächen der befragten Betriebsleiter, wie oben beschrieben, verfolgt. Ein starres Muster in der Fruchtfolge wurde auf keinem der befragten Betriebe umgesetzt.

Sortenwahl

Die grundsätzliche Wahl der Sorte richtet sich im Wesentlichen nach der geplanten Vermarktungsrichtung. Momentan werden Ackerbohnen überwiegend in der Tierernährung eingesetzt, um hier größtmögliche Flexibilität zu erhalten spielen vicin/ und convicinarme Sorten eine zentrale Rolle (wie bereits oben beschrieben) Beide Eigenschaften kombiniert, bietet momentan lediglich die markterprobte Sorte „*Tiffany*“ (Züchter: Norddeutsche Pflanzenzucht, NPZ) Der Züchter hat weitere Sorten (mit denselben Eigenschaften) Für die Saison 2025 oder 2026 wird voraussichtlich genügend Saatgut zur Verfügung stehen.

Auf den Betrieben sind während des dokumentierten Zeitraums jeweils andere Sorten angebaut worden. Neben einer Risikostreuung waren vorherige feste Anbauabsprachen mit Ver-

marktungspartnern die Gründe für die getroffenen Sortenwahl. Außerdem spielt auch die Verfügbarkeit des jeweiligen Saatgutes eine Rolle beim Einkauf. Alle der genannten Sorten zeichnen sich durch eine überdurchschnittliche Robustheit/ Pflanzengesundheit gegenüber Krankheitserreger aus.

Die in den Erntejahren von den Projektbetrieben verwendete Sorten sind:

- *Trumpet* (Züchter: Norddeutsche Pflanzenzucht, NPZ)

Sortenprofil: tanninhaltige Sorte mit guter Standfestigkeit. ggf. leicht unterdurchschnittliche Rohproteingehalte. In den Landessortenversuchen wird *Trumpet* besonders für den Ökolandbau in den norddeutschen Bundesländern empfohlen.

- *Fanfare* (Züchter: Norddeutsche Pflanzenzucht, NPZ)

Sortenprofil: tanninhaltige Sorte mit guter Standfestigkeit. In den Landessortenversuchen besonders für den ökologischen Landbau auf mittleren bis schweren Standorten empfohlen. Der Rohproteinertrag ist recht hoch, daher besonders für die Futternutzung geeignet.

- Winterackerbohne: *GL Arabella* (Züchter: Saatzucht Gleisdorf)

Sortenprofil: gute Standfestigkeit und gute Toleranzen gegen Rostkrankheiten und Botrytis. Sehr früher Erntebeginn möglich.

Auf zwei Projektbetrieben konnte in den Erntejahren 2021 und 2022 3,5- 4 t/ha Winterackerbohne geerntet werden. Dies liegt etwas unterhalb der Ertragserwartung von knapp 5t/ha für Frühjahressackerbohnen auf diesem Standort. Ob hier die Wintersorten/- Fruchtfolge oder andere Effekte als ertragsbeeinflussender Faktor angesehen werden konnte, ist möglich und müsste in den Folgejahren weiter dokumentiert werden. In 2023 ist auf befragten Betrieben eine Ernte von 1,5-2 t/ha sehr weit unter den Erwartungen zurückgeblieben.

Gemengeanbau

Eine mögliche Kombination ist, beispielsweise, Sommerweizen-Ackerbohne als Sommerung. Neben einer gemeinsamen Aussaat beider Kulturen auf etwa 4 cm Saattiefe, ist auch eine etwa zweiwöchig verzögerte flachere Haferaussaat möglich. Ein Projektbetrieb konnte im Erntejahr 2022 insgesamt 4,5 t/ ha Gemenge ernten, dabei wurde der Anteil an Ackerbohnen auf etwa 40% geschätzt. In 2023 haben die teilnehmenden Projektbetriebe lediglich ohne Gemengeanbau und Reinsaaten gearbeitet.

Bodenbearbeitung

Auf allen Projektbetrieben wurde eine wendende Bodenbearbeitung vor dem Anbau von Ackerbohnen durchgeführt. Folgende Vorteile werden sich dadurch versprochen: Schnellere Erwärmung, bessere Belüftung und eine Unkrautbearbeitung des Ackerbodens, sowie die Möglichkeit zur Einarbeitung von Ernteresten der Vorkultur.

Beikrautmanagement

Auf allen Schlägen der Projektbetriebe kamen unterschiedliche Maschinen zum Unkrautmanagement zum Einsatz. Neben dem üblichen Zinkenstriegel wurden auf den Projektbetrieben eine Sternrollhacke (sogenannte Rotary-Hoe) und weitere Schar-Hackmaschinen eingesetzt. Z. T. wurden die unterschiedlichen Verfahren kombiniert, beispielsweise Striegeln und Hacken. Die Maschinenausstattung der Betriebe ist recht unterschiedlich und nicht für jeden Arbeitsgang steht zu jedem Zeitpunkt die optimale Maschine zur Verfügung. Beispielsweise kann eine Rollhacke recht fest verwurzelte Unkräuter bei langanhaltender Nichtbefahrbarkeit der Ackerflächen, z. B. durch regelmäßige Niederschlagsereignisse, sehr gut bekämpfen. Dies kann der Zinkenstriegel so nicht leisten, dafür kann dieser bereits in frühen Kulturstadien eingesetzt werden, ohne großen Schaden an der Kulturpflanze anzurichten.

Aus der Praxis wurde von den Projektbetrieben zurückgespiegelt, dass die gegebenen Witterungsbedingungen häufig eine jeweils andere Beikrautregulierung erforderlich machen, die

entsprechende Maschine jedoch nicht verfügbar ist. Die Kapitalintensivität, um eine vollständige Eigenmechanisierung zu gewährleisten ist in den letzten Jahren erheblich gestiegen, so die Einschätzung aller befragten Betriebsleiter aus der Praxis. Dies trifft insbesondere diversifizierte Betriebe mit einer vielfältigen Fruchtfolge und vielfältigen Betriebszweigen.

Bei fünf unterschiedlichen Ackerschlägen mit Sommerackerbohnen wurde in etwa wöchentlichen Rhythmus insgesamt viermal gestriegelt.

In den Winterackerbohnen (auf 2 unterschiedlichen Schlägen) wurde jeweils abwechselnd zweimal gestriegelt und zweimal gehackt, davon entfielen je ein Hack- und ein Striegelgang auf den Herbst.

Im Gemengeanbau Weizen-Ackerbohne (auf 3 Schlägen) wurde zunächst einmal die Rollhacke eingesetzt, anschließend zweimal der Stiegel.

Schädlings- und Krankheitsmanagement

Die beste Vorbeugung gegen **Ackerbohnenkäfer** ist die Verwendung von Z-Saatgut, um sicherzustellen, keine Käfer über das Saatgut eingebracht werden. Gegen diese Schädlinge gibt es bislang keine direkten Regulierungsmöglichkeiten. Als indirekte Regulierungsmöglichkeit gelten:

- Anbaupause einhalten,
- tiefes Unterpflügen der ausgefallenen Samen nach der Ernte,
- neue Ackerbohnenstandort in möglichst weiter Entfernung vom vorjährigen Schlag anlegen.

Der Befall mit **Ackerbohnenkäfern** kann die Verwendung als Vermehrungs-Saatgut verhindern, da sich in Z-Saatgut keine lebenden Käfer befinden dürfen. Das Auftreten von Fraßschäden der Larve (typischer Lochfraß) im Erntegut hat jedoch nur geringen Einfluss auf die Keimfähigkeit. Dieser Zusammenhang wurde in Erbsen (*Pisum sativum L.*) untersucht.³

Blattläuse spielen bei Leguminosen vor allem als Vektoren für Viruserkrankungen eine Rolle. Die Ausbreitung verschiedener Nanoviren kann ertragswirksam sein. Durch die Förderung bzw. das Anlegen von Nützlingsstreifen kann einer Ausbreitung von Blattlauskolonien entgegengewirkt werden. In ökologisch angebauten Ackerbohnen haben theoretisch auch die Wirkstoffe Kali-Seife (Handelsbezeichnung: Neudosan Neu) und Maltodextrin (Handelsbezeichnung: Kantaro/Eradicoat) eine Zulassung gegen Blattläuse. Sie werden aber vermutlich kaum eingesetzt, nicht zuletzt, weil vielen ökologischen Ackerbaubetrieben die entsprechende Spritztechnik nicht zur Verfügung steht. Die beschriebenen Wirkstoffe wurden von den Projektbetrieben aufgrund hoher Kosten des Wirkstoffes nicht genutzt.

Weitere Schädlingen können Körnerleguminosen befallen. Der **Blattrandkäfer** frisst – wie der Name es vermuten lässt- am Blattrand – schwerwiegender ist aber oft der Schaden an den Wurzelknöllchen durch seine Larven, da diese Verletzungen bodenbürtigen Krankheiten

Eintrittspforten in die Pflanze bieten und die Stickstofffixierungsleistung der Rhizobien negativ beeinflussen kann. Bislang gibt es keine zuverlässigen Regulierungsmöglichkeiten.

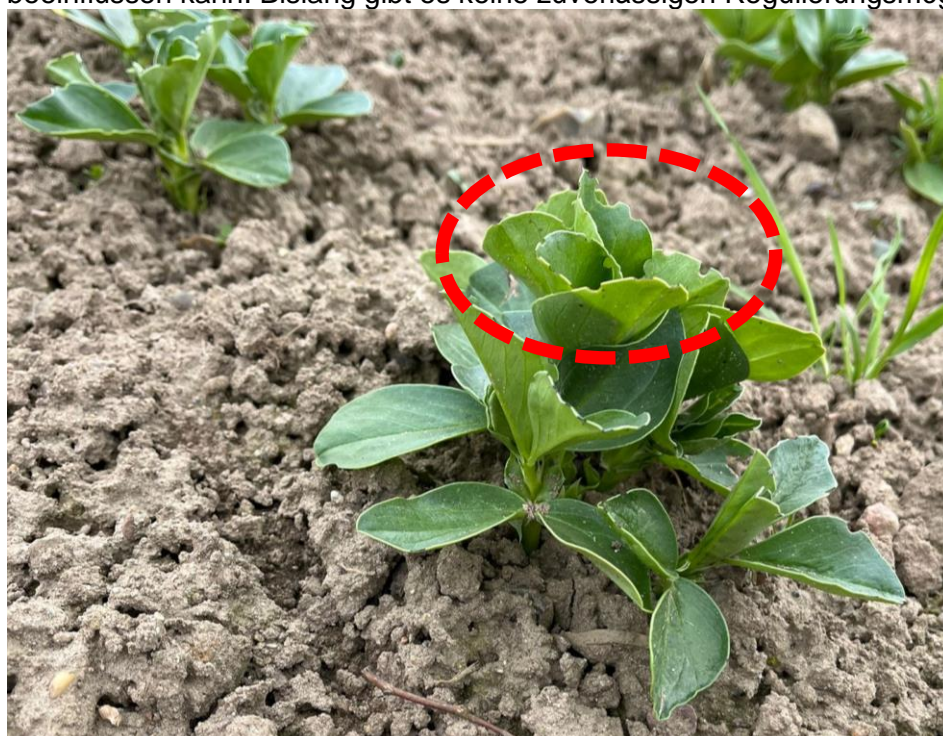


Abbildung 36 Ackerbohnenpflanze mit deutlich sichtbaren Fraßstellen (= ROT) durch den Blattrandkäfer (Simon Tewes)

Weder fungizide noch insektiziden Anwendungen sind auf den befragten Betrieben angewendet worden. Weder im Projektzeitraum noch davor. Dies konnte aus den Ackerschlagkarteiauszügen abgelesen werden und wurde von den beteiligten Betriebsleiter innen auch für die Vorjahre so berichtet.

Generell stehen dem Ökolandbau in Ackerbohnen einige Pflanzenschutzmittelwirkstoffe zur Verfügung, darunter u.a. Wirkstoffe auf der Basis von *Bacillus amyloliquefaciens* Stamm FZB24 sowie COS-OGA gegen Echten Mehltau oder der Wirkstoff Coniothyrium minitans Stamm CON/M/91-08 gegen Sclerotinia-Arten. (siehe Tabelle)

Handelsprodukt	Wirkstoff	Schädling
Derrex, Ferrex, Mollux, Sluxx HP (Schneckenkorn)	Eisen-III-phosphat	Nacktschnecken
TAEGRO	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> Stamm FZB24	Echte Mehltaupilze (zur Befallsminde- rung)
FytoSave	COS-OGA	Echte Mehltaupilze (zur Befallsminde- rung)
Eradicoat (auslaufende Zulassung zu 9/2024)	Maltodextrin	Blattläuse, Spinnmilben, weiße Fliege (zur Befallsminde- rung)
LALSTOP CONTANS WG	<i>Coniothyrium minitans</i> Stamm CON/M/91-08	Sclerotinia-Arten

Neudosan Neu Blattlausfrei	Kali-Seife (Fettsäuren, Kaliumsalze)	Blattläuse
----------------------------	--------------------------------------	------------

Tabelle 1: Auszug zulässiger Handelsprodukte, Wirkstoffe und Schädling in Ackerbohnen (zulässig im ökologischer Landbau) Quelle: eigene Darstellung, Stand Jan/2024

Die Verwendung von Pflanzenstärkungsmitteln, Bodenhilfsstoffen oder Biostimulantien spielt in Ackerbohnen auf den Projektbetrieben bisher keine Rolle. Als Grund dafür sehen die Betriebsleiterinnen bisher sehr wenig valide Datengrundlagen (öffentlicher Forschungseinrichtungen) in Bezug auf die beworbenen Effekte wie, beispielsweise, eine Verbesserung des Wurzelwachstums oder vitalere Pflanzen. Allerdings war keiner der Betriebsleiterinnen grundsätzlich abgeneigt, entsprechende Mittel einzusetzen, sobald dies ökonomisch sinnvoll erscheint. Dies gilt neben dem Einsatz von Biostimulantien, Pflanzenstärkungsmitteln etc. auch für die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln.

Düngemanagement

In Ackerbohnen darf nach Düngeverordnung eine N-Startgabe von maximal 20 kg N/ha, allerdings nur in Ausnahmefällen, aufgebracht werden. Eine Aufbringung von Festmist oder Kompost im Herbst ist jedoch grundsätzlich möglich (Achtung: Beginn der Sperrfristen), die aufbrachten Nährstoffe sind in diesem Fall grundsätzlich der Folgekultur anzurechnen. Eine Düngebedarfsermittlung im Herbst ist bei genannten Ausgangstoffen (Festmist oder Kompost) nicht erforderlich. Bei der Düngemaßnahme über genannte Ausgangstoffe stehen die Nährstoffe Kalium sowie Phosphor im Vordergrund. Phosphor hat einen positiven Effekt auf die Entwicklung der Knöllchenbakterien welche die Leguminosenzwurzel besiedeln und fortan für die Fixierung von Luftstickstoff verantwortlich sind.

Auf den Projektbetrieben ist in den beiden Erntejahren lediglich auf einem Schlag aller befragten Betriebe Grünaktivkompost aufgebracht worden. Pro ha sind insgesamt 8 t ausgebracht worden. Ansonsten ist auf keinem weiteren Schlag organisch gedüngt worden, weder im Herbst noch im Anbaujahr.

4.3.1.4. Mögliche zukünftige Aktivitäten

Im Rahmen dieses Projektes kam es auch zu einem Austausch mit Herstellern von Ackerschlagkarteien. Hier stand die Fragestellung im Raum, ob es möglich ist, die von uns definierten Faktoren zur Gesunderhaltung von Kulturpflanzen „Per Knopfdruck“ als Datenexport aus der Schlagkartei zu ermöglichen. Dieser Austausch könnte im Rahmen eines Folgeprojektes deutlich intensiviert und ggf. auf weitere Anbieter von Ackerschlagkarteien ausgeweitet werden. Eine breite Datenbasis, konzentriert auf die Indikatoren, macht es so evtl. möglich hier bestimmte Tendenzen abzuleiten, um zukünftig gesündere inhaltsstoffreiche Ackerbohnen zu produzieren, die ertraglich den Erzeugerinnen auskömmliche Einkommen generieren.

Auch die Verwendung von winterharten Ackerbohnenarten und ebenso der Gemengeanbau, scheinen an Bedeutung zuzunehmen. Fragestellungen bzgl. passender Gemengepartner, %-Anteil der Aussaatmenge, Ablagetiefe etc. könnten hier einen Ansatz für zukünftige Aktivitäten bieten.

Durch den Klimawandel ist in den vergangenen Jahren ein erhöhtes Aufkommen des Blatt- randkäfers als auch der Blattlaus zu erwarten. Teilweise berichten langjährige ökologisch wirtschaftende Betriebe, dass sie mittlerweile jährlich hohe Populationsdichten beobachten. Hier bedarf es unter Umständen künftig neuer Strategieansätze

4.3.2. Datenerhebung ökologischer Kartoffelanbau

4.3.2.1. Ausgangslage zur Datenerhebung

Die Ökoanbaufläche von Kartoffeln beträgt Stand 2022 ca. 11.000 Hektar (Destatis, 2023) und schwankt in den letzten Jahren zwischen 11.000 und 12.000 Hektar, während die Erträge in den letzten Jahren sukzessive gesteigert werden konnten. Mit geeigneten Sorten konnten zudem immer häufiger sehr gute Ertragsergebnisse erzielt werden. Deutlich wurde jedoch auch, dass Wetterkapriolen den Anbau immer stärker beeinflussen. 2022 ging vor diesem Hintergrund als trockenes Anbaujahr in die Aufzeichnungen. Viele Standorte verzeichneten ein sehr hohes Wasserdefizit, ohne Bewässerung mussten eklatante Mindererträge hingenommen werden. Mit Bewässerung hingegen, konnten sehr gute Ergebnisse erzielt werden. Jedoch mussten einzelbetrieblich über 300 mm Bewässerungswasser je Hektar aufgewendet werden. Hitzestabile Sorten waren klar im Vorteil. Auch 2023 startete sehr trocken aufgrund geringer Bodenfeuchten trat schnell eine Wassermangellage unterdurchschnittliche Knollenansätze waren dort die Folge wo nicht rechtzeitig bewässert wurde waren Knollenansätze gering, Übergrößen die Folge. Der zweite Teil der Saison war sehr nass. Entsprechend würde ein starker Verlauf der Krautfäule zu verzeichnen. Eingewachsene Sporen verursachten Braunfäulen und in der Folge auch zahlreich Nassfäule die bis zum aktuellen Zeitpunkt (Winter 2024) zu Abgängen bei der Speiseware führten. Zudem sind durch massive Virusinfektionen Pflanzgutabgänge von deutlich über 20 % (sowohl biologisch als auch konventionell) zu verzeichnen. Absehbar ist daraus eine Pflanzgutmangellage für die Anbausaison 2024.

Die Marktsituation hat sich besonders seit 2022 auf den Absatz in Discount und LEH konzentriert. Die Kundschaft ist entsprechend preissensibler. Mittlerweile werden 80 % der angebauten Kartoffeln über diesen Weg abgesetzt. Discount und LEH wird zudem weitestgehend Verbandsware nachgefragt, Entsprechend sind weitere Reglementierungen gegenüber dem EG-BIO-Standard zu berücksichtigen. Der Abverkaufspreis 2022/23 war durchschnittlich zog jedoch zur Saison 23/24 deutlich an. In der Regel werden die Regale vornehmlich mit fest kochender Ware befüllt, entsprechend ist der Marktanteil vorwiegend festkochender Ware und mehlig kochender Ware begrenzt. Dies hat entsprechenden Einfluss auf die Möglichkeiten bei der Sortenwahl. Grundsätzlich wird die Sortenwahl stark durch die nachgelagerten Wertschöpfungskettenteilnehmer bestimmt. Im Fokus stehen häufig gute Abpackausbeuten, Gelbfleischigkeit und gute Lagereignung.

Die neuen Herausforderungen der Sparte sind durch das Fortschreiten des Klimawandels bestimmt. Dadurch ist ein „Schema F“ im Anbau nur schwer umzusetzen. Die Erzeuger müssen vor jeder Saison für jegliche Eventualitäten gewappnet sein. Die aktuellen Herausforderungen schwanken stark in Abhängigkeit der Witterungsverhältnisse und sind nicht bundeseinheitlich. So waren es beispielhaft in 2022 hauptsächlich Problematiken rund um Trockenheit und daraus resultierenden Wasserstress, der zu eher abiotischen Stressreaktionen in der Kartoffel führte, was wärmeliebende Krankheiten wie z.B. Dürreflecken (*Alternaria solani*) oder Trockenfäulen (*Fusarium ssp.*) begünstigte.

2023 war Anfangs ebenfalls durch erhöhte Trockenheit geprägt. Etwa zur Mitte der Vegetationsperiode führte ein erheblicher Wetterumschwung zu Problemen mit Krautfäule mit häufig anschließenden Braunfäuleinfektionen und häufigem Sekundärbefall mit Nassfäulen die auch die Lagerung stark beeinflusst haben. Die Intensität besonders der Krankheitslage 2023 war vielen bisher so nicht bekannt.

Als neue Herausforderungen sind zu nennen:

- Die Ausbreitung von Stolbur mit Schwerpunkt in den südwestlichen Anbaugebieten Deutschlands (häufig verbunden mit betriebsindividuellem Erstauftreten)

- Ein erhöhtes Risiko mit Virusbefall bei der Ökologischen Vermehrung und daraus resultierende hohe Aberkennungsraten, dies betrifft mittlerweile auch den konventionellen Bereich, wodurch Pflanzgutmangel nicht mehr durch konventionelles Pflanzgut ausgeglichen werden kann. Da die Sortenwahl einen erheblichen Einfluss auf die Gesunderhaltung hat, müssen so bereits bei den vorbereitenden/flankierenden Maßnahmen Abstriche gemacht werden.

4.3.2.2. Prozess der Indikatoren-Erstellung

Im Rahmen des Projektes sollte ein Indikatorenkonzept erarbeitet werden, das es ermöglicht über eine Datenerhebung eine Bewertung zur Gesunderhaltung zu ermöglichen. In einem ersten Schritt wurden 2022 Anhand der Dokumentation in Ackerschlagkarteien von 2021 bereits dokumentierte Daten zusammengetragen (siehe dazu auch 4.3.2.4.). Daraus ergab sich zunächst folgendes Mindestindikatorenset:

1. Anteil Krautfäuletoleranter Sorten
2. Pflanzenschutzmitteleinsatz
3. Beikrautregulierung
4. Krautabnahme

2023 erfolgte dann eine intensiviertere Befassung mit notwendigen Indikatoren für die pragmatische Darstellung des Anbausystems ökologischer Kartoffelbau. Das Indikatorenkonzept ist abgeleitet aus den regelmäßigen aktuellen Beratungsinformationen der Anbausaison. Ein Abgleich mit der einschlägigen Fachliteratur ist erfolgt und wurde mit Praktikern abgestimmt. Das Indikatorenkonzept beinhaltet dabei Maßnahmen aus den Rubriken:

1. Standort / Schlag/Schlagauswahl
2. Fruchtfolge
3. Düngung
4. Bewässerung
5. Sortenwahl
6. Pflanzgutqualität
7. Pflanzenschutz
8. Pflanzenbauliche Aspekte
9. Ernte
10. Lagerung

Standort / Schlag / Schlagauswahl

Die Schlagauswahl erfolgt ursprünglich nach Maßgabe der Rodefähigkeit. Ein gut siebfähiger Boden begünstigt die Ernte. Hohe Skelettanteile des Bodens erhöhen das Risiko von Knollenverletzungen beim Roden und Knollendeformationen. Die Bodenqualität hat hauptsächlich Einfluss auf nicht bewässerten Standorten, hier sind nur noch beste Standorte mit Kartoffeln zu kultivieren. Schlag mit Hangneigung großen Bodenunterschieden sind zu meiden, eben so Staunässe oder Schläge die eine zügige Abtrocknung der Blattoberfläche gefährden. Zudem muss das Gefährdungspotenzial bodenbürtiger Schaderreger bewertet werden. Bei hohem Risiko muss eine Untersuchung erfolgen.

Als Indikatoren wären idealer Weise durch Datenerhebung zu erfassen:

- Bodenart und Skelettanteil
- Wasserhaltekapazität (nutzbare Feldkapazität)
- Kationenaustauschkapazität (KAK) und Grundversorgung mit Nährstoffen mindestens Grundbodenuntersuchung
- Organischer Kohlenstoffanteil und C/N Verhältnis für N-Nachlieferung
- Wetterdaten (Temperatur / Niederschlag)
- Gefährdungspotenzial bodenbürtige Schadorganismen (mind. *Rhizoctonia solani*, Nematoden [Pratylenchiden, Trichodoriden], Kartoffelschorf, Nassfäuleerreger, Drahtwurm, Kartoffelkäfer)

Fruchtfolge

Die Kartoffel soll in der ökologischen Fruchtfolge nicht mehr als einen Anteil von 25 % einnehmen. Besser wären 20% mit einem Anbauabstand von mindestens 4 Jahren. Bei Gefährdungspotenzial durch bodenbürtige Schadorganismen sind Korrekturen vorzunehmen. Das Management organischer Substanz ist an das Risikopotenzial für den Befall von *Rhizoctonia solani* anzupassen. Bei Anbau von Zwischenfrüchten sind geeignete Arten zu wählen. Die Hygienebrache kann als phytopathologisch letzte Maßnahme durchgeführt werden.

Als Indikatoren wären idealer Weise durch Datenerhebung zu erfassen:

- Anbauabstand Kartoffel – Kartoffel (Jahre)
- Anbauanteil Kartoffel (%)
- Vorfrucht ggf. auch Vorzwischenfrucht
- Management Ernterest der Vorkultur

Düngung

Bei der Düngung der Kartoffel stehen die Nährstoffe Stickstoff und Kalium im Vordergrund. Auf Nachmineralisierung von Stickstoff aus dem Bodenvorrat ist zu achten. Eine Grundbodenuntersuchung ist durchzuführen, die Versorgungsklasse C ist vorteilhaft für hohe Ertragsniveaus. Eine N_{\min} -Untersuchung 0-60 cm ist möglichst vor der N-Düngegabe vorzunehmen. Das N-Düngeniveau ist sortenabhängig. N-effiziente Sorten verschiedener Stufen werden durch alle Züchter angeboten, ebenso werden sortenspezifisch N-Düngeempfehlungen veröffentlicht. Alle Sorten verhalten sich unterschiedlich in der N-Aufnahme und in der Reaktion auf erhöhtes Angebot von Nährstoffen. Dies betrifft Qualitätskriterien, Abreifeverhalten, Schalenoptik und Schalenfestigkeit. Eine sortenspezifische Bewertung der Düngung bzw. der Risiken bei nicht angepasster Düngung ist grundsätzlich vorzunehmen. Eine gleichmäßige Nährstoffbereitstellung ist sehr vorteilhaft, ggf. sind Düngemittel zu splitten. Der Stickstoffgehalt im Boden N_{\min} zur Abreife sollte möglichst nahe 0 liegen. Zulässige Mikronährstoffe stehen als Einzelpräparate oder Kombipräparate spezifisch für die Kartoffel zur Verfügung.

Als Maßnahmenindikatoren zur Gesunderhaltung gehen idealer Weise in die Datenerhebung ein:

- Düngemaßnahmen (Datum, Nährstoffmenge, Nährstoffart)
- N_{\min} -Untersuchung 0-60 cm
- Abschätzung Nachlieferung Boden
- Abschätzung Nachlieferung Vorfrucht

Bewässerung

Auf mittleren und schwachen Standorten ist der ökologische Kartoffelanbau ohne Bewässerung mittlerweile mit starken Risiken verbunden. Das wirtschaftliche Ausfallrisiko für den Absatzweg Discount /LEH ist erheblich. Mindererträge und Qualitätseinbußen können auf diesem Vermarktungsweg aufgrund der Kostenstruktur z.T. nicht mehr genügend ausgeglichen werden. Die Bewässerung ist daher auf den meisten Bodenarten Pflicht, um Erträge und Qualität zu sichern. Kalkulationsverfahren zur Bewässerungsberechnung stehen z.B. mit dem Geisenheimer Verfahren^{xxiv} zur Verfügung. Auch Bodenfeuchtesonden stehen zur Verfügung. Empfehlungen zur Bewässerung werden z.B. durch regionale Einrichtungen erstellt (z.B. Fachverband Feldberechnung Niedersachsen^{xxv}). Bewässerungsgaben sind so zu kalkulieren, dass potenzielle Verdunstungsmengen berücksichtigt werden. Zudem ist die Witterung vor, nach und während der Bewässerung zu berücksichtigen. Ein Puffer für potenzielle Niederschlagsereignisse ist zu berücksichtigen. Pflanzenschutzanwendungen sind mit dem Berechnungsverfahren abzustimmen.

Als Maßnahmenindikatoren zur Gesunderhaltung gehen idealerweise in die Datenerhebung ein:

- Berechnungsintervall bezogen auf nutzbare Feldkapazität (z.B. 70 %)
- Durchwurzelung (cm)
- Datum

- Berechnungsmengen

Sortenwahl

Die Sortenwahl umfasst neben Resistenz bzw. Toleranzmerkmalen auch Markteigenschaften, die unbedingt berücksichtigt werden müssen (z.B. Packfähigkeit, Kocheigenschaft, Verarbeitungseignung). Diese sind häufig individuell für eine Vermarktungsrichtung. Ggf. gibt der Vermarkter Sorten oder Sortenspektren vor. Aufgrund geringer Marktanteile ist die Sortenwahl häufig eingeschränkt oder auf z.T. einzelne Sorten begrenzt (Bsp. Sorte Agria für den Verarbeitungsbereich). Eine Übersicht über die aktuell im ökologischen Anbau relevanten Sorten gibt die Tabelle X in der die Anteile der ökologischen Vermehrungsflächen dargestellt sind.

Als Indikatoren wären idealerweise durch Datenerhebung zu erfassen:

- Sortenname (Sorteneigenschaften in Datenbank hinterlegt)

Pflanzgutqualität

Zertifiziertes Pflanzgut unterliegt gesetzlich geregelten Mindeststandards der Pflanzkartoffelverordnung^{xxvi}. In dieser sind bezüglich Pflanzenkrankheiten und physiologischem Zustand des Pflanzgutes Mindestkriterien für den Untersuchungsumfang und den Befallsgrad der einzelnen Schaderreger festgelegt. Diese Kriterien muss in Verkehr gebrachtes zertifiziertes Pflanzgut erfüllen. Darüber hinaus sind einzelne Merkmale durch freiwillige Selbstvereinbarungen von Zuchtunternehmen mit erhöhten Qualitätskriterien versehen (z.B. Besatz *Rhizoctonia solani*). Anders sieht dies bei Nachbau aus hier können Qualitätskriterien abweichen. Wie und in welcher Form obliegt dann dem Einzelbetrieb. Der Einsatz von Nachbau ist durch die QS-Gap-Regelungen^{xxvii4} weiter eingeschränkt. Betriebe, die an Discount oder LEH liefern, müssen in der Regel QS-Gap zertifiziert sein, entsprechend greifen hier weitere Einschränkungen bzgl. der Verwendung von Z-Pflanzgut bzw. Nachbaupflanzgut.

Als Indikatoren wären idealerweise durch Datenerhebung zu erfassen:

- Verwendung Z-Pflanzgut
- QS-Gap Zertifizierung vorhanden
- Wenn Nachbaupflanzgut verwendet wird, Qualitätsbonituren entsprechend der Pflanzkartoffelverordnung durchführen /dokumentieren/erheben

Pflanzenbauliche Aspekte

Zu den pflanzenbaulichen Aspekten zählen vor allen Dingen Maßnahmen der Pflanzbettbereitung, die darauf abzielen den Boden in einer gut krümelartigen Struktur zu überführen. Erntesterbe sollten weitestgehend zersetzt sein. Der Dammaufbau sollte ab Pflanzung gut möglich sein. Zur Gesunderhaltung der Kartoffel muss daher erfasst werden, wie gut der Boden durchwurzelbar ist und inwieweit sich im Boden potenzielle Störschichten wiederfinden. Die Ablagetiefe der Kartoffel, der Vorkeimstand der Pflanzware (könnte auch weiterführender Aspekt sein), die Bodentemperatur und der Feuchtezustand des Bodens spielen eine wichtige Rolle für eine gute Entwicklung der Kartoffel. Das Beikrautmanagement erfüllt zum einen pflanzenbauliche Aspekte (Dammaufbau, Knollenbedeckung als auch Pflanzenschutzaspekte). Sodass die Aspekte Pflanzenbau und Pflanzenschutz miteinander verschwimmen.

Als Indikatoren wären idealerweise durch Datenerhebung zu erfassen:

- Bodenvorbereitung incl. Zwischen- und Vorfruchtmanagement
- Legezeitpunkt
- Legetiefe
- Vorkeimstatus
- Dammtemperatur in Ablagetiefe zum Ablagezeit
- Regelmäßige Bonitur der EC-Entwicklungsstadien (oder BBCH)
- Mech. Bearbeitungmaßnahmen (Bearbeitungsdatum, Bearbeitungsart)

Pflanzenschutz

Im ökologischen Kartoffelanbau gibt es einige Indikationen bei denen der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln relevant werden kann. Die momentan verfügbaren Prognosemodelle Ökosymphit und Simlep sind Gegenstand guter fachlicher Praxis und werden standortspezifisch

umgesetzt und bei der jeweiligen Indikation von Pflanzenschutzanwendungen berücksichtigt (besonders wichtig für den Kupfereinsatz). Bestandmonitoring ist eine wichtige Grundvoraussetzung für die Entscheidung für oder gegen den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln.

Als Indikatoren wären daher idealerweise durch Datenerhebung zu erfassen:

- Gleitender Status Prognosemodell
- Datum und Ergebnis Feldmonitoring
- Anwendungszeitpunkt
- Aufwandmenge

Ernte

Die Ernte erfolgt möglichst schonend. Schwere Beschädigungen sind häufig Ursache für Ab-sortierungen im zweistelligen Prozentbereich. Das Rodeverfahren ist durch Proberodungen zu optimieren. Sorten, die durch Qualitätsänderung auffallen (z.B. Stärkegehalt, verzögerte Schalenfestigkeit) und empfindlich bei der Rodung reagieren sind regelmäßig vor der Ernte zu beproben. Kluten und Steine können Beschädigungen hervorrufen. Die Vorernteberegnung zur Vermeidung von schweren Beschädigungen sollte unter objektiven Gesichtspunkten diskutiert werden. Eine gleichmäßige Abreife muss evtl. durch vorzeitige Krautabnahme gesichert werden. Dies gewährleistet ein gleichmäßiges Rodeergebnis, die Vorbeugung vor Oberflächenbefall (z.B. Rhizoctonia solani, Colletotrichum Coccodes, Helminthosporium solani) oder Knollenfraß (z.B. Drahtwurmart, Schnecken- und Mäusefraß) und die Vorbeugung vor nicht vermarktbar Sortiermaßen.

Als Indikatoren wären idealer Weise durch Datenerhebung zu erfassen:

- Rodezeitpunkt
- Kluten / Steine etc. bei Rodung vorhanden
- Termin + Durchführung vorzeitige Laubabnahme
- Durchführung Vorernteberegnung
- Termin Rodung
- Boniturergebnis der Ernte (z.B. nach Vorlage Berliner Vereinbarung⁷)

Lagerung

Auch die Lagerung kann sich noch negativ auf die Knollenbeschaffenheit auswirken. Sie sollte deshalb zu Besten Bedingungen stattfinden und begleitet werden. Bei der Sortenwahl ist die Lagereignung von entscheidender Bedeutung, um auch möglichst 365 Tage lieferfähig zu sein. Vermarktungslücken werden konsequent durch Importware geschlossen. In der Regel wird Lagerware über mindestens die Hälfte der Absatzzeit gehandelt und vermarktet (Oktober bis Mai). Die häufigsten Probleme im Lager sind meistens durch die Historie der Anbausaison begründet (Fäulen eher in nassen Jahren, vorzeitige Keimung, Verluste des Turgordrucks, Schwarzfleckigkeit in eher trockenen Jahren).

Als Indikatoren wären idealerweise durch Datenerhebung zu erfassen:

- Einlagerungstemperatur
- Lagertemperaturkurve / Luftfeuchtekurve
- Boniturergebnis der Ernte zur Einlagerung

4.3.2.3. Bewertung der Indikatoren hinsichtlich ihrer Dokumentationsfähigkeit durch Schlagkarteien

In einem weiteren Schritt werden die zusammengetragenen Mindestindikatoren hinsichtlich ihrer aktuellen Dokumentationsfähigkeit durch Schlagkarteien bewertet. Dazu wurde mit Kartoffelerzeugern erörtert inwieweit Die Dokumentation der beschriebenen Mindestindikatoren in Schlagkarteien ist oder aus der langjährigen Dokumentation ableitbar wäre. Voraussetzung dafür ist die Grundsätzliche Verfügbarkeit eine Schlagkartei auf dem Betrieb. Im Ergebnis

(Tabelle 1) zeigt sich, dass Daten, die sich auf grundsätzliche Dokumentationen von Arbeitsgängen einfach abbilden lassen. Zu diesen Daten gehören Arbeitsvorgänge jeglicher Art, grundsätzliche Schlagbeschaffenheiten, Düng- und Pflanzenschutzmaßnahmen in Menge und Art.

Nicht dokumentierfähig sind momentan essenzielle Daten zum Status von Pflanzgut, Bodenstruktur, Schadrisko, Erntegut aus denen häufig Kausalzusammenhänge zur Qualität von Ernte, Lagerung und Sortierergebnis abgeleitet werden können. Wechselwirkungen zwischen den Indikatoren sind häufig nicht in Modellierungsergebnissen abbildbar.

Als weitere Herausforderung muss die Bewertung der Indikatoren hinsichtlich ihrer Wechselwirkungen zueinander genannt werden. Diese sind auf die zahlreichen Wahlkombinationen zurückzuführen. Allein durch die Sortenwahl mit ökologisch momentan > 75 verfügbaren Sorten wird diese sehr umfangreich. Auch nach Rücksprache mit Beratungskollegen wird deutlich, dass

1. Auch sehr gute Indikatorensets keine Garantie für die Gesunderhaltung der Pflanze darstellt, sondern nur eine Risikominimierung darstellen
2. Die Bewertung der Indikatorensets weiterhin nur einzelbetrieblich möglich sind
3. Die Ableitung von allgemeingültigen Aussagen zu stark vereinfachen würde
4. Die Indikatoren in sich bereits Zielkonflikte enthalten, die die optimale Indikatorenkombination ausschließen

4.3.2.3. Probedatenerhebungen mit ausgewählten Erzeugern 2022

Im Vergleich der Ackerbaukulturen ist die Intensität des Pflanzenschutzes bei den Kartoffeln relativ hoch. In der mechanischen Beikrautregulierung sind meist mehr Arbeitsgänge erforderlich als z.B. beim Getreide. Auf einem großen Teil der Flächen Kupfer gegen die Auswirkungen der Kraut- und Knollenfäule eingesetzt. In der Mehrzahl der Jahre sind (meist nur auf Teilflächen) Behandlungen gegen den Kartoffelkäfer erforderlich. Weitere Maßnahmen, die im Bereich direkter Pflanzenschutz fallen sind die Anwendungen von Paraffinöl zur Verringerung der Übertragung von Virose und die Anwendung von Mitteln gegen die Verbreitung von *Rhizoctonia* (als Pflanzenschutzmittel und als Bodenhilfsstoffe). Weiterhin werden bei der Anwendung von Kupfermitteln z.T. Additive (Haftmittel) verwendet.

Neben solchen Mitteln, die mit einer Pflanzenschutzspritze ausgebracht werden und die als erstes mit dem direkten Pflanzenschutz in Verbindung gebracht werden, gibt es weitere Maßnahmen, die in dem Bericht zu den Pflanzengesundheitsstrategien aufgeführt sind (z.B. Vorkeimen, weite Fruchtfolgen usw.). Der Ökologische Landbau basiert auf einem Systemansatz, in dem viele verschiedene Ansätze für einen prophylaktischen Pflanzenschutz ausgewählt werden.

Beispielhaft sind die verschiedenen Anwendungen im Pflanzenschutz in landwirtschaftlichen Betrieben in Kartoffeln anhand von Auswertungen der Ackerschlagkarteien in diesem Bericht zusammengestellt. In diesen Ackerschlagkarteien werden verschiedene direkte und indirekte Pflanzenschutzmaßnahmen erfasst.

Die entnommenen Daten sollen beispielhaft eine Übersicht über die entsprechenden Maßnahmen geben. Mit diesen Daten aus einer Ackerschlagkartei kann kein Vergleich zwischen den verschiedenen Betrieben über die Wirksamkeit der Maßnahmen abgeleitet werden. Die Faktoren, die den Ertrag beeinflussen sind so unterschiedlich, dass eine Beziehung zwischen Maßnahme und Wirkung sehr schwierig ist. Dies wäre ansatzweise möglich bei einer Auswertung einer größeren Gruppe von Betrieben in einer Region.

So ist z.B. ist eine kleinräumige unterschiedliche Verteilung von Niederschlägen viel entscheidender in Bezug auf den Verlauf der Krautfäule und die Höhe des Ertrages als die Höhe des Kupfereinsatzes. So gab es in den vergangenen Jahren immer wieder sehr große Unterschiede im Witterungsverlauf zwischen Nord- und Süddeutschland bzw. auch innerhalb von den Bundesländern (Unterschiede West- und Ostniedersachsen).

In dem Projekt „Optimierung der ökologischen Kartoffelproduktion (FKZ06OE149) wurde versucht, in einem Benchmarking Ursachen für Unterschiede bei Erträgen und Qualitäten herauszufinden und es hat sich gezeigt, dass bei 20 Schlägen einer Sorte Tendenzen sichtbar werden, aber bei der vorgenommenen Datenerfassung in ganz Deutschland eher regionale Unterschiede zwischen Nord und Süd aufgezeigt werden können als Unterschiede innerhalb kleinerer Regionen.

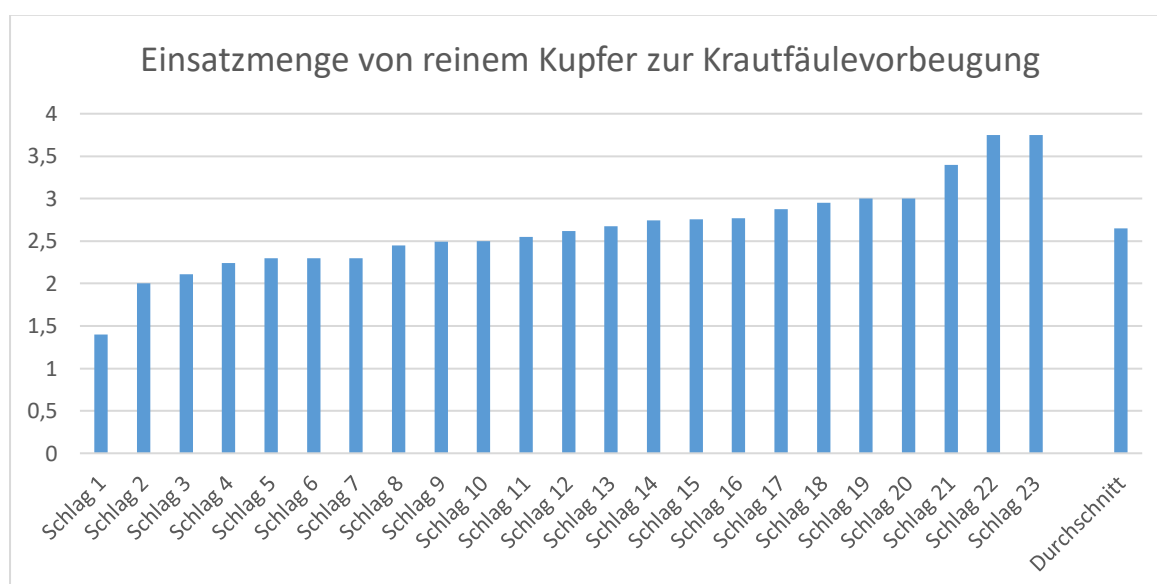
Auswertung der Ackerschlagkarteien

Für die Auswertung standen Ackerschlagkarteien von 10 Betrieben zur Verfügung mit insgesamt 23 Schlägen.

Kupfereinsatz

Auf 40 % der Flächen wurden Sorten mit überdurchschnittlicher Stabilität bei der Krautfäule angebaut (Allians, Otolia, Rumba, Almonda). 2021 war ein Krautfäulejahr.

Die ausgewählten Betriebe waren auf den Kartoffelanbau spezialisiert und gehörten den Anbauverbänden Bioland und Naturland an. Die Vermarktung erfolgte neben einem kleinen Direktvermarktungsanteil auf einigen Betrieben ausschließlich als Speiseware über Abpackbetriebe in den Lebensmittelhandel bzw. in einem Fall als Verarbeitungsware für die Flockenherstellung. Alle Betriebe haben im Erhebungsjahr auf den Flächen kupferhaltige Mittel zur Prophylaxe der Krautfäule eingesetzt.

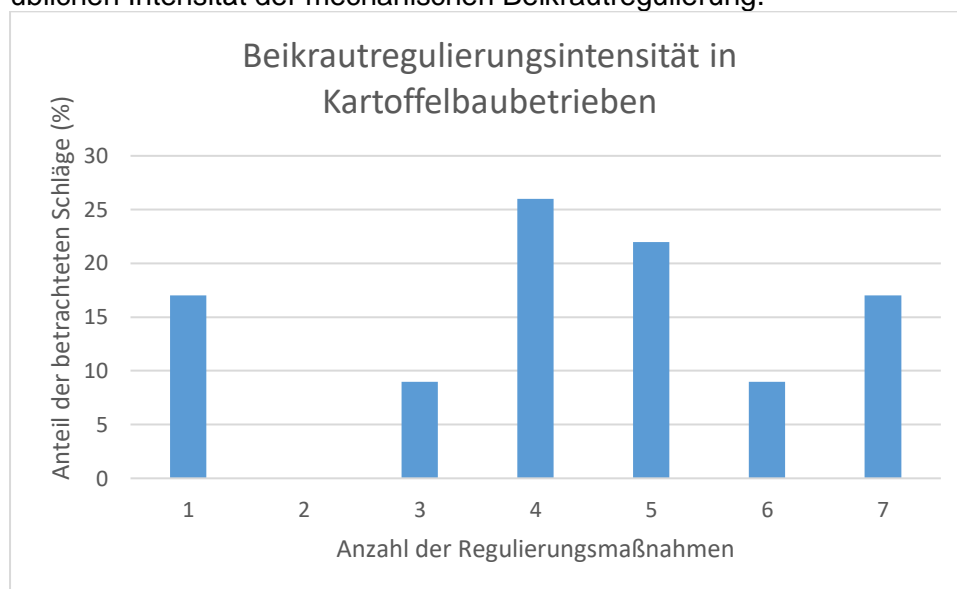


Einsatz von Insektiziden gegen Kartoffelkäfer

Im Anbaujahr 2021 erfolgte der Einsatz von im Ökolandbau zugelassenen Mitteln gegen den Kartoffelkäfer nur auf 9 von 23 Schlägen. Das Jahr 2021 zeichnete sich durch einen unterdurchschnittlichen Befallsdruck beim Kartoffelkäfer aus. Die Jahre 2018, 2019, 2020 und auch 2022 hatten einen sehr hohen Befallsdruck. Neem Azal T/S wurde auf 5 Schlägen eingesetzt, auf 4 Schlägen Novodor FC und Neem Azal T/S. Dass überwiegend Neem Azal T/S verwendet wurde, liegt sicherlich auch an der mangelhaften Verfügbarkeit von Novodor FC, dass nur in einer relativ geringen Menge mit einer Zulassung nach Art. 53 Pflanzenschutzgesetz verfügbar war.

Mechanische Beikrautregulierung

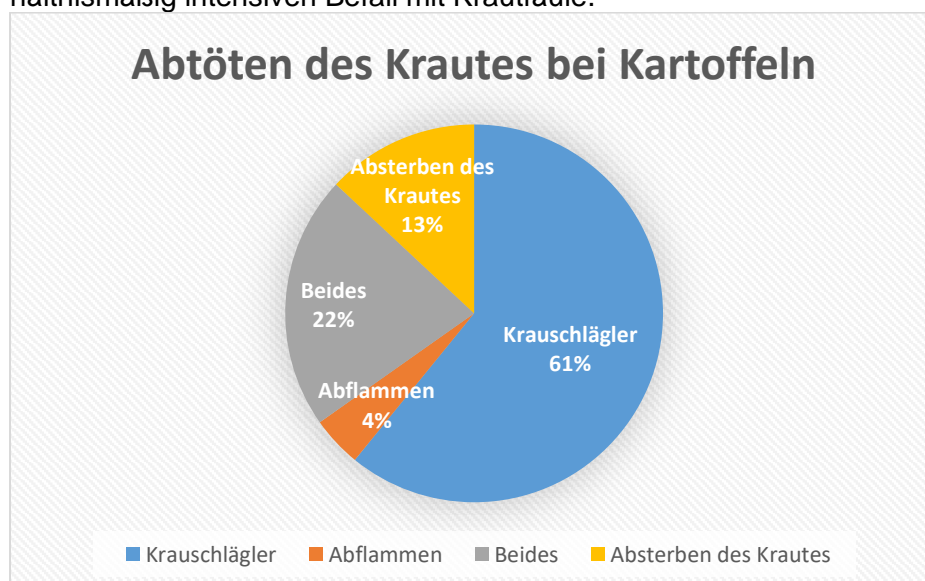
Die erfassten Betriebe benötigen 1-7 Arbeitsgänge für die mechanische Beikrautregulierung. Diese Arbeitsgänge beinhalten meist Striegeln und verschiedene Formen des Häufelns (Scharhäufler, Schebenhäufler, Rollhacke, Fräse). Mit nur einem Arbeitsgang kommen Betriebe aus, die auf einem schweren Boden mit sehr geringem Beikrautbesatz den Pflanzdamm in einem Arbeitsgang mit der Fräse aufbauen und bzw. oder wenn es in der Zeit der mechanischen Beikrautregulierung relativ trocken war. Das ist eher als Sonderfall für solche Situationen zu betrachten. Die meisten Flächen werden 3–7-mal bearbeitet. Dies entspricht einer üblichen Intensität der mechanischen Beikrautregulierung.



Krautabnahme

Sehr häufig stirbt das Kartoffellaub aufgrund einer Krautfäulebefalles ab. In den vergangenen Jahren mit relativ geringem Krautfäulebefall (2018-2022, Ausnahme 2021) blieb das Laub weitgehend ohne einen Krautfäulebefall und bei beginnender Aufhellung des Laubes wurden vielfach unterstützende Maßnahmen zur Laubabtötung ergriffen.

Die Daten der ausgewerteten Schlagdateien beziehen sich auf das Jahr 2021 mit einem verhältnismäßig intensiven Befall mit Krautfäule.



Wenn 2021 nur auf 3 Schlägen vollständig auf eine Maßnahme verzichtet wurde, so liegt die Ursache darin, dass Krautschlagen auch dann vorgenommen wird, wenn ein Bestand zwar weitgehend aufgrund von Krautfäule abstirbt, aber nicht vollständig und eine restliche Fläche

noch mehr Laub hat. Das Ziel ist ein gleichmäßiges schnelles Absterben, damit Rhizoctonia und Drahtwurm nicht schädigen können.

Drahtwurm

Eine mögliche Bekämpfung des Drahtwurmes wurde auf keinem Betrieb durchgeführt.

4.3.2.4. Probedatenerhebungen mit ausgewählten Erzeugern 2023

2023 wurden die erweiterten Indikatoren mit Betrieben durchgesprochen. Hauptpunkt war, inwieweit die beschriebenen Indikatoren im Betrieb vorliegen, bzw. bereits durch einen Schlagkartei dokumentiert sind. Dazu wurden Landwirte mit unterschiedlichem Professionalisierungsgrad befragt. Die Anbaufläche der befragten Landwirte schwankte zwischen 1 Hektar und 60 Hektar Anbaufläche. Das Indikatorensystem wurde in Bezug auf mögliche Dokumentationslücken bei einer Gruppe der Landwirte abgefragt. Eine weitere Gruppe wurde bezüglich Sorgen und Vorteilen einer solchen umfangreichen Datenerhebung befragt. Zudem wurden Beratungskollegen um eine entsprechende Einschätzung der zu Erhebenden Daten und ihrer Aussagekraft befragt. Folgende Inhalte wurden in den Gesprächen diskutiert:

1. Bereitschaft zur Dokumentation vertiefender Inhalte (4 inhaltliche Nennungen)
 - a. Sorge um weiter zunehmende Bürokratie oder weitere Einschränkungen
 - b. Sorge um Fehlinterpretation der erhobenen Indikatoren
 - c. für direkte Betriebsberatung können dem Berater ausgewählte Daten zur Verfügung gestellt werden
 - d. Umfang der Erfassung der Indikatoren im Arbeitsalltag nicht leistbar.
2. Nennung und Bewertung von Vorteilen hinsichtlich einer vertiefenden Dokumentation von Indikatoren zur Gesunderhaltung. (2 inhaltlich Nennungen)
 - a. Vorteile von speziellen Inhalten für die Beratungsarbeit ersichtlich
 - b. Sicht auf eigene Betriebsrisiken schärfen
- 2b. Nachfrage hinsichtlich möglicher übergreifender Betriebsvergleiche
Vorteile durch eine gemeinsame Betriebsauswertung auch hinsichtlich einzelner Komponenten (z.B. Einsatz Pflanzenschutzmittel) werden nicht gesehen. Hier wird die Anbausituation als eher individuell eingestuft. Die Grundgesamtheit der zu vergleichenden Anbausituation mit ceteris paribus ist damit nicht gewahrt und zu klein.
3. Nennung von Risiken bezüglich der regelhaften Dokumentation von Anbauindikatoren (5 Nennungen)
 - a. Sorge um weiteren Bürokratieaufwand
 - b. Sorge um Zweckentfremdung der Daten
 - c. Sorge vor Fehlinterpretation der Daten
 - d. Sorge vor weiteren Verschärfungen von Richtlinien
 - e. Sorge vor Sanktionierung

Zusammenfassung und Ausblick

Die Kartoffel ist weiterhin Standbein vieler ökologische wirtschaftender Betriebe. Diese konnten die Erträge in den letzten Jahren deutlich steigern. Grund dafür war zum einen eine erhebliche Professionalisierung des Anbaus aufgrund veränderter Absatzstrukturen als auch günstige klimatische Entwicklungen mit tendenziell positiver Auswirkung auf Pilzinfektionen wie der Krautfäule, jedoch nachteiliger Entwicklung bezüglich Schadinsekten wie dem Kartoffelkäfer oder Virusvektoren. Mit den Anbaurisiken sind auch die Kosten für den Anbau deutlich gestiegen. Die Erzeuger müssen sich für alle Anbausituationen wappnen. Dies zieht entweder erhebliche Investitionen nach sich oder erhöht das Risiko von Missernten. Die Kartoffel kann somit auf „Grenzstandorten“ nicht mehr kostendeckend angebaut werden

Zudem ist das Auftreten von Schaderregern standortspezifisch und Jahreseffekte verstärken sich. Die Anbaujahre 2022 und 2023 sind dafür beispielhaft. Speziell für 2023 zeigt sich, wie kurzfristig sich die Bedingungen von Trockenheit hin zu einer ausgeprägten Krautfäulelage ändern können. Die Änderung der Klimaverhältnisse befeuert diesen Effekt weiter. Starkrege-

ereignisse sind mittlerweile kleinräumig auftretend. Dem gegenüber stehen immer ausgeprägtere Trockenereignisse, die auf den meisten Standorten die Bewässerung zur Pflicht machen. Schadinsekten wie der Kartoffelkäfer werden durch warme Frühjahre in ihrer Entwicklung begünstigt.

Die Relevanz einer schlagindividuellen Bewertung der Pflanzengesundheitslage nimmt rasant zu.

Hinsichtlich der Indikatoren zur Bewertung der Pflanzengesundheit lässt sich ein breites Set relevanter Merkmale aufstellen, das deutlich über der reinen Dokumentation von Pflanzenschutzmaßnahmen liegt. Dies ist notwendig, um eine schlagbezogene Bewertung der Pflanzengesundheit vorzunehmen, bei der die Anwendung von PSM einen von vielen Bausteinen bezüglich Pflanzengesundheit darstellt. Ob diese Indikatoren darüber hinaus auch automatisiert eine aussagekräftige Bewertung erlaubt, muss jedoch kritisch gesehen werden. Zum einen sind Wechselwirkungen von Einzelindikatoren wissenschaftlich nicht beschrieben, zum anderen tauchen Zielkonflikte bei der Optimierung des Indikatorensets auf. Dies ergaben auch die geführten Gespräche mit Beratern und Erzeugern.

Die Dokumentation von wenigen Maßnahmen zur Pflanzengesundheit im Kartoffelanbau ist weder aussagekräftig noch kann sie die Komplexität der Gesamtheit aller Maßnahmen adäquat abbilden. Auch der Nutzen einer betriebsübergreifenden Auswertung (ähnlich dem Vorgehen in Obst- oder Weinbau) wird aufgrund der Individualität der Anbausituationen durch alle Gesprächspartner in Frage gestellt.

Tabelle 1 Übersicht Dokumentationsfähigkeit Indikatoren zur Gesunderhaltung im ökologischen Kartoffelanbau

Rubrik	Durch Schlagkartei erfassbar	Durch weitere Dokumentationsplattformen erfassbare Daten	Durch Dokumentation momentan nicht erfassbare Daten
2.1 Standort / Schlag / Schlagauswahl	<ul style="list-style-type: none"> Bodenart und Skelettanteil Wasserhaltekapazität (nutzbare Feldkapazität) Kationenaustauschkapazität (KAK) und Grundnährstoffversorgung Organischer Kohlenstoffanteil und C/N Verhältnis für N-Nachlieferung Wetterdaten (Temperatur / Niederschlag) 		<ul style="list-style-type: none"> Gefährdungspotenzial bodenbürtige Schadorganismen
2.2 Fruchtfolge	<ul style="list-style-type: none"> Anbauabstand Kartoffel – Kartoffel (Jahre) Anbauanteil Kartoffel (%) Vorfrucht ggf. auch Vorzwischenfrucht 		<ul style="list-style-type: none"> Management Ernterest der Vorkultur
<u>2.3 Düngung</u>	<ul style="list-style-type: none"> Düngemaßnahmen (Datum, Nährstoffmenge, Nährstoffart) Nmin-Untersuchung 0-60 cm 	<ul style="list-style-type: none"> Abschätzung Nachlieferung Vorfrucht (Aus DÜV grob ableitbar) 	<ul style="list-style-type: none"> Abschätzung Nachlieferung Boden Abschätzung Nachlieferung Vorfrucht
<u>2.4 Bewässerung</u>	<ul style="list-style-type: none"> Berechnungsintervall (Zeitraum) Datum der Maßnahme Berechnungsmengen 	<ul style="list-style-type: none"> Durchwurzelung (cm) 	<ul style="list-style-type: none"> Berechnungsintervall (bedarfsbezogen)
<u>2.5 Sortenwahl</u>	<ul style="list-style-type: none"> Sortenname 	<ul style="list-style-type: none"> Sorteneigenschaften 	
<u>2.6 Pflanzgutqualität</u>	<ul style="list-style-type: none"> Verwendung Z-Pflanzgut QS-Gap Zertifizierung vorhanden 		<ul style="list-style-type: none"> Bei Nachbaupflanzgut: Qualitätsbonituren entsprechend der Pflanzkartoffelverordnung
<u>2.7 Pflanzenbauliche Aspekte</u>	<ul style="list-style-type: none"> Bodenvorbereitung incl. Zwischen- und Vorfruchtmanagement Legezeitpunkt Regelmäßige Bonitur der EC-Entwicklungsstadien (oder BBCH) Mech. Bearbeitungsmaßnahmen (Bearbeitungsdatum, Bearbeitungsart) 	<ul style="list-style-type: none"> Bodenvorbereitung incl. Zwischen- und Vorfruchtmanagement 	<ul style="list-style-type: none"> Legetiefe Vorkeimstatus Dammtemperatur in Ablagetiefe zum Ablegezeit
<u>2.8 Pflanzenschutz</u>	<ul style="list-style-type: none"> Anwendungszeitpunkt Aufwandmenge 	<ul style="list-style-type: none"> Gleitender Status Prognosemodell 	<ul style="list-style-type: none"> Datum und Ergebnis Feldmonitoring
<u>2.9 Ernte</u>	<ul style="list-style-type: none"> Rodezeitpunkt Termin + Durchführung vorzeitige Laubabnahme Durchführung Vorernteberegnung 		<ul style="list-style-type: none"> Kluten / Steine etc. bei Rodung vorhanden Boniturergebnis der Ernte (z.B. nach Vorlage Berliner Vereinbarung⁷)
<u>2.10 Lagerung</u>			<ul style="list-style-type: none"> Einlagerungstemperatur Lagertemperaturkurve / Luftfeuchtekurve Boniturergebnis der Ernte zur Einlagerung

4.3.3. Datenerhebung im ökologischen Feldgemüse

4.3.3.1. Prozess der Indikatoren-Erstellung

Die Möhre wurde als Stellvertreterkultur ausgewählt, weil sie im Öko-Gemüsebau eine sehr große Verbreitung im Anbau genießt. Auch konnten so sehr konkrete Angaben erzielt werden. Gleichzeitig macht die Vielfalt der Vorgehensweisen der Betriebe die Liste der Maßnahmen zunächst lang. Eine Erkenntnis dieses Konzeptionierungsprozesses ist es, dass es keinen Königsweg gibt, sondern, dass z.B. im Bereich gezielte Fruchtfolge, Komposteinsatz, Düngung, direkter Pflanzenschutz, Klimaveränderung, etc. sehr betriebs- und standortabhängig Unterschiede existieren und die Vorzüglichkeit von diversen Vorgehensweisen nur durch Erfahrung belegt ist, weshalb gerade eine möglichst breit angelegte Abfrage verbunden mit einer aussagekräftigen Auswertung der Daten zu Erkenntnisgewinn führt. Die Abfrage sollte deshalb Angaben zum Kulturverfahren und zum Kulturerfolg enthalten, die die Betriebe selber für interessant halten, woran sie ihre eigenen Maßnahmen messen und in Frage stellen können.

Eine Vereinheitlichung der Abfrage mit weiteren Kulturen im Bereich Ackerbau ist begrenzt möglich, gemeinsame Kernpunkte sollten vereinheitlicht werden. Die finale Indikatorenliste muss insgesamt kurz und übersichtlich bleiben, um die Abfrage zu erleichtern.

Das Vorgehen wurde auch intensiv auf der Naturland Fachtagung Feldgemüse im Haus Düsse im Dezember 2022 diskutiert.

In den Gesprächen mit Beraterinnen und Betrieben wurden mögliche Sorgen bei einer Datensammlung geäußert:

- Zentral ist es, die Motivation der Betriebe, sich an der Abfrage zu beteiligen, möglichst hoch zu halten
- Wenn kein Erkenntnisgewinn für die teilnehmenden Betriebe mit der Abfrage erzielt wird, beteiligt sich niemand
- Offenheit und Transparenz wird zum Zwecke der Weiterentwicklung eher als wichtig und erstrebenswert gehalten, ebenso ein Austausch über einzelne Kulturmaßnahmen im Detail

Mögliche Vorteile der Datensammlung die von Betrieben/Beratern gesehen werden:

- Klarheit über die Kulturmaßnahmen der Betriebe im Allgemeinen gibt es bisher nur unzureichend, es wird durch die Datensammlung eine Darstellung des Produktionsverfahrens künftig möglich sein, was man auch als vertiefende Erklärung des Anbausystems gegenüber Dritten verwenden kann – Abnehmer, Verbraucher, Politik, etc.
- Wer macht was zur Erreichung welcher Ziele? Biobetriebe sind sehr innovativ und probieren vieles aus, nicht immer erreichen gute Ergebnisse aus Einzelbetrieben die breite Anbauerschaft.
- Wie viele unterschiedlichen Maßnahmen zur Lösung von Herausforderungen werden ergriffen und welche kann man priorisieren?
- Welche wie aufwändige Experimente hatten welchen Erfolg?
- Inwieweit werden in Versuchen festgestellte neue Vorgehensweisen, die empfohlen werden, in der Praxis tatsächlich umgesetzt?

4.3.3.2. Probe Datenerhebungen

2022 fand eine erste Abfrage bei vier Testbetrieben mit einer einfachen Excelliste statt. Im Folgenden entsprechend zusammengefasst:

Fruchtfolge:

- Es dominieren weitgestellte Fruchtfolgen, alle 6 bis 8 Jahre Möhrenanbau
- Sehr häufig in Kombination mit Kartoffelanbau und deshalb immer in der Folge mit Getreide, Klee gras, Zwischenfrüchten zur Bodenpflege (Humuserhalt)
- Hier auch die regelmäßige Gabe von Mist oder Kompost in der FF
- Meist abtragende Frucht nach z.B. Winterweizen
- Auf sandigen Böden gezielt zur Nematoden-Reduzierung nach Sandhafer oder Ölrettich
- Nicht kombiniert mit Sellerieanbau wg. Möhrenfliege

Bodenvorbereitung:

- Meist mit Grubber, Pflug, Kreiselegge und Dammfräse wie konventionell
- Einzelne gehen neue Wege mit Geohobel, Grubber, Egge und dann Dammfräse

Pflanzenernährung:

- Es geht um die Kaliumversorgung über Mist, Kompost und ergänzend mit Patentkali
- Bei sehr frühen Möhren wird mit Handelsdünger Stickstoff gegeben ca. 50 kg N/ha
- Die Basis der Pflanzenernährung ist der Boden, viel Bodenbewegung führt zu befriedigenden Mineralisierungsraten
- Im Bestand wird bei schwacher Boden-Versorgung Bor über's Blatt gegeben

Saat / Sortenwahl:

- Saat geschieht Tage bis Wochen nach dem Dämme Fräsen, damit Unkraut vor der Saat reguliert werden kann, ansonsten Sätechnik pneumatisch wie konventionell
- Doppelreihe auf dem Damm ist die häufigste Säform
- Daneben gibt es noch Bandsaat bei schweren Böden und später Ernte (SH und Holland)
- Selten wird in Dreifachreihe gesät, wie konventionell üblich, Handjäte ist hier erschwert
- Saatstärke wie konventionell ca. 1,8 Mio. Korn/ha (Frühanbau 1,5 Mio.)
- Sorten werden fast wie konventionell gesät. Zusätzlich zur Ertragssicherheit und Frühzeitigkeit bzw. Lagerqualität wird aber hier außerdem auch auf Geschmack Wert gelegt

Beikrautkontrolle:

- Mehrfache Bearbeitung vor dem Dämme-Ziehen: Pflug, Grubber, Kreiselegge, dann flache Bearbeitung der Dämme selber mit Schleppe, Striegel oder Abflammgerät
- Abflammen vor UND nach der Saat, vor allem bei späten Möhren
- Scharhacke nah der Reihe auf der Dammkuppe (spez. Winkelschare links und rechts von der Reihe mit Tiefenführung)
- Erstes Jäten per Hand in der Reihe/Doppelreihe mit Jäteflieger (solarbetrieb. Selbstfahrer)
- Mehrfaches Hacken der Dammflanken und Täler incl. Anhäufeln (komb. Dammhacke)
- Jäten der größeren Kräuter, die über die Möhre hinweg wachsen, so nötig
- Anfräsen, Anhäufeln der größeren Möhren zum Verschütten der Kräuter in der Reihe
- Spätes Jäten der großen Beikräuter i.d.R. ohne Flieger

Berechnung:

- Selten früh zur Absicherung der Keimung mit kleiner Menge (5 – 7 l/m²)
- Im Wachstum drei- bis fünfmal je nach Bedarf mit ca. 25 l/m²

Pflanzengesundheit:

- Viele Biobetriebe kommen beim Möhrenanbau völlig ohne Mittelausbringung aus
- Wenn etwas gemacht wird, dann:
 - o Lausbefall wird nach entsprechender Kontrolle und bei Bedarf reguliert mit Kaliseife, o.ä.
 - o Ausbreitung von Echtem Mehltau wird nach Befallsbeginn und bei Bedarf reguliert mit Kaliumhydrogencarbonat oder Schwefel
 - o Späte Möhren werden bei Bedarf vor Alternaria-Blatt-Befall geschützt mit Kupfer
 - o Eher selten: Zwiebelöl-Dispenser zur Vergrämung der Möhrenfliege
 - o Häufig: Sitzstangen für Greifvögel, hier und da: Mäusegräben bei späten Möhren

Ernte:

- Der Erntetermin wird wie der Sätermin mit dem Abnehmer (Packbetrieb) abgestimmt, häufig Ernte in Lohnarbeit
- Klemmbandroder wie konventionell in Großkiste ist Standard
- Weitere Erntemöglichkeit im Einzelfall mit Siebkettenroder

Nachernte:

- Möhrenlaub mit Scheibenegge vor dem Einarbeiten, dann je nach Erntezeit Einsaat von Zwischenfrucht, Weizen, Grünroggen..
- Bei späten Möhren Laub evtl. liegen lassen, wenn möglich

Erntequalität:

- Größte Transparenz, welche Tonnage bei welcher Qualität erreicht wurde und detaillierte Aufstellung, welche Ursache genau zu wieviel Absortierung führte, ist unverzichtbar und wird vom Packbetrieb erwartet

Üblich ist eine Probewaschung

2023 wurde die Umfrage erweitert und mit einem Umfragetool (Microsoft Forms) gearbeitet. Die Umfrage wurde über einen Zugangslink über Maillisten und danach noch als QR-Code an Betrieben geschickt

Hier beteiligten sich bei einer ersten umfassenden Abfrage ca. 35 Betriebe über ganz Deutschland hinweg, die Umfrage wurde ausgewertet und den teilnehmenden Betrieben, die ihre Mailanschrift mitgeteilt hatten, zurückgeschickt – dies war auch ein Anreiz für die Teilnahme.

(21 Betriebe mit größeren Flächen wurden ausgewertet)

Sorte (späte Waschmöhre):

Öfter als „Nerac“ (7 Nennungen) wird in der Umfrage die Sorte „Romance“ (8 Nennungen) genannt. Die neue „Caribou“ folgt mit „Brilliance“ und „Bolero“ (je 3 Nennungen). Außerdem sind es einzelne Betriebe, die „Dolciva, Allyance, Dayliance, Cadance und Caruba“ nennen.

Saadichte:

Keine Überraschung, durchschnittl. 1,79 Mio./ ha, (Bandbreite von 1,6 bis 2,1 Mio./ha)

Saatverfahren:

80 % Doppelreihe, 20 % Bandsaat

Pflanzenschutz:

- Läuse: nur eine Nennung einmalig, sonst wurde nichts gemacht
- Echter Mehltau: Zweimal behandelten die meisten, wenige einmal oder öfter
- Alternaria/ Kupfer: 50 % machten nichts, 6 Betriebe einmalig, 4 zweimal

Beregnung:

Zur Keimung wurde in 10 Betrieben beregnet, davon 5 auch mehrmals, in der Kultur gaben ein Drittel der Betriebe Wasser, davon die meisten dreimal.

Feldaufgang:

50 % „durchschnittlich“, 25 % „sehr dünn bis dünn“, 25 % „gut bis sehr gut“

Nährstoffspritzung:

gut ein Drittel der Betriebe (8) gaben flüssige Nährstoffe: 3 einmalig, 3 zweimal, 2 dreimal

Jäteaufwand:

60 % schätzten den Jäteaufwand mit „durchschnittlich“ oder „etwas höherer Aufwand“ ein.

Großes Unkraut im Feld:

Die meisten (60 %) gaben an: „sehr wenig bis wenig“. „Durchschnittlich“ meldeten 25 % und 15 % „viel“.

Blattqualität: (Angaben zwischen 07.09 und 18.10, zu Vitalität und Blattmasse zu wenig Eintragungen)

- Echter Mehltau: fast alle gaben an: „kein Befall“ bis „sehr wenig“
- Alternaria: alle gaben an: „sehr gering“
- Virus: fast alle gaben an: „sehr gering“, 2 Nennungen: „durchschnittlich“

Rübenqualität:

- Grüne Köpfe: 50 % „sehr gering“, 50 % „durchschnittlich“
- Schwarze Flecken: 65 % „keine“, 35 % „durchschnittlich“
- Drahtwurm: 90 % „nahezu keine“, 10 % „durchschnittlich“
- Gleichmäßigkeit: 60 % „sehr gut bis gut“, 40 % durchschnittlich bis mäßig
- Abgestumpft?: 30 % „noch spitz bis wenig abgestumpft“, 30 % „einige abgestumpft“, 40 % „viele bis alle abgestumpft“ (schnelles Wachstum)
- Größe: 30 % „große Möhren bis viele Übergrößen“, 45 % „durchschnittlich“, 25 % „einige bis viele Kleine“

Mäuse im Feld:

50 % „keine bis sehr wenige“, 15 % „mittlere Häufigkeit“, 35 % „viele bis sehr viele Mäuse“

Brutto-Ertrag geschätzt:

Spanne: 25 bis 80 t/ha: 1 Betrieb mit 25t/ha, 7 Betriebe zwischen 40 und 50t/ha, 11 Betriebe mit mehr als 50 t/ha, 7 Betriebe mit 70t/ha und mehr

Ertrags-Vergleich:

40 % geben an: „unterdurchschnittlich“, 50 % „durchschnittlich“, 10 % überdurchschnittlich“

Erste Ableitungen aus der Umfrage:

Die Standardsorte „Nerac“ bekommt Konkurrenz und ist teilweise schon ersetzt. Neben Nunhem und Hazera bietet auch Bejo neue Sorten an. Aufgangssicherheit und Trockenheitstoleranz werden wichtiger.

Hoher Berechnungsaufwand im Frühsommer zur Keimsicherung, teilweise späte Saattermine.

Nach trockenem Frühsommer stellt sich schnelles Wachstum im Juli und August ein. Gleichzeitig viel später Unkrautwuchs, teils sehr viel Jäteaufwand und es blieb Kraut stehen.

Keine besonderen Schädlings- oder Krankheitsprobleme bis Mitte Oktober.

Pflanzenschutzmitteleinsatz findet nur zurückhaltend statt und richtet sich nach dem Krankheitsdruck und der Pflanzenvitalität.

Schnelles Wachstum mit viel Wasser hat im Sommer für Erträge gesorgt. Zuvor brachte die Frühsommertrockenheit teilweise dünne Bestände, was zu Ungleichmäßigkeiten und Übergrößen führt. Vereinzelt späte Saattermine führen zu später Ernte.

Mäusegräben hatte nur einer der Betriebe.

Die Betriebe mit kleineren Flächen suchen noch selber die Sorte aus. „Bolero“ wird hier sehr viel verwendet, wesentlich mehr Sortenvielfalt auch mit samenfesten Sorten, häufig wesentlich geringere Saaddichten (1,2 bis 1,4 Mio.). Auffallend ist hier außerdem die nahezu komplette Abwesenheit von jeglichen Pflanzenschutzmaßnahmen. Die Ertragsschätzung geht genauso weit auseinander, liegt häufiger mit 35 bis 40 t/ha niedriger. Einzelne Werte gehen aber auch bis ca. 80 t/ha.

Ausblick

Die Betriebe bekommen viele Umfragen/ Abfragen, wo eine Teilnahme erbeten wird. Nicht immer erscheinen diese Anfragen nützlich für den Betrieb. Somit wurde versucht, durch erklärenden Text und persönliche Werbung zu erläutern, wieso eine Teilnahme Sinn macht. Das bedeutet, dass möglichst jede Frage das Interesse des Betriebsleiters/ der Betriebsleiterin treffen muss: „Was wollte ich immer schon von meinen Berufskollegen wissen?“, das muss hinter jeder Frage stehen. Schwierig ist grundsätzlich, genügend Raum für Erläuterungen zu geben; manche Vorgehensweise/Maßnahme wird aus bestimmten Motivationen oder Überzeugungen ergriffen, die oft unklar bleiben. Um mehr in die Tiefe gehen zu können, muss diese Umfragearbeit mit einem inhaltlichen Austausch der Betriebe ergänzt werden, damit deutlicher wird, wer welche Schlüsse zieht aus welchen Kultur-Beobachtungen.

4.3.4. Datenerhebung im ökologischen Geschützten Anbau

4.3.4.1. Ausgangslage und Prozess der Datenerhebung

Es sollte versucht werden einen Fragebogen zu entwickeln, der erfasst, wie Betriebe die Kultur der Tomate führen mit spezifischem Fokus auf die Gesunderhaltung der Pflanze. Durch das Anbausystem im geschützten Anbau sind andere Faktoren beeinflussbar als im Freiland, sodass die relevanten Indikatoren sich teilweise stark unterscheiden zu den anderen Sparten. Parameter wie Klimaführung, Pflanzzeitpunkt, Anbaupause, Anbausystem, Düngung, Bewässerung, Pflegemaßnahmen / Bodenbearbeitung und Pflanzenschutz und Pflanzenstärkung und auch Zukauf von Tomatenfrüchten wurden abgefragt. Es zeigt sich, dass viele Schaderreger von außen in den Betrieb eintreten, manchmal auch mit dem Zukauf von Tomatenfrüchten (z.B. zur Angebotserweiterung in der Direktvermarktung). So ist z.B. die Minierfliege *Tuta absoluta* eingeschleppt worden. Ziel der Abfrage sollte sein, dass mit den Rückantworten der Betriebe Anbauhinweise zur Gesunderhaltung und ggf. auch zu weniger Pflanzenschutzmitteleinsatz führen können.

Tabelle 2 Tomaten – Anbauverfahren und Pflanzengesundheit – abgefragte Kriterien

Kriterienkatalog		
Umgebung Entfernung zu nächstem Gemüsebaubetrieb in km: Höhenlage: Bio-Verband:	Vor der Pflanzung Tomaten-Anbaufläche in Summe: Gewächshaustyp: Fruchtfolge: Anbaupause: Vorbelastung des Bodens (Nematoden, Rhizoctonia...): Bodenuntersuchung (Welche? Wie oft?): Bodenbearbeitung (Wann? Wie?): Haus oder Lüftung eingesetzt:	Pflanzung Pflanztermin: Sorten: Pfl. bzw. Triebe/m²: Eigene Anzucht/Zukauf: Veredlung auf Unterlage:
Düngung Stickstoff (Düngerart, -menge und -zeitpunkt): Kalium: Andere Hauptnährstoffe: Spurenelemente: Blattdüngung: Mulch:	Klimaführung & Bewässerung Bewässerung <ul style="list-style-type: none"> • Tropfschläuche • Unterberegnung • Sonstiges Heizung <ul style="list-style-type: none"> • Luftherheizung • Rohrheizung Lüftung <ul style="list-style-type: none"> • Automatische Lüftung • Von Hand • Schattierung Luftfeuchte <ul style="list-style-type: none"> • Pulsationsdüsen • Ventilatoren 	Pflanzenschutz Zukauf von Tomatenfrüchten im Betrieb: Pflanzenstärkung: Hilfsstoffe, Netzmittel: Nützlingseinsatz: Pflanzenschutzmittel: <ul style="list-style-type: none"> • PSM-Erfassungsbogen muss beigelegt werden!
Vermarktung Handelswege:	Pflanzengesundheit Physiologische Schäden: Krankheiten: Schädlinge: Ernte (Qualitätsmängel): Lager:	
Optionale Kriterien		
Pflegemaßnahmen Erziehungssystem: Ausgeizen: Entblättern: Rispschnitt? Hygienemaßnahmen bei Schnittwerkzeugen? (Desinfektion...) Hygienemaßnahmen für Besucher, Berater, etc.? (Desinfektionsschleuse, Schutzkleidung, Überschuhe etc.)	Ernte Wie? Wie oft? Qualität/Ausschuss:	Lagerung Luftfeuchte/Temperatur:
Aufbereitung		

Verpackung:		
-------------	--	--

Die optionalen Kriterien wurden im Vorjahr 2022 miterfasst, 2023 allerdings nur mehr optional erfasst, es ist fraglich, ob alle Daten wirklich notwendig sind. Der Vollständigkeit halber sind sie mit aufgeführt (und können für eine Weiterführung des Projektes verwendet werden), bei einer Ausweitung der Datenerhebung ist allerdings wichtig, dass die Datenmenge potenziell interessierte Betriebe nicht abschreckt.

4.3.4.2. Probe Datenerhebungen

Der Austausch im Netzwerk des Kulturnetzwerke-Projektes war sehr sinnvoll, da gerade im Obstbau die Erfassung über das Programm Poseidon schon seit einiger Zeit gut funktioniert. Gerade im Obstbau ist der Einsatz von Kupfer als Pflanzenschutzmittel ein immer wieder kritisiertes Bereich, bei dem eine Erfassung der realen Mengen, wie auch der Minimierungsmaßnahmen sinnvoll ist, letztendlich auch um aussagefähig zu sein, was Minimierungsstrategien betrifft.

Ähnlich ist das im Gemüsebau zu sehen, grundsätzlich strebt der Öko-Landbau nach einer weitestgehenden Unabhängigkeit externer Betriebsmittel. Grundsätzlich braucht es eine bessere Datengrundlage zu Pflanzengesunderhaltungsstrategien im Öko-Landbau um deren Weiterentwicklung zielgerichteter voranzubringen. Dazu gehört auch im speziellen die Möglichkeit zu erfassen, was an Pflanzenschutzmitteln im Biobereich eingesetzt wird, um dann zu ergründen, an welcher Stelle Pflanzenschutzmittel eingespart oder gar ganz durch andere Maßnahmen ersetzt werden könnten. Dazu wurde der Fragebogen entwickelt. Zukünftig sollte diese Thematik weiterbearbeitet werden und die bisherige Arbeit als Grundlage genutzt werden. Sehr problematisch ist der hohe bürokratische Aufwand für Betriebe, Fragebögen auszufüllen. Die bürokratischen Vorgaben durch Verordnungen sind im Gemüsebau sehr hoch (DÜVO, EG-ÖKO-VO, PS-Vorgaben etc.), daher ist die Motivation der Betriebsleiter einen zusätzlichen Fragebogen auszufüllen sehr gering. Eine Verknüpfung verschiedener Berichtspflichten bspw. über eine gut gepflegte Schlagkartei ist sicherlich in einigen Kultursparten sinnvoll, allerdings werden im kleinteiligen und oft sehr diversen geschützten Anbau kaum digitale Schlagkarteien verwendet. Daher braucht es einen klaren Anreiz für Betriebe den Mehraufwand zu betreiben – ob der Erkenntnisgewinn eines Benchmarkings und damit einhergehend vielleicht Gewinne für die betriebliche Beratung und Planung ausreicht, wird sich zeigen müssen. Ein weiterer Anreiz wäre eine Aufwandsentschädigung – hier zeigte sich aber bereits im Rahmen der Projektarbeiten, dass dies allein nicht immer ausreichen wird.

Auswertung des Fragebogens & weiteres Vorgehen:

Der Fragebogen war im Wordformat als kurze und knappe schriftliche Abfrage konzipiert. Zukünftig sollte dies noch besser digitalisiert erfolgen, um eine schnellere Auswertung zu erhalten.

Darstellung der erhobenen Daten

Eine Auswertung mit 3 Betrieben macht nur begrenzt Sinn. Es zeigte sich aber, dass allein die Begriffe Pflanzenschutz und Pflanzenstärkung ab und an nicht klar zugeordnet werden konnten, weshalb zukünftig mit Drop-down-Menüs aller Mittel gearbeitet werden sollte. Um die Thematik weiter anzugehen, muss ein Anreiz geschaffen werden, damit Betriebs-

leiter freiwillig Listen mit Daten ausfüllen. Dazu muss ein (Online-)Tool geschaffen werden, welches auf vorhandene Daten (bereits dokumentierte Daten - z.B. Daten zur Düngung) zugreifen kann. So sollte dies mit Schlaglisten, rechtlichen Vorgaben, wie der DÜVO und den Vorgaben zum Pflanzenschutz verknüpft werden können. Je mehr das Tool kann und macht und den Betriebsleiter dafür von unnötiger doppelter Eingabe befreit, umso eher wird das Programm / Onlinetool angewendet werden. Ziel muss auch sein, dass ein Betriebsleiter seine Daten eingibt und dann mittels Auswertung aller eingegebener Daten (anonymisiert von anderen Betrieben) eine Rückmeldung über die Spannbreite der Anbausysteme erfährt. So kann der Betriebsleiter seinen Anbau einordnen und sieht, was andere Betriebe anders machen und gegebenenfalls, wie erfolgreich sie sind. Es würde ersichtlich, wer welche Maßnahmen und Strategien einsetzt und welche Mengen an Pflanzenschutz in welchem Anbausystem bei einer bestimmten Klimaführung braucht. Das macht Poseidon bereits im Obstbau, das funktioniert ebenso beim betriebswirtschaftlichen Vergleich und das haben die Kollegen in den Möhren als Microsoft Forms Abfrage auch getestet. Das Ziel muss sein, eine Erleichterung für die Dokumentation zu schaffen, die im Gegenzug dem Betriebsleiter einen Nutzen bietet. Diese Daten könnten dann zur Verfügung gestellt werden, um Aussagen treffen zu können, welche Pflanzenschutzmittel und wie viel davon tatsächlich eingesetzt wird und welche Strategien erfolgsversprechend sind. Um solch ein Programm betriebsspezifisch zu erstellen ist eine Vernetzung umso sinnvoller, damit nur relevante Daten erfasst werden und sinnvolle Schnittstellen integriert werden.

Datenerhebung 2022:

Beschreibung der Betriebe

Betrieb 1: sehr intensiver Betrieb, der ausschließlich Tomaten und Gurken anbaut

Betrieb 2: mittelgroße Gärtnerei mit viel Direktvermarktung, halbintensiver Anbau

Betrieb 3: eher extensiv (weite Fruchtfolge)

Vor der Pflanzung

Gewächshaustyp:

- [1] Venlo
- [2] Glashaus, Kalthaus, 5 Schiffe je 210m², davon 1 dauerhaft Anzucht, und 5 Schiffe 190m²
- [3] mehrschiffige Folienhäuser

Fruchtfolge/Vorfrucht:

- [1] Gurke
- [2] Spinat, Babyleaf, Radieschen, Kresse
- [3] 3jährige Fruchtfolge bei Nachtschattengewächsen, dazwischen Bohnen, Gurken, ...

Anbaupause:

- [1] nur zur Bodenbearbeitung Dezember/Januar
- [2] Keine bzw. nur während der Winterkulturen
- [3] 3 Jahre

Vorbelastung des Bodens (Nematoden, Rhizoctonia...):

- [1] nichts bekannt
- [2] Wurzelgallnematoden (M.hapla)
- [3] nichts bekannt

Bodenuntersuchung (Welche? Wie oft?):

- [1] Volluntersuchung auf Nährstoffe, vor Bodenbearbeitung im Winter, regelmäßig während des Jahres
- [2] 1xjährlich im Frühjahr, pH Wert, Phosphor, Kali, Magnesium und Nmin
- [3] alle paar Jahre Standard-Boden-Grunduntersuchung

Bodenbearbeitung (Wann? Wie?):

- [1] nach dem Kulturende, Spatenmaschine, Tiefenlockerer, Fräse
- [2] Kreiselegen ca 2 Wochen vor Pflanzung
- [3] Kompost, dann Umkehrfräse

Pflanzung

Pflanztermin:

- [1] Februar
- [2] KW 14+16
- [3] KW 17/18

Sorten:

- [1] Codino, Carandicia, Ardiles, Brioso
- [2] Country Taste, Bocati, Rougella, Berner Rose, Ananas, Sonnenherz, Arawak, Annamay, Campari, Black Cherry, Yellow pearshaped, Sakura, Green Zebra, St Marzano, White Beauty
- [3] Sparta F1, Sakura F1, Berner Rose, eigene Hofsorte

Eigene Anzucht/Zukauf:

- [1] Zukauf
- [2] alles Zukauf
- [3] selbst angezogen

Veredlung auf:

- [1] Fortamino, Astrolite
- [2] Maxifort
- [3] keine Veredlung

Düngung

Stickstoff (Düngerart, -menge und -zeitpunkt):

- [1] Grunddüngung mit Rindermist nach Kulturende, ca. 450kg N/ha
- [2] nach Bedarf und Bodenprobenergebnissen, standardmäßig 1 to Mistkompost ca 5kg N pro Schiff
- [3] Kompost, Haarmehlpellets

Kalium:

- [1] Grunddüngung mit Patentkali nach Kulturende, je nach Bodenuntersuchung
- [2] nach Bedarf
- [3] nichts

Andere Hauptnährstoffe:

- Keiner

Spurenelemente:

- [1] Eisen, Bor, Mangan, nach Pflanzensaftuntersuchung über die Tröpfchenbewässerung

- [2] und [3] nichts

Blattdüngung:

- Keiner

Mulch:

- [1] Klee gras, nach Bodenuntersuchung (Düngerlieferant)
- [2] noch nichts
- [3] nichts (Mulchvlies)

Pflege

Erziehung:

- [1] 2-triebzig
- [2] und [3] eintriebzig

Ausgeizen:

- [1] und [2] wöchentlich
- [3] nach Bedarf (eher früh)

Entblättern:

- [1] wöchentlich
- [2] wenn Zeit, ca 3-4 Durchgänge
- [3] bis zur untersten Traube

Bewässerung:

- [1] täglich über Tropfer und Düsenberegnung
- [2] täglich nach Plan
- [3] Tropfbewässerung (3 x täglich zwischen 15 und 30 Minuten)

Klimaführung

Temperatur:

- [1] vegetative Erziehung, ganzjährig mit VN/NN, Soll Raumtemperaturen unterschiedlich nach Stadium und Außeneinflüssen, in etwa 12/16/19
- [2] Temperatur und Luftfeuchte unkontrolliert
- [3] Händisch

Luftfeuchte:

- [1] ganzjährig T/N 75% / 85%

Pflanzenschutz

Pflanzenstärkung:

- [1] Demeter Präparate
- [2] nichts
- [3] nichts

Pflanzenschutzmittel:

- keine

Nützlingseinsatz:

- [1] wöchentlich nach Bedarf, z.Bsp: Macrolophus, Encarsia, Trichogramma, Spidexx, Diglyphus,
- [2] nach Bedarf, 1x Berryprotect von Katz Biotech und 3 Völker Hummeln im Abstand von 4 Wochen ab KW 19
- [3] Raubmilben, Schwebfliegen, Gallmückenlarven

Ernte

Wie?

- [1] Händisch mit der Schere
- [2] Von Hand, Erntewagen, Stelzen
- [3] von Hand in Körbe, dann in Kisten sortiert

Wie oft?

- [1] wöchentlich
- [2] Fleischtomaten Berner Rose und besondere täglich, alle anderen 2x pro Woche
- [3] 2 x wöchentlich

Qualität/Ausschuss:

- [1] nach Kundenanforderung, Ausschuss ca. 5-10%
- [2] wenig, max 10%
- [3] dieses Jahr mehr durch Wanzen, im September auch viele Platzer

Lagerung

Luftfeuchte/Temperatur:

- [1] ca. 65% Luftfeuchte bei 15 – 20 Grad
- [2] 10°C / unkontrollierte Luftfeuchte
- [3] hellere Früchte in die Halle, zu reif ins Kühlhaus bei 10/12°C

Aufbereitung

Verpackung:

- [1] Flow Pack, Mono Verpackung, lose in der Kiste
- [2] Holzwolle oder Papier, je nach Sorte in Plastikmehrwegkisten
- [3] keine

Vermarktung

Handelswege:

- [1] LEH, Discount, Biomärkte und private Hofläden
- [2] 80% Direktvermarktung, Abokiste, Läden, Gastro, Überschuss geht an die Tafel
- [3] Direktvermarktung, Großmarkt, Wiederverkauf, ecofit Handel

Pflanzengesundheit

Physiologische Schäden:

- [1] keine
- [2] kurzzeitig Blütenendfäule

- [3] Platzer

Krankheiten:

- [1] Cladosporium, Botrytis, Mehltau bei Ardiles
- [2] Samtflecken
- [3] 2021 Krautfäule, 2022 keine Samtflecken

Schädlinge:

- [1] Spinnmilbe, Minierfliege, Rostmilbe
- [2] Rostmilbe
- [3] Wanzen

Ernte (Qualitätsmängel):

- keine

Lager:

- keine

Ergänzungen/Sonstiges

- [3] Sehr wichtig; weite Fruchtfolge, guter Kompost, regelmäßige Pflege, gute Durchlüftung (nicht zu dicht pflanzen)

Datenerhebung 2023

3 Betriebe [1], [2] und [3] aus BW und BY

Umgebung

- Entfernung zu nächstem Gemüsebaubetrieb in km: [1] 0,05 km, [2] konventioneller Betrieb 10 km, [3] 4 km
- Höhenlage: [1] 311m, [2] 580 m, [3] 230m
- Bio-Verband: [1] Demeter, Bioland, Biokreis, [2] Demeter, [3] Demeter

Vor der Pflanzung

- Tomaten-Anbaufläche in Summe: [1] 3 ha, [2] 0,06 ha, [3] 0,19 ha
- Gewächshautyp: [1] Venlo, [2] Filclair Folientunnel 9,3 m, [3] Venlo-Glashaus, Richel Folienhaus, Haygrove-Tunnel
- Fruchtfolge: [1] teilweise Gurke, teilweise Gründung, [2] nach 6 anderen Kulturen, [3] Tomaten > Herbst/Winterkultur/ Frühjahrskultur, Gurken, verschiedene Fruchtfolgen
- Anbaupause: [1] nein, [2] 2-3 Jahre, [3] 1-3 Jahre
- Vorbelastung des Bodens (Nematoden, Rhizoctonia...): [1] nein, [2] keine, [3] Rhizoctonia, Fusarium und Korkwurzel wurden immer mal wieder festgestellt
- Bodenuntersuchung (Welche? Wie oft?): [1] regelmäßige Standarduntersuchungen über das Jahr hinweg, [2] alle 2 Jahre, [3] N-min in losen Abständen, Grunduntersuchung ca. alle 2 Jahre
- Bodenbearbeitung (Wann? Wie?): [1] Im Winter nach Kulturernte, Spaten, aufreißen, fräsen, [2] April/Mai Beetfräse, [3] Vor jeder neuen Kultur > Kreiselegge mit Zwischenschicht-lockerer und Walze
- Haus oder Lüftung eingesetzt: Keiner der Betriebe hat eine Lüftung eingesetzt

Pflanzung

- Pflanztermin: [1] KW 6, [2] April, [3] KW 11/ 13/ 14/ 17

- Sorten: [1] Codino / Brioso, [2] 35% F1 Hybriden 65% samenfeste Landsorten, [3] Alle samenfest. Tica, Trixi, Ochsenherz orange, Fleischtomaten- Betriebsorte
- Pfl. bzw. Triebe/m²: [1] 3,5 Codino, 4 Brioso, [2] 3 Pflanzen/m², [3] 2,34 /m²
- Eigene Anzucht/Zukauf: [1] Zukauf, [2] und [3] eigene Anzucht
- Veredlung auf Unterlage: [1] Ja, [2] keine Veredlung, [3] Ja

Düngung

- Stickstoff (Düngerart, -menge und -zeitpunkt): [1] Im Winter vor Pflanzung, über das Jahr hinweg nach Bedarf und Ergebnis der Bodenproben, [2] Mistkompost Hornspäne, [3] Keine N-Handelsdünger eingesetzt
- Kalium: [1] Im Winter vor Pflanzung, über das Jahr hinweg nach Bedarf und Ergebnis der Bodenproben, [2] Maltaflor, [3] Nein
- Andere Hauptnährstoffe: Keiner
- Spurenelemente: [1] Mangan, Bor, Eisen nach Bedarf, [2] keine, [3] Nein
- Blattdüngung: Keiner
- Mulch: [1] nein, [2] Wickroggenhäcksel oder Silage, [3] alle Düngung über Kleegrassilage > 6 Rundballen /1000m² und Kompost ca. 15 l / m² plus Hauri Urgesteinsmehl 0,2 kg / m²

Klimaführung & Bewässerung

Bewässerung

- Tropfschläuche alle ja
- Unterberegnung [1] ja, [2] nein, [3] Nein
- Sonstiges [3] Oberberegnung

Heizung

- Lufthertzung [1] nein, [2] keine, [3] Ja
- Rohrheizung [1] ja, [2] keine, [3] Nein

Lüftung

- Automatische Lüftung alle ja
- Von Hand [1] nein, [2] nein, [3] zusätzlich
- Schattierung [1] ja, [2] nein, [3] Ja

Luftfeuchte

- Pulsationsdüsen [1] nein, [2] nein, [3] Z T., werden aber bei Tomaten nicht eingesetzt
- Ventilatoren [1] ja, [2] nein, [3] Ja, im Glashaus

Pflanzenschutz

- Zukauf von Tomatenfrüchten im Betrieb: [1] nein, [2] von Kollegen bis Mitte Juni, [3] Ja
- Pflanzenstärkung: [1] Elotvis bei Gurken, [2] biodyn.Präparate, homöopatische Präparate, Pflanzentees, [3] Algovert plus, Equisetum plus
- Hilfsstoffe, Netzmittel: [1] Trifolio, [2] keine, TS Forte
- Nützlingseinsatz: [1] ja dauerhaft, [2] ja, [3] pünktlicher Nützlingseinsatz mit verschiedenen gängigen Nützlingen hauptsächlich Encarsia
- Pflanzenschutzmittel: [1] Kantaro und Neudosan Neu gegen Spinnmilbe in Tomaten, Kumar gegen Mehltau in Gurken, [2] Nein, [3] 5x Kumulus, 2 x Kumar, 5 x Vitsan, 1 x Algovert plus, 1 x Equisetum plus, TS Forte als Netzmittel

Vermarktung

- Handelswege: [1] LEH, Discounter, Hofläden, Biomärkte, [2] Wochenmarkt, Lieferservice, Großhandel, [3] Alle Handelsstufen von Direktverkauf, Lieferservice bis Einzel- und Grosshandel

Pflanzengesundheit

- Physiologische Schäden: [1] x, [2] keine, [3] Wenig
- Krankheiten: [1] Clavibacter, Mehltau, Cladosporium, Phytophthora, [2] gegen Kultur-ende Cladosporium, Alternaria, Echter Mehltau, Cladosporium
- Schädlinge: [1] Spinnmilbe, Minierfliege, [2] Gemüse- bzw. Erdeulen, [3] Wanzen
- Ernte (Qualitätsmängel): [1] Mycosphaerella bei Gurken, [2] keine, [3] etwas Wanzen-schäden
- Lager: [1] x, [2] Kurzzeitlager 2-3 Wochen, [3] x

Optional

Pflegemaßnahmen

Erziehungssystem: [1] x, [2] Pelikaan, [3] Schnurspulen

- Ausgeizen: [1] wöchentlich bei Gurken und Tomaten, [2] ja, [3] Ja
- Entblättern: [1] wöchentlich bei Gurken und Tomaten, [2] ja, [3] Ja
- Rispenchnitt? [1] wöchentlich bei Tomaten und Gurke, [2] Nein, kein Rispenverkauf, [3] Nein
- Hygienemaßnahmen bei Schnittwerkzeugen? (Desinfektion...) [1] nach jeder dritten Pflanze wechseln, [2] nein, [3] Werden keine verwendet > Hände ! [2] Hygienemaßnahmen für Besucher, Berater, etc.? (Desinfektionsschleuse, Schutzkleidung, Überschuhe etc.) [1] Desinfektionsschleuse, Überzieher an Schuhe und Schutzanzug für Besucher, Besucherverkehr erst ab September möglich, [2] nein, [3] Nein, Berater haben das selber im Blick mit Schuhwechsel etc. je nach Gefahrenlage und Vorbetrieb

Ernte

- Wie? [1] Gurke Messer, Tomaten Schere, [2] Von Hand, [3] In 3 oder 5 Kg EPS Kisten
Wie oft? [1] Gurke täglich, Tomate wöchentlich, [2] Je nach Witterung alle 2-4 Tage, [3] 2 x pro Woche bei Fleischtomaten und Cocktail, bei Tica 1-2mal oder auch mal Erntepause
- Qualität/Ausschuss: [1] x, [2] Vermarktung auch über Großhandel/ je nach Sorte max. 15%, [3] Ernte auf Standard Handelsware, Rest Ausschuss

Lagerung

- Luftfeuchte/Temperatur: [1] x, [2] wenig/ nicht unter 10 Grad, [3] Ochsenherz und Cocktail im Kühlraum bei 8-10°C

Aufbereitung

- Verpackung: [1] lose als 5kg in der Kiste oder gepackt in 500g Flow Pack oder 500g Mono Verpackung, [2] lose keine Pappe oder Plastik, [3] EPS mit und ohne Holzwohle, Cocktail in 250g Schalen

4.3.5. Datenerhebung im ökologischen Birnenanbau

Im **Unterarbeitskreis Birnen** wurde das Projekt inhaltlich zusätzlich von verschiedenen Akteuren betreut, auch Jürgen Zimmer, der Leiter des AK Birnen im Arbeitsnetz ist, brachte sich ein. Die Abschlussarbeiten wurden wieder von Frau Kienzle durchgeführt.

4.3.5.1. Prozess der Indikator-Erstellung

Im Obstbau liegen aus dem Bereich Tafelapfel in der Beratung und bei den Anbauern schon Erfahrungen vor, welche Art von Indikatoren relevant sind. Zur Diskussion der Auswahl der Indikatoren bei Birnen wurde am 26.1.2022 ein Online-Workshop mit Beratung und Praktikern organisiert, an dem auch Frau Kienzle teilnahm.

In der Kultur Birnen wird erhebliches Potential für eine Ausweitung der Bio-Fläche gesehen wobei andererseits noch hoher Handlungsbedarf in der Entwicklung des Anbausystems besteht. Daher zeigten die Workshop-Teilnehmer hohes Interesse an der Verfügbarkeit von Praxisdaten, auf die die Strategieentwicklung aufbauen kann.

Durch die Erfahrungen aus dem Tafelapfelbereich war die grundsätzliche Idee der Datensammlung allen vertraut, so dass in diesem Bereich wenig Diskussionsbedarf entstand. Auch die zu erhebenden Parameter haben sich stark an den Tafelapfelbereich angelehnt.

Auch in der Birnengruppe gab es ein hohes Interesse an Erfolgsparametern, es war jedoch nicht umsetzungsfähig, diese durch die Betriebe erheben und eingeben zu lassen, so dass keine Erfolgsparameter erhoben wurden.

Folgende Indikatoren wurden als relevante Maßnahmen zur Erhaltung der Pflanzengesundheit eingestuft und auch erfolgreich erhoben:

- Sorten und Unterlagen mit Pflanzjahr und Flächengröße
- Ausdünnung
- Stickstoffdüngung (kg N)
- Maßnahmen zur Förderung des Blattabbaus (Vinassebehandlungen zum Blattfall)
- Baumstreifenbearbeitung (Gerät, Anzahl Überfahrten)
- Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln: Wirkstoff, Gesamtaufwandmenge, mittlere Aufwandmenge pro Spritzung, Anzahl Behandlungen

4.3.5.2. Probe-Datenerhebungen

In der Diskussion am Workshop zeigte sich, dass viele der Birnenbetriebe ihre Daten bereits in die Schlagkartei eingeben, die im Apfelbereich genutzt wird, so dass im Benchmarking-Tool bereits Daten vorhanden waren, die ggf. nur noch ergänzt werden mussten. Es wurde daher beschlossen, die Erhebung analog zum Tafelapfel über die Eingaben in die Schlagkartei Proflura und das Benchmarking-Tool der FÖKO durchzuführen. Somit wären auch alle Möglichkeiten des Tools in der Auswertung und im Benchmarking für die Betriebe nutzbar.

Im Benchmarking-Tool können die Daten nach Obstarten separat ausgewertet werden (Abb. 1), dies wurde von Anfang an so angelegt.

Ausgewertet wurden die Jahre 2020 und 2021 im Benchmarking-Tool. Ausgewertet wurden nur Anlagen mit Pflanzjahr < 2016 für 2020 und < 2017 für 2021. Jede Sorte wurde als eine Stichprobe gewertet.

Da einige Betriebe nur Junganlagen hatten, gingen für das Jahr 2020 8 Betriebe mit 74 Stichproben und einer Fläche von 13,27 ha und für das Jahr 2021 6 Betriebe mit 67 Stichproben und einer Fläche von 11,8 ha in die Auswertung ein. Es handelte sich um Betriebe aus fünf Regionen (Neckarraum, Südbaden, Bodensee, Niederrhein und Niederelbe). Allerdings waren nicht in jedem Jahr alle Betriebe aus dem Vorjahr Teil der Erhebung, sondern es gab eine starke Variation, was sich auch in den Sorten- und Unterlagenspektren widerspiegelt.

Sortenspektrum

Wichtigste Sorte ist mit großem Abstand Conference. Dann folgen bereits die neueren Sorten Xenia und Novembra. Ältere, eher empfindliche Sorten wie Alexander Lukas und Williams Christ

sind aber in einigen Betrieben auch noch mehr vertreten. Berücksichtigt werden muss bei Birnen die lange Standzeit, was eine Änderung des Sortenspektrums schwieriger macht. Betriebe, die neu mit Birnen anfangen, verwenden aber eher die neueren Sorten.

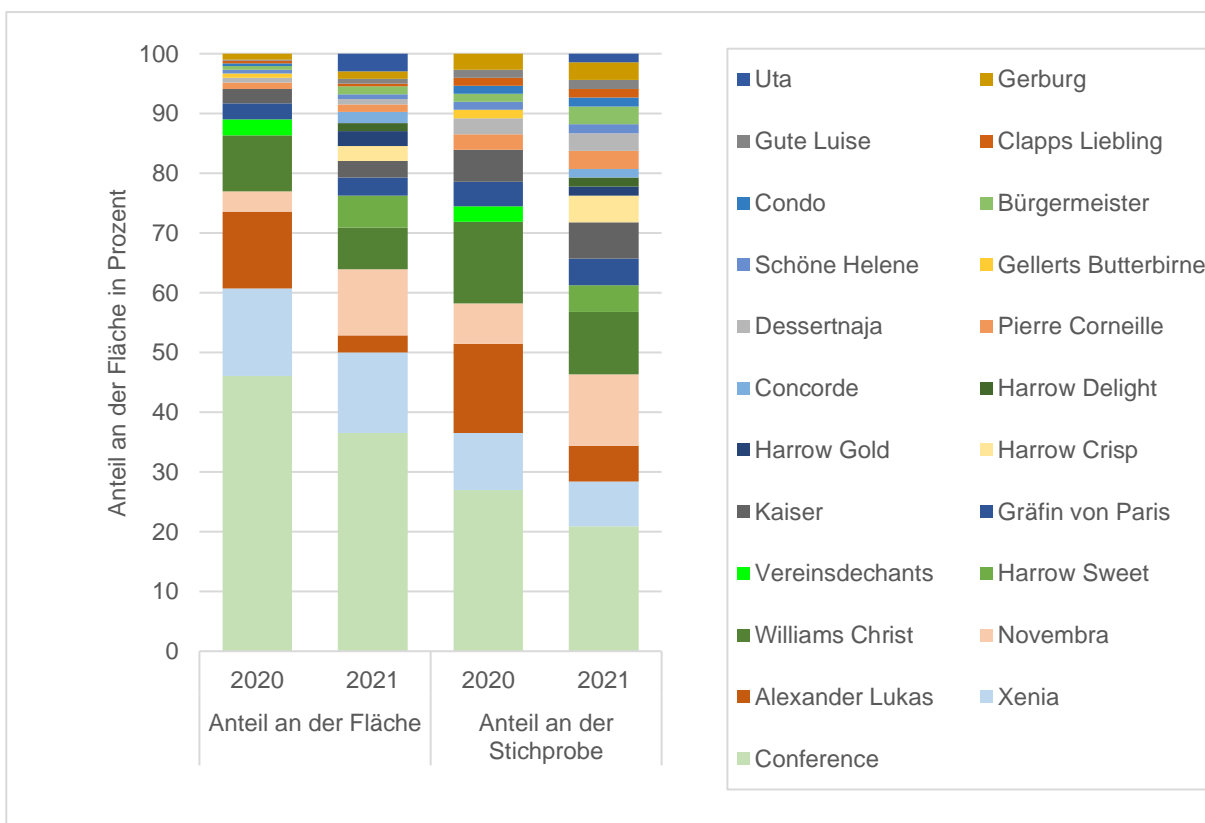


Abbildung 37 Anteile der einzelnen Sorten an der Fläche und an der Stichprobe

Düngung und Bodenbearbeitung

Im Jahr 2020 wurde auf 95,6 % der Stichproben stickstoffhaltiger Dünger mit 26,2 kg N/ha ausgebracht, im Jahr 2021 auf 93,8 % mit 30,7 kg N/ha.

Tabelle 3 Bodenbearbeitung im Baumstreifen: Prozentualer Anteil der mit dem jeweiligen Gerät behandelten Fläche und Anzahl Überfahrten mit dem jeweiligen Gerät sowie Gesamtzahl aller Überfahrten pro Parzelle

Maßnahme	Jahr	Behandelte Stichproben in %	Anzahl Überfahrten
Kreiselgeräte	2020	89,2	2,7
	2021	97,0	2,8
Anhäufeln (Scheibenpflug)	2020	23,0	1,5
	2021	17,9	1,2
Abhäufeln	2020	12,2	2,0
	2021	3,0	3,0
Fadengerät	2020	60,8	1,0
	2021	89,6	1,7
Flachschar	2020	0	0
	2021	6,0	2

Die Beschreibung der einzelnen Verfahren und Geräte zur Bodenbearbeitung im Baumstreifen ist unter <https://poseidon.foeko.de/beschreibung-der-massnahmen/beikrautregulierung-im-baumstreifen/> einzusehen und wird an dieser Stelle nicht wiederholt. Am häufigsten kommen Krümelgeräte zum Einsatz gefolgt vom Fadengerät.

Die Gesamtzahl aller Überfahrten zur Bodenbearbeitung betrug in 2020 3,2 und in 2021 3,3.

Ausdünnung

In den beiden Jahren erfolgte weder eine Ausdünnung von Hand noch eine mechanische Ausdünnung. In beiden Jahren waren die meisten Anlagen vom Frost betroffen so dass eine Ausdünnung eher nicht angeraten war.

Maßnahmen zur Reduktion des Befallsdrucks durch Schaderreger

Im Jahr 2020 wurde in 21,6 % der Stichproben Vinasse zum Blattfall zur Förderung des Blattabbaus ausgebracht, im Jahr 2021 in 6 %.

In 2020 erfolgte eine Ausbringung von entomopathogenen Nematoden zur Reduktion der Diapauselarven des Apfelwicklers in 43,2 % der Stichproben, in 2021 erfolgte dies nirgends. Ein Absammeln von Fruchtbefall erfolgte aber in keiner Stichprobe.

Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln

In den Tabellen 4 und 5 ist die Anwendung der wichtigsten Pflanzenschutzmittel im Detail für den Zeitraum vor der Blüte und ab der Blüte dargestellt.

Vor der Blüte erfolgten 2020 3,4 Applikationen, in 2021 4,4. Ab Blüte fielen dann 2020 17,9 Überfahrten an, in 2021 15,7. Die meisten Überfahrten erfolgen daher nach der Blüte. Für die Anwendung des Apfelwicklergranulovirus fallen die meisten Behandlungen an. Wenn dann gefahren werden muss, werden auch Fungizide, die mischbar sind, ausgebracht, d.h. Kupfer, Schwefel und Kaliumhydrogencarbonat. Letzteres wurde auch teilweise zur Regulierung des den Birnblattsäugers ausgebracht.

Im Jahr 2020 wurden 1,2 kg Reinkupfer pro ha und Jahr ausgebracht, im Jahr 2021 0,8 kg.

Tabelle 4 Übersicht über die Anwendung der wichtigsten Pflanzenschutzmittelwirkstoffe vor der Blüte (bis BBCH- Stadium 59). Die Aufwandmengen beziehen sich jeweils auf das Handelspräparat in Klammern. Bei Kupferpräparaten wird der Reinkupfergehalt angegeben

Wirkstoff bzw. Handelspräparat	Anzahl behandelte Stichproben in %		Anzahl Applikationen pro Jahr		Mittlere Aufwandmenge pro Spritzung in kg/L/ha		Gesamtaufwandmenge pro Jahr in kg/L/ha	
Reinkupfer (kg)	85,1	82,1	2,2	1,7	0,27	0,20	0,58	0,32
Netzschwefel (kg Netzschwefel Stulln)	83,8	82,1	2,3	1,6	4,8	4,2	11,1	6,7
Schwefelkalkbrühe (Curatio in L)	17,6	56,7	1,0	2,1	18,9	16,7	18,9	36,5
Kaliumhydrogencarbonat (kg Wirkstoff)	13,5	0	1,0		6,0		6,0	
Paraffinöl (L Para-Sommer, Promanal)	12,2	20,9	1,0	1,0	19,9	20,2	19,9	20,2
Pyrethrine (L Spruzit NEU)	16,2	4,5	1,75	1,0	4,1	4,5	7,0	4,5

Tabelle 5 Übersicht über die Anwendung der wichtigsten Pflanzenschutzmittelwirkstoffe ab Blüte (ab BBCH-Stadium 60). Die Aufwandmengen beziehen sich jeweils auf das Handelspräparat in Klammern. Bei Kupferpräparaten wird der Reinkupfergehalt angegeben

Wirkstoff bzw. Handelspräparat	Anzahl behandelte Stichproben in %		Anzahl Applikationen pro Jahr		Mittlere Aufwandmenge pro Spritzung in kg/L/ha		Gesamtaufwandmenge pro Jahr in kg/L/ha	
Reinkupfer (kg)	85,1	76,1	8,6	8,1	0,1	0,1	0,58	0,48
Netzschwefel (kg Netzschwefel Stulln)	85,1	80,6	4,9	8,5	2,6	2,9	13,2	24,0
Schwefelkalkbrühe (Curation in L)	85,1	80,6	5,2	4,7	13,3	14,4	68,1	67,9
Kaliumhydrogencarbonat (kg Wirkstoff)	43,2	40,3	3,3	3,8	3,8	5,0	11,4	17,1
Apfelwicklergranulovirus (L Madex)	86,5	91,0	12	8,5	0,07	0,13	0,81	1,26

Behandlungsindex

Die Abbildung 38 zeigt eine Übersicht über alle eingesetzten Pflanzenbehandlungsmittel. Die Aufstellung beschränkt sich nicht auf Mittel, die als Pflanzenschutzmittel zugelassen sind. Vielmehr werden alle Pflanzenbehandlungsmittel, die mit dem Sprüherät ausgebracht werden, also auch Grundstoffe, Pflanzenstärkungsmittel, Pflanzenhilfsstoffe, Blattdünger und Zusatzstoffe aufgelistet. Außerdem sind Pheromone, die in Form von Dispensern ausgebracht werden, aufgeführt. Einzig Pflanzenbehandlungsmittel rein feinstofflicher Natur wie z. B. die biologisch-dynamischen Präparate wurden nicht erfasst und werden auch nicht dargestellt.

Die Aufwandmengen sind als Behandlungsindex dargestellt. Grundlage ist der Mittelwert aller Stichproben. Der Behandlungsindex (BI) wurde wie folgt berechnet: Die eingesetzte Gesamtaufwandmenge pro ha eines Mittels in jeder Stichprobe (Anlage) wurde in Relation gesetzt zur jeweils maximal für die Anwendung zugelassenen Aufwandmenge dieses Mittels pro ha. Dabei wurde eine maximale Kronenhöhe von 3 m angenommen. Wurde also die höchste Aufwandmenge bei einer Kronenhöhe von 3 m eingesetzt, ist der BI gleich 1. Wurde weniger eingesetzt oder nur eine Teilfläche behandelt oder ist die Kronenhöhe geringer, ist der BI entsprechend niedriger. Wird mehrmals appliziert, kann der Behandlungsindex entsprechend größer als 1 sein (Beispiel zum besseren Verständnis: Die höchste zugelassene Aufwandmenge sei 10 kg/ha. Werden einmalig 5 kg/ha eingesetzt, ist der BI 0,5. Werden dreimal 5 kg/ha eingesetzt, ist der BI = 1,5. Werden einmalig 10 kg/ha eingesetzt, ist der BI = 1. Sind mehrere Präparate mit einem Wirkstoff zugelassen, die diesen Wirkstoff in unterschiedlicher Menge enthalten (z.B. Kupferpräparate, Kaliumhydrogencarbonat) wurde jeweils die höchste zugelassene Wirkstoffmenge als Referenzgröße verwendet. Bei Kupfer wurde z.B. der jeweilige Reinkupfergehalt für die Berechnung verwendet, um verschiedene Kupferverbindungen entsprechend einordnen zu können.

Beim Einsatz der Verwirrungsmethode und von Vinasse zum Blattabbau wurde jeweils nur die Tatsache, dass die Fläche behandelt wurde, für die Berechnung herangezogen (wenn z. B. 80 % der Fläche behandelt wurde, ist der BI dann 0,8). Wenn vor und nach der Blüte unterschiedliche

Aufwandmengen zugelassen sind (Schwefel, Schwefelkalkbrühe), wurde der Zeitraum von Austrieb bis Blühbeginn und danach für Schwefel und der Zeitraum von Austrieb bis Blühende und ab Blühende bis zur Ernte für Schwefelkalkbrühe mit der jeweiligen maximal für diesen Zeitraum zugelassenen Aufwandmenge als Referenzgröße berechnet und die Werte anschließend addiert. Für Netzschwefel wurde im Nachblütenzeitraum als maximale Aufwandmenge 4,5 kg / ha, die für das Splitting im ökologischen Landbau für das Präparat Stulln Netzschwefel® zugelassen als maximale Aufwandmenge zugelassen sind, verwendet und nicht die höhere Aufwandmenge von 6 kg/ha, die generell für Netzschwefel zugelassen ist.

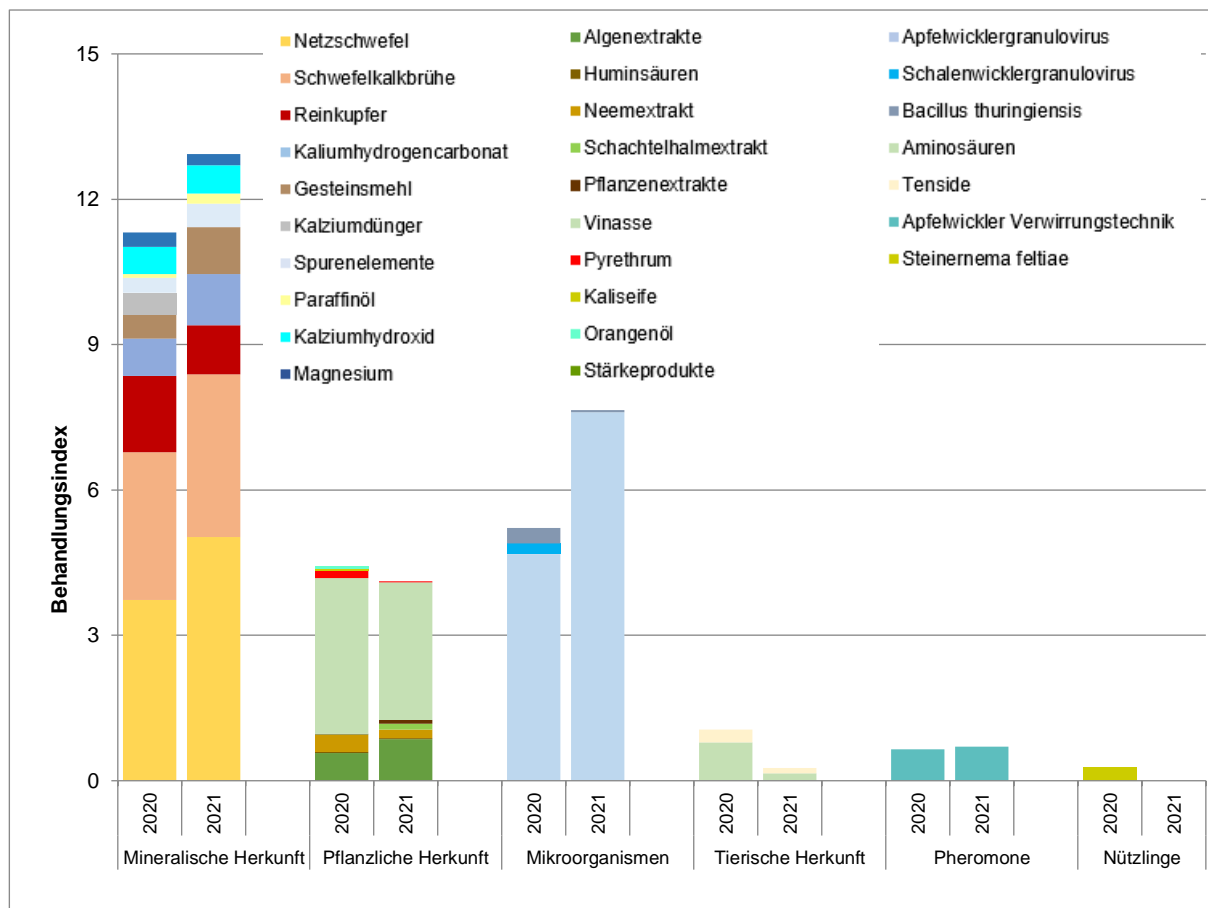


Abbildung 38 Behandlungsindex für alle Pflanzenbehandlungsmittel (Pflanzenschutzmittel, Pflanzenstärkungsmittel, Pflanzenhilfsstoffe, Grundstoffe, Blattdünger). Für mehr Informationen über die ausgebrachten Wirkstoffe siehe <https://po-seidon.foeko.de/beschreibung-der>

Vergleich verschiedener Strategien

Das Auswertungstool vergleicht verschiedene Gesamtstrategien. Hier wird exemplarisch zuerst ein Vergleich des Inputs für die wichtigsten Sorten Conference, Novembra und Xenia im Vergleich zu Alexander Lukas dargestellt (Abb. 39). Des Weiteren erlaubt es, Strategien z.B. für die jeweiligen unter 25 %, die mittleren 50 % und die oberen 25 % der Reinkupferaufwandmenge pro ha zu vergleichen. Bei den geringen Stichproben und den verschiedenen Regionen ist dies selbstverständlich nicht aussagefähig, es sollen nur die Möglichkeiten veranschaulicht werden, die das Tool für die Beratung bietet.

The screenshot shows a software interface for benchmarking. The top section, 'Satzauswahl', allows users to select input parameters for four different varieties (Spalte 1 to 8). The bottom section, 'Ergebnisse', displays a table comparing these varieties across various agricultural metrics.

Satzauswahl				
Beschreibung	Spalte 1	Spalte 6	Spalte 7	Spalte 8
Sorte	Conference	Alexander Lukas	Xenia	Novembra
Erntejahr	2020	2020	2020	2020
Satz: Pflanzjahr	≤ 2016	≤ 2016	≤ 2016	≤ 2016
Spritzmittel: Reinkupfer pro ha	beliebig	unt. 25%	mit. 50%	ob. 25%
Hinzufügen				
Ergebnisse				
		Sortieren	Sortieren	Sortieren
Spritzmittel: Reinkupfer pro ha	1.21	0.66	0.12	1.29
Spritzmittel: Anzahl Schwefel Spritzungen	6.80	7.33	0.33	8.00
Spritzmittel: Anzahl Schwefelkalk Spritzungen	5.50	4.67	0.33	6.00
Spritzmittel: Anzahl Kaliumhydrogencarbonat Spritzungen	1.55	4.33	1.00	0.00
Spritzmittel: Anzahl Pyrethrum Spritzungen	0.25	1.33	0.67	0.00
Tätigkeitszähler: sprühen	24.83	25.33	6.67	26.50
Düngergehalt: Stickstoff pro ha	23.26	21.05	10.52	23.71
Spritzmittel: Anzahl Madex Spritzungen	12.15	9.33	1.00	18.00

Abbildung 39 Auswertung im Benchmarking-Tool: Vergleich des Inputs für verschiedene Birnensorten

Diese Auswertung (Abb. 39) ist besonders interessant, wenn zunehmend neue Sorten gepflanzt werden, mit denen noch wenige Erfahrungen vorliegen. Sind Erfolgsbonituren und ggf. sogar Ertragswerte verfügbar, ist sie natürlich wesentlich aussagefähiger. Sowohl Betriebe, die an der Auswertung teilnehmen und daher Zugang zum Tool haben als auch die Beratung können so die vorhandenen Erfahrungen gebündelt abfragen.

In Abb. 40 wird eine Auswertung gezeigt, die für die Kupferminimierungsstrategie genutzt werden kann. Mittels des Benchmarking-Tools kann ein quantitativer Parameter jeweils aufgesplittet werden in die unteren 25 %, die mittleren 50 % und die oberen 25 % der Stichproben für diesen Wert. Dann wird die jeweilige Strategie darunter dargestellt. Hier können ggf. Schlüsselfaktoren für eine Minimierung identifiziert werden.

Satzauswahl				
Beschriftung	Spalte 1	Spalte 6	Spalte 7	Spalte 8
Sorte	Birne	Birne	Birne	Birne
Erntejahr	2020	2020	2020	2020
Satz: Pflanzjahr	≤ 2016	≤ 2016	≤ 2016	≤ 2016
Spritzmittel: Reinkupfer pro ha	beliebig	unt. 25%	mit. 50%	ob. 25%
Hinzufügen				
Ergebnisse				
	Spalte 1	Spalte 6	Spalte 7	Spalte 8
Spritzmittel: Reinkupfer pro ha	0.99	0.22	1.08	1.61
Spritzmittel: Anzahl Schwefel Spritzungen	6.09	2.74	7.17	7.42
Spritzmittel: Anzahl Schwefelkalk Spritzungen	4.59	2.26	5.67	4.89
Spritzmittel: Anzahl Kaliumhydrogencarbonat Spritzungen	1.54	1.32	2.14	0.63
Spritzmittel: Anzahl Pyrethrum Spritzungen	0.28	0.84	0.06	0.16
Tätigkeitszähler: sprühen	21.30	12.89	24.38	23.89
Düngergehalt: Stickstoff pro ha	19.69	13.29	19.17	27.08
Satz: Sorte	Conference 0.270 Alexander 0.149 Williams 0.095	Xenia 0.263 Pier Corne 0.105 Gerburg 0.105	Conference 0.333 Alexander 0.167 Novembra 0.111	Conference 0.316 Williams 0.263 Alexander 0.158

Abbildung 40 Auswertung im Benchmarking-Tool: Vergleich der Strategie bei verschiedenen Kupferaufwandmengen

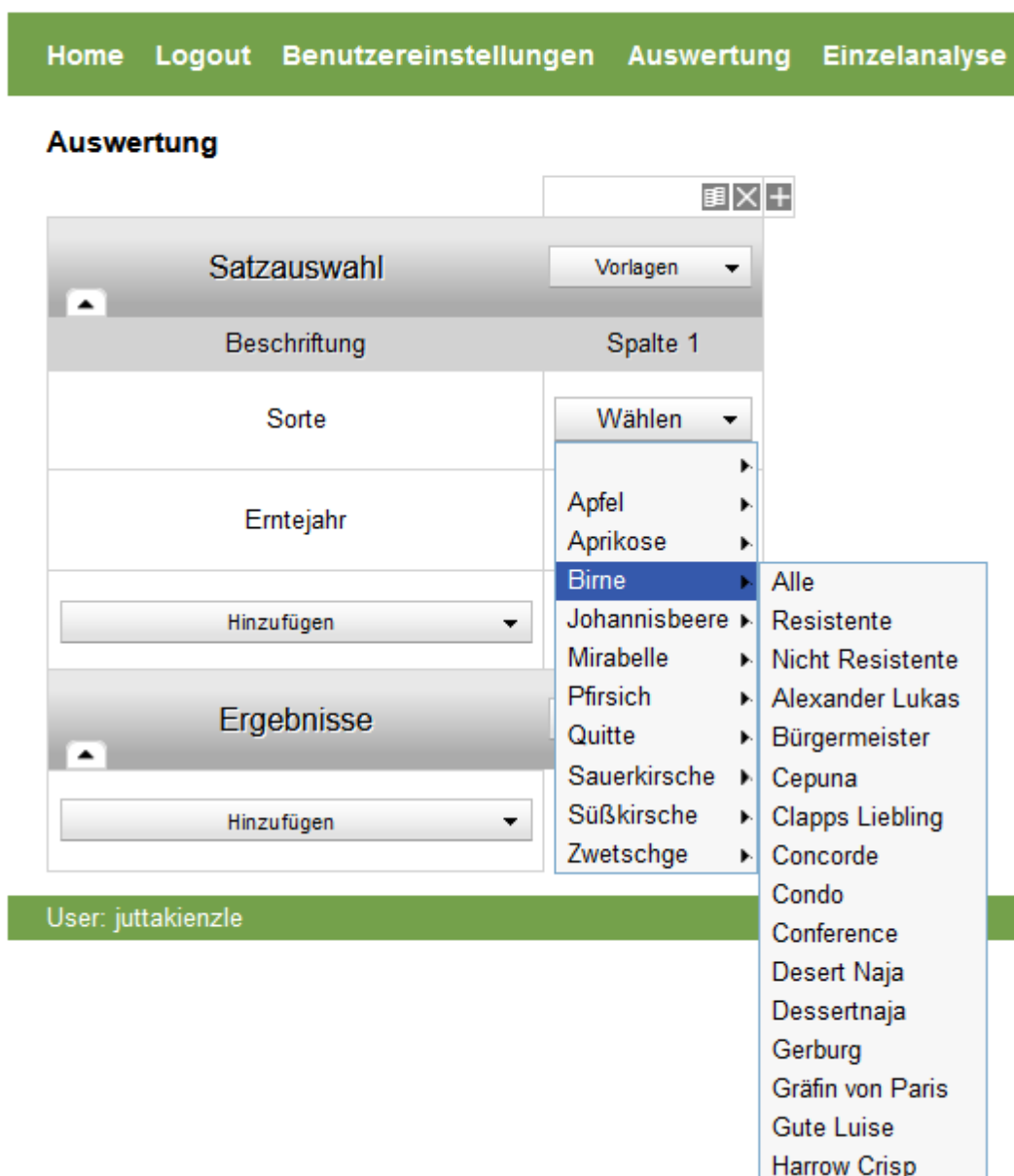


Abbildung 41 Möglichkeit der Wahl der Obstart bei der Abfrage im Benchmarking-Tool der FÖKO

Durch die schon viele Jahre laufenden Erhebungen im Tafelapfelbereich gab es keine Probleme, Daten preiszugeben solange diese von Fachleuten aus dem FÖKO-Arbeitsnetz aufbereitet und dargestellt werden.

Bei der Datenverarbeitung zeigte sich, dass es besonders bei den Betrieben, die schon länger im System mitarbeiten, Probleme gab, da damals teilweise zu Beginn der Arbeit mit dem Benchmarking-Tool in der Schlagkartei viele Birnen als "Apfel" deklariert, um auf einem Schlag Apfel und Birnen eintragen zu können und dadurch eine Sammeleingabe bei Spritzungen zu ermöglichen. Davon waren einige Betriebe betroffen, bei denen die Schlagkartei umgestellt werden musste. Die Daten im Benchmarking-Tool sind immer erst relativ spät vollständig verfügbar. Daher erfolgten die Probe-Datenerhebungen für die Vegetationsjahre 2020 und 2021. Erhebungen zu Erfolgsparameter wurden nicht durchgeführt, da dafür die personellen Kapazitäten fehlen. Sollen solche Daten also künftig in der Beratung gut nutzbar sein, sollte die Datenerhebung durch die

Betriebe durch eine Erhebung der Erfolgsparameter durch die Beratung flankiert werden, was derzeit nicht umsetzungsfähig war.

Für die Birnen ist z.B. die Unterlage ein interessanter Parameter, was beim Apfel nicht der Fall war. Daher sollte dieser Parameter noch in die Auswertung im Benchmarking-Tool einbezogen werden. Dafür muss eine Änderung der aus der Schlagkartei übertragenen Daten erfolgen.

Um die wenigen Birnenbetriebe alle gut erfassen zu können und auch Daten aus extensiveren Betrieben mit aufzunehmen, wäre es auch für die Birnen sinnvoll, ein Duales System aufzubauen, mit dem sowohl die Daten aus einer Schlagkartei als auch die Daten aus einer Online-Erhebung mit Fragebogen in das Benchmarking-Tool eingepflegt und dort ausgewertet werden können. Auch das Benchmarking des eigenen Betriebs gegenüber den Daten aus der Region sollte für beide Erhebungsarten möglich sein.

4.3.6. Datenerhebung im ökologischen Zwetschenanbau

Im **Unterarbeitskreis Steinobst** wurde das Projekt inhaltlich zusätzlich von Herrn Philipp Hudelist vom Beratungsdienst Ökologischer Obstbau e.V. betreut, der im Arbeitsnetz zur Weiterentwicklung des Ökologischen Obstbaus Leiter des AK Steinobst ist.

4.3.6.1. Konzeptionierung der Indikatoren/erfassten Maßnahmen zur Gesunderhaltung der Kultur

Im Obstbau liegen aus dem Bereich Tafelapfel in der Beratung und bei den Anbauern schon Erfahrungen vor, welche Art von Indikatoren relevant sind. Zur Diskussion der Auswahl der Indikatoren wurde am 10.2.2022 ein Online-Workshop mit Beratung und Praktikern organisiert, an dem auch Frau Kienzle teilnahm.

Als erstes wurde diskutiert, welche Steinobstart für die Erhebung ausgewählt werden soll. Die Entscheidung fiel auf die Zwetschen, da in dieser Kultur auch am meisten Potential für eine Ausweitung der Fläche gesehen wird und andererseits noch hoher Handlungsbedarf in der Entwicklung des Anbausystems besteht.

Durch die Erfahrungen aus dem Tafelapfelbereich war die grundsätzliche Idee der Datensammlung allen vertraut, so dass in diesem Bereich wenig Diskussionsbedarf entstand. Eine intensive Diskussion ergab sich vor allem aus der Frage, ob Erfolgsparameter in die Erhebung aufgenommen werden sollen. Wenn die Daten für die Beratung und ggf. ein Benchmarking intensiv genutzt werden sollen, ist dies allerdings eine wesentliche Voraussetzung. Die Steinobstbetriebe haben aber von Anfang an klar geäußert, dass sie Erfolgsparameter nicht erheben können. Sie wünschten sich aber, dass eine Erhebung durch die Beratung erfolgt, die dann für eine Situationsanalyse genutzt werden kann. Hierbei sollten sowohl der Handlungsbedarf in der Forschung als auch in der Beratung abgeklärt und die Verfügbarkeit der gesammelten Informationen sichergestellt werden.

Folgende Indikatoren wurden als relevante Maßnahmen zur Erhaltung der Pflanzengesundheit eingestuft und auch erfolgreich erhoben:

- Sorten und Unterlagen mit Pflanzjahr und Flächengröße
- Erziehungssystem (z.B. Spindel, Hohlkrone)
- Baumschnitt: Termin (Winter, Sommer) und Art (händisch, maschinell)
- Ausdünnung (ja/nein und Art der Ausdünnung, ob händisch oder maschinell)
- Stickstoffdüngung (kg N)
- Auspflücken von Fruchtmumien im Winter
- Auspflücken von Monilia-befallenen Früchten im Sommer
- Auspflücken von Pflaumenwicklerbefall

- Einsatz von Nematoden gegen Pflaumenwickler
- Maßnahmen zur Förderung des Blattabbaus (Vinassebehandlungen zum Blattfall)
- Baumstreifenbearbeitung (Gerät, Anzahl Überfahrten)
- Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln: Wirkstoff, Gesamtaufwandmenge, mittlere Aufwandmenge pro Spritzung, Anzahl Behandlungen

4.3.6.2. Probe-Datenerhebungen

In der Diskussion am Workshop zeigte sich, dass die meisten Steinobstbetriebe extensivere und vielfältigere Betriebe sind, die derzeit eine Schlagkartei eher nicht nutzen möchten. Es gibt einige wenige Betriebe, die in die Kernobsterhebung eingebunden sind und die Schlagkartei auch fürs Steinobst nutzen aber die Mehrheit tut das nicht. Die relevanten Parameter waren aber weitaus weniger arbeitsintensiv in der Erhebung als beim Kernobst, so dass eine Erhebung über Fragebogen machbar erschien. Beschlossen wurde dann, für die Probeerhebung alle Daten über Fragebogen zu erheben und die wenigen Daten im System des Benchmarking-Tools nicht zu nutzen, um die Daten alle im gleichen Format gesammelt vorliegen zu haben. Von der Arbeitsgruppe wurde unter Federführung von Philipp Hudelist ein Fragebogen erstellt, der dann im Rahmen von mündlichen Telefonbefragungen durch die Beratung direkt abgefragt wurde. Durch die schon viele Jahre laufenden Erhebungen im Tafelapfelbereich gab es keine Probleme, Daten preiszugeben solange diese von Fachleuten aus dem FÖKO-Arbeitsnetz evaluiert, aufbereitet und dargestellt werden.

Die Daten wurden in eine Excel-Datei eingegeben, bei der dann mittels Pivottabellen „von Hand“ in Excel ausgewertet wurden. Die Auswertung von Hand ist aber sehr aufwändig und es gibt kaum Möglichkeiten „Querverbindungen“ und Gesamtstrategien auszuwerten. Mittelfristig wäre es daher unbedingt sinnvoll, die Daten in das Benchmarking-tool, das für Tafelapfel entwickelt wurde, einzupflegen. Dann sollte allerdings ein Duales System aufgebaut werden, mit dem sowohl die Daten aus einer Schlagkartei als auch die Daten aus einer Online-Erhebung mit Fragebogen in das Benchmarking-Tool eingepflegt und dort ausgewertet werden können. Auch das Benchmarking des eigenen Betriebs gegenüber den Daten aus der Region sollte für beide Erhebungsarten möglich sein.

Die Probe-Datenerhebungen erfolgten für die Vegetationsjahre 2022 und 2023. In 2023 wurden durch die Betreuer auch Erhebungen vor Ort zum Strategieerfolg durchgeführt. Diese Daten sind ein wesentlicher „Knackpunkt“ wenn es um die Nutzung der Erhebung für die Betriebe und die Beratung geht. Werden solche Daten mit erhoben, können Strategien aufgrund ihres Erfolges leichter beurteilt und auf dieser Basis kann ein intensiver Fachaustausch erfolgen. Die Erhebung der Erfolgsparameter durch die Betriebsleiter ist aber im Steinobstbereich nicht umsetzbar, so dass sie durch die Beratung durchgeführt werden müsste. Sollen solche Daten also künftig in der Beratung gut nutzbar sein, sollte die Datenerhebung durch die Betriebe durch eine Erhebung der Erfolgsparameter durch die Beratung flankiert werden.

Befragt wurden für die Jahre 2022 und 2023 jeweils dieselben 14 Betriebe. Jede Parzelle mit einer Sorte wurde als einzelne Stichprobe geführt. Es wurden 95 Stichproben ausgewertet. Es handelte sich in den meisten Fällen um sehr kleine Parzellen. Die ausgewertete Fläche betrug insgesamt 30,1 ha. Die Betriebe stammten aus Süddeutschland, wo der Öko-Zwetschenanbau am meisten verbreitet ist.

Sorten, Unterlagen und Erziehungsform

Es ist eine hohe Sortenvielfalt zu finden. Nur wenige Sorten haben einen Flächenanteil über 10 % (Abb. 42). Die frühen Sorten Cacaks Schöne und Katinka und die Spätsorte Presenta haben die höchsten Flächenanteile. Bei den Sorten mit mittlerer Reifezeit ist vor allem TopFive häufig vertreten.

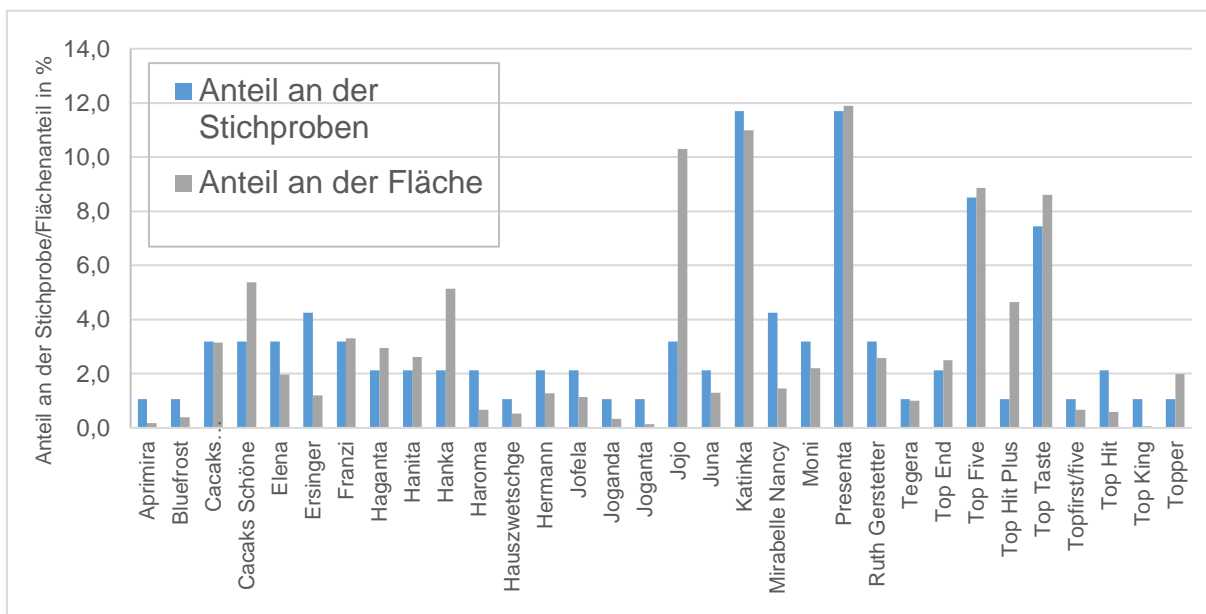


Abbildung 42 Anteile der verschiedenen Sorten an der Stichprobe und an der Fläche.

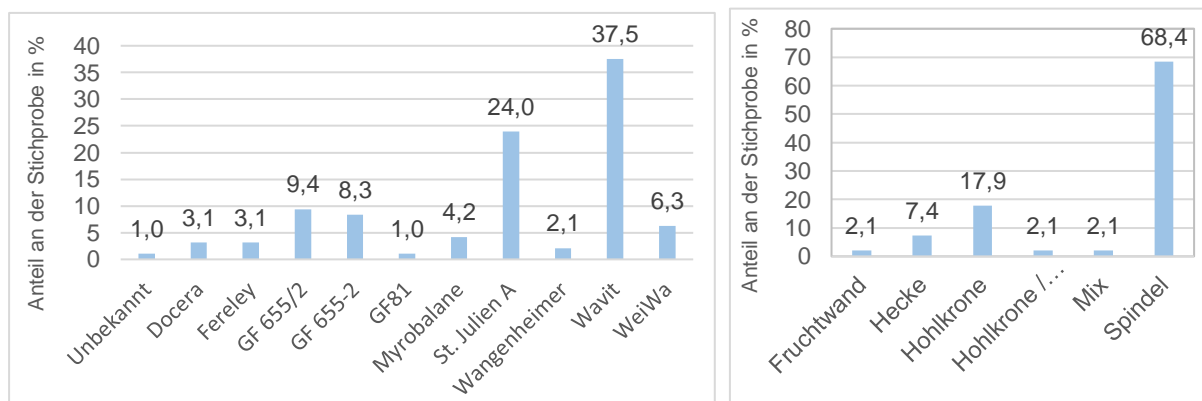


Abbildung 43 Anteile der verschiedenen Unterlagen und Erziehungsformen an der Stichprobe

Auch bei den Unterlagen gibt es eine hohe Variabilität. Die häufigste Unterlage ist Wavit gefolgt von St. Julien A und GF 655-2.

Schnittmaßnahmen

Da es hier sehr unterschiedliche Varianten gibt und dies für die Beratung relevant erschien, wurde diese Maßnahme im Unterschied zum Kernobst hier in die Erhebung aufgenommen.

Neben dem klassischen händischen Winterschnitt haben sich verschiedene Varianten etabliert (Abb. 44).

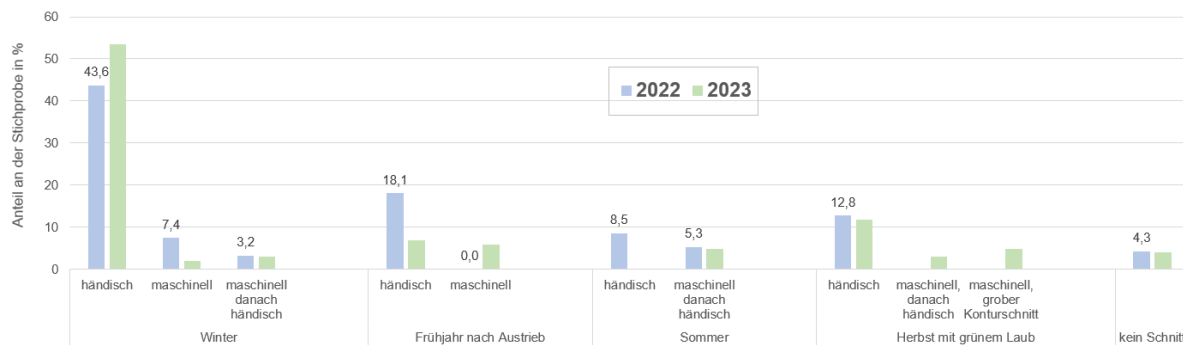


Abbildung 44 Termin und Art des Baumschnitts in den Jahren 2022 und 2023: Anteil an der Stichprobe in Pro-zent.

Düngung und Bodenbearbeitung

Im Jahr 2022 wurde 84 Prozent der Stichproben mit stickstoffhaltigen Düngern behandelt, im Durchschnitt wurden 44 kg N/ha auf den gedüngten Flächen ausgebracht. Im Jahr 2023 erfolgte die Ausbringung auf 84 Prozent der Stichproben, ausgebracht wurden im Durchschnitt 45 kg N/ha.

Zur Bodenbearbeitung im Baumstreifen wurden oft verschiedene Geräte eingesetzt (Tabelle 6). Eine Beschreibung der Geräte findet sich unter <https://poseidon.foeko.de/beschreibung-der-masnahmen/beikrautregulierung-im-baumstreifen/>.

Im Durchschnitt erfolgten in den behandelten Parzellen im Jahr 2022 4,2 Überfahrten und im Jahr 2023 4,7 Überfahrten.

Tabelle 6 Bodenbearbeitung im Baumstreifen: Prozentualer Anteil der mit dem jeweiligen Gerät behandel-ten Fläche und Anzahl Überfahrten mit dem jeweiligen Gerät sowie Gesamtzahl aller Überfahrten pro Parzelle

Maßnahme	Jahr	Behandelte Stichproben in %	Anzahl Überfahrten
Kreiselgeräte	2022	36,8	2,7
	2023	36,8	1,94
Anhäufeln (Scheibenpflug)	2022	33,7	2,1
	2023	32,6	1,9
Abhäufeln	2022	17,9	1,3
	2023	13,7	1,77
Fadengerät	2022	32,6	1,5
	2023	37,9	4
Rollhacke	2022	18,9	2
	2023	18,9	1,7
Flachschar	2022	35,8	3,9
	2023	26,3	4
Keine Bodenbearbeitung	2022	9,5	
	2023	6,3	
Keine Angabe	2022		
	2023	8,4	

Ausdünnung

Im Jahr 2022 wurde in 3 % der Stichproben von Hand ausgedünnt, in 2023 in 10 %. Maschinelle Ausdünnung erfolgte nicht.

Maßnahmen zur Reduktion des Befallsdrucks

Tabelle 7 Maßnahmen zur Reduktion des Befallsdrucks: Anteile an der Stichprobe in Prozent in den Jahren 2022 und 2023

Maßnahme	Anteil an der Stichprobe in %	
	2022	2023
Auspflücken von Pflaumenwicklerbefall	4,2	4,2
Einsatz von entomopathogenen Nematoden gegen diapausierende Pflaumenwicklerlarven im Herbst	17,9	17,9
Auspflücken von mit Monilia befallenen Früchten im Sommer	29,5	33,7
Entfernen von Fruchtmumien	27,4	70,5
Vinasse zur Förderung des Blattabbaus im Herbst	0	5,3

Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln

Tabelle 8 Übersicht über die Anwendung der wichtigsten Pflanzenschutzmittelwirkstoffe. Die Aufwandmengen beziehen sich jeweils auf das Handelspräparat in Klammern. Bei Kupferpräparaten wird der Reinkupfergehalt angegeben.

Wirkstoff bzw. Handelspräparat	Anzahl behandelte Stichproben in %		Anzahl Applikationen pro Jahr		Mittlere Aufwandmenge pro Spritzung in kg/L/ha		Gesamtaufwandmenge pro Jahr in kg/L/ha	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Reinkupfer (kg)	83,2	84,3	2,5	2,5	0,36	0,5	0,87	1,0
Netzschwefel (kg Kumulus)	82,1	90,2	4,2	5	5,8	4,4	25,3	26,3
Kaliumhydrogenkarbonat (kg Kumar)	33,7	15,7	2,7	2,5	3,8	4,3	8,8	9,9
Kaliumhydrogenkarbonat (kg VitiSan)	9,5	21,6	2	2,5	5,9	3,4	11,8	8,2
Kaliseife (L Neudosan NEU)	62,1	69,6	2,3	2,2	29,8	25,6	66,4	55,5
Paraffinöl (L Para-Sommer, Promanal)	29,4	33,3	1	1	27,1	29,0	27,1	33,3
Pyrethrine (L Spruzit NEU)	24,2	7,8	1,1	1,25	4,6	4,6	5,1	5,5
Niemextrakt (L NeemAzal- T/S)	34,7	44,1	1,24	1	3,8	3,2	4,6	3,2
<i>Bacillus thuringiensis</i> (kg XenTari)	16,8	11,8	1	1	0,7	1,3	0,7	1,3
Verwirrung gegen Pflaumenwickler (Isomate Rosso)	81,1	86,3						

Die Reinkupferaufwandmenge pro ha ist in 2023 etwas höher und liegt bei 1 kg/ha und Jahr. Außerdem wird vor allem Netzschwefel und Karbonate eingesetzt. Der Einsatz von Kaliseife, Paraffinöl, Pyrethrinen und Niemextrakt weist auf die zunehmenden Probleme mit Blattläusen hin.

Behandlungsindex

Die Kronenhöhe und das Alter der Bäume variierten sehr stark, es waren Bäume mit 5 m Kronenhöhe aber auch mit 2,5 m Kronenhöhe vertreten. Die durchschnittliche Kronenhöhe betrug 3,2 m. Als Basis für die Berechnung des Behandlungsindex wurde eine Kronenhöhe von 3 m angenommen.

Bei Verwirrung, entomopathogenen Nematoden und dem Einsatz von Vinasse zum Blattabbau wurde der prozentuale Anteil der behandelten Stichproben verwendet (alle Anlagen behandelt = BI = 1).

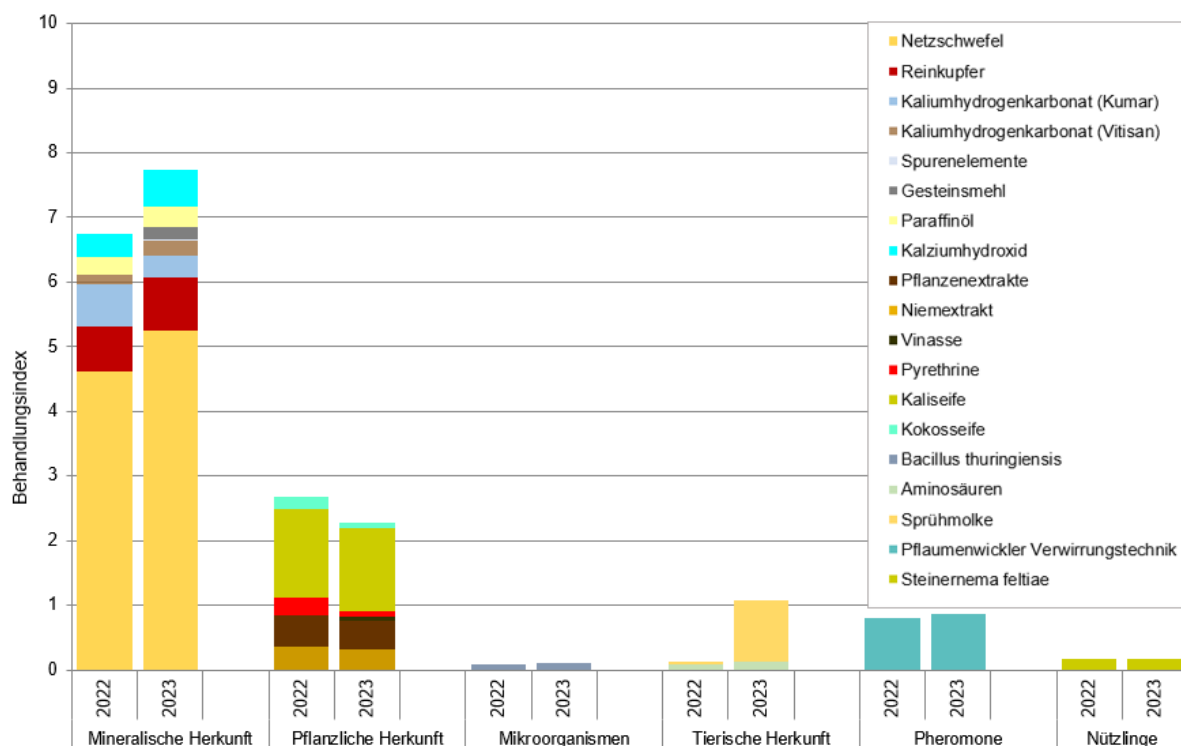


Abbildung 45 Behandlungsindex für alle Pflanzenbehandlungsmittel für die Jahre 2022 und 2023. Mehr Informationen über die eingesetzten Wirkstoffe unter <https://poseidon.foeko.de/beschreibung-der-massnahmen/spritzungen/ingesetzte-pflanzenbehandlungsmittel/>

Erfolgsbonituren

Im Jahr 2023 wurden von den Betreuern Erfolgsbonituren durchgeführt. Je nach Schaderreger mussten diese zu unterschiedlichen Zeiten erfolgen, was den Aufwand stark vergrößert hat. Daher konnten nicht immer alle Betriebe und Parzellen in jede Bonitur einbezogen werden. Analog zum Kernobst erfolgte eine Einteilung des Befalls in 5 Befallsklassen (Tabelle 9).

Für die Auswertung wurden die Befallsklassen A bis E in die Noten 1 bis 5 umgewandelt und ein Mittelwert aller Stichproben gebildet (Tabelle 10).

Insgesamt scheint die Strategie durchaus weitgehend erfolgreich zu sein. Defizite zeigten sich vor allem bei der Regulierung von Blattläusen und Pflaumenwickler sowie bei den Blattkrankheiten (Tabelle 10).

Tabelle 9 Einteilung der Symptome der verschiedenen Krankheiten und Schädlinge in Befallsklassen

Frühling (Anfang/Mitte Mai, deutl. Triebentwicklung)		Vorente / Ernte	Winter
Schrotschuss (nekrotische Flecken bzw. Löcher an den Blättern)		Fruchtmonilia: (Moniliafrüchte/-nester)	Schildläuse (lebendige Tiere unter den Schilden)
A	keine Symptome	A	keine - wenige Monilianester in d. Anlage
B	einzelne Bäume mit Befallsnester	B	ein Monilianest pro Baum
C	alle Bäume befallen	C	mehr als ein Monilianest pro Baum
D	50% aller Blätter mit Symptomen	D	10-50% der Früchte mit Monilia
E	(fast) alle Blätter mit Symptomen	E	mehr als 50% der Früchte mit Monilia
Blattläuse: (gekräuselte Astpartien)		Pflaumenwickler: (Befallene Früchte)	Holzkrankheiten (dunkle Befallsstellen mit teilweise Gummifluss)
A	kein sichtbarer Befall	A	0%
B	einzelne gekräuselte Astpartien in der Anlage	B	1 - 5 %
C	bis 5 gekräuselte Astpartien pro Baum	C	6 - 15 %
D	6 - 20 gekräuselte Astpartien pro Baum	D	15 - 30%
E	mehr als 20 gekräuselte Astpartien pro Baum (kaum gesunde Blattmasse)	E	mehr als 30%
Blütenmonilia: (befallene, verbräunte bzw welke Blüten)		Blattkrankheiten: (aufgehellte Baumpartien oder Blattfall)	
A	keine sichtbaren Infektionen	A	kein Befall
B	einzelne Blütenbüschel	B	einzelne Nester mit leichten Symptomen
C	gehäufte Befallsester	C	Flächiger Befall mit vereinzeltm Blattfall
D	mehrere größere Befallsstellen pro Baum	D	deutlicher Blattfall
E	mehr als 50% der Blütenbüschel befallen	E	Bäume weitestgehend Entlaubt

Tabelle 10 Auswertung der Erfolgsbonituren (Mittelwerte)

Schaderreger	Anzahl ausgewerteter Stichproben	Gesamtnote aller Bonituren (Mittelwert)
Blütenmonilia	38	1,24
Schrotschusskrankheit	50	1,41
Blattlausbefall	55	2,22
Fruchtmonilia	49	1,41
Pflaumenwicklerbefall	48	2,46
Blattkrankheiten	42	1,90
Schildläuse	37	1,08
Holzkrankheiten	37	1,97

4.3.7. Datenerhebung im ökologischen Weinbau

4.3.7.1. Konzeptionierung der Indikatoren/erfassten Maßnahmen zur Gesunderhaltung der Kultur

Zu Beginn wurde gemeinsam mit Beratern und Verbänden versucht, möglichst viele Kriterien herauszuarbeiten, die sich positiv auf die Pflanzengesundheit auswirken. Im Anschluss wurden diese priorisiert und nochmals überarbeitet.

Hierbei wurden 30 Parameter festgelegt, welche sich in Kategorien einteilen lassen.

- Allgemein
 - o Rebsortenspiegel
 - o Erziehungsform /Rebschnitt
 - o Minimalschnitt
 - o Entwicklungsstadium

- Düngung
 - o Mineralische Düngung
 - o Organische Düngung
 - o Blattdüngung
- Pflanzenschutz
 - o Pflanzenschutzmittel
 - o Pflanzenstärkungsmittel
 - o Alternative Behandlungsmethoden
 - o Aufwandmengen und Häufigkeit
- Bodenbearbeitung
 - o Begrünungseinsaat
 - o Begrünung umbrechen
 - o Begrünung stören
 - o Boden öffnen
 - o Unterstockbearbeitung
- Laubarbeiten
 - o Ausbrechen (Kopf und Fruchtrute)
 - o Ausbrechen (Stockaustriebe)
 - o Doppeltriebe entfernen
 - o Entlauben
 - o Laubschnitt
 - o Wickeln
- Ertragsreduktion
 - o Ausdünnen
 - o Trauben teilen
- Bewässerung
 - o Tröpfchenbewässerung
- Monitoring
 - o Befallskontrolle
- Erfolg
 - o Anbauerfolg / Zufriedenheit
 - o Ertrag (relativ im Jahresvergleich)
 - o Traubengesundheit / Fäulnisgrad

Kategorie	Parameter	Abzfragende Informationen	Bemerkung	Bemerkung2
Allgemein	Sortenwahl	Pfwi Ja/Nein		
Allgemein	Minimalschnitt	Ja/Nein		
Allgemein	Rebschnitt	Zeitpunkt/Zeitraum (früh/spät), Sanfter Rebschnitt (Ja/Nein)		
Allgemein	Entwicklungsstadium (BBCH)	Entwicklungsstadium zum Zeitpunkt der Maßnahme	Bessere Bewertung möglich. Evtl größer Gruppieren (Betriebsdurchschnitt?)	
Düngung	Mineralische Düngung	Düngemittel, Aufw andmenge, Zeitpunkt		
Düngung	Organische Düngung	Düngemittel, Aufw andmenge, Zeitpunkt		
Düngung	Blattdüngung	Düngemittel, Aufw andmenge, Zeitpunkt		
Pflanzenschutz	Ökologischer Pflanzenschutz	Pflanzenschutzmittel, Aufw andmenge, Zeitpunkt		
Pflanzenschutz	Alternative Behandlungsmethoden	Tees, Komposttee, EM Laub, EM Boden, ...	Extrem wichtig, Frage ist: Wer sieht die Auswertung?, Thema Ökonomie	Erfassung evtl anonymisiert? Aufgedrösel nach Anbaubereich? Datenerhebung aber sinnvoll, zur Auswertung und zum Voranbringen dieser Maßnahmen.
		Aufw andmenge, Häufigkeit	Dokumentation vielleicht möglich wenn man nur allgemein Aufnimmt: Wie häufig wurde mit einem Präparat gefahren und nicht genau wann.	Muss noch genauer ausgeklügelt werden, wie man die Daten aufnehmen kann
Pflanzenschutz	Pflanzenstärkungsmittel	Mittel, Aufw andmenge, Zeitpunkt/Häufigkeit		
Bodenbearbeitung	Begrünungs-Einsatz	Begrünungsmischung, Saatmenge,		
Bodenbearbeitung	Begrünung umbrechen	Anbaugerät, Häufigkeit		
Bodenbearbeitung	Begrünung stören	Anbaugerät, Häufigkeit	Welches Gerät hier besonders wichtig (Walze, Mulcher, Balkenmäher, ...)	
Bodenbearbeitung	Boden öffnen	Anbaugerät, Häufigkeit	Tiefe?, Anbaugerät?	
Bodenbearbeitung	Unterstockbearbeitung maschinell	Anbaugerät, Häufigkeit	Anbaugerät?	
Laubarbeit	Ausbrechen (Kopf & Fruchtrute)	Ja/Nein, Zeitpunkt		
Laubarbeit	Ausbrechen (Stockastriebe)	Ja/Nein, Zeitpunkt		
Laubarbeit	Doppeltriebe entfernen	Ja/Nein, Zeitpunkt		
Laubarbeit	Entlauben	Maschinell/Manuell, Zeitpunkt, Gründlichkeit [%]		
Laubarbeit	Laubschnitt	Zeitpunkt		
Laubarbeit	Wickeln	Ja/Nein		
Ertragsreduktion	Ausdünnen	Ja/Nein, Maschinell (bei Minimalschnitt)/Manuell, Gründlichkeit [%], Zeitpunkt		
Ertragsreduktion	Trauben teilen	Ja/Nein, Zeitpunkt		
Bewässerung	Tröpfchenbewässerung	Ja/Nein		
Monitoring	Befallskontrolle	Häufigkeit, Zeitpunkt	Wichtig, aber wie dokumentieren? Beim Pflanzenschutz mit angeben? Weil diesen Befall gesehen, diese Maßnahme ergriffen (?)	
Erfolg	"Anbauerfolg" /Zufriedenheit (!)	Anhand einer Skala. Definition der Skala anhand von Produktionsziel, Erntemenge im Jahresvergleich, Fäulnisgrad, Rebengesundheit, ...	Nachteil: Schätzwerte sehr ungenau, Subjektiv, Skala sollte vorher definiert werden (möglich?)	Guter Ansatz! Genauer Ausarbeiten
Erfolg	Ertrag (relativ im Jahresvergleich)	kg/ha, Liter	Problem: "So viel Pflanzenschutz, für so wenig Liter!" Vielleicht relativer Ertrag im Jahresvergleich?	Kritisch betrachten!!
Erfolg	Traubengesundheit, Fäulnisgrad	Bonitur	(müssten Projektmittel aufgestockt werden und jemand zuständiges gefunden werden) --> Evtl mit regionalen Beratungsstellen	Für Projektzeitraum möglich (?) Überhaupt interessant ?

Abbildung 46 Auswahl Indikatoren

Aus genannten Punkten wurde über mehrere Schritte ein Fragebogen entwickelt, der probeweise an einzelne Betriebe versendet wurde.

Durch die Komplexität der Fragebögen hat man sich neben dem Monitoring auch eine erleichterte Beratung erhofft, da über den ausgefüllten Bogen viele Parameter aufgezeigt werden, die Rückschlüsse auf Fragen der Betriebe geben bzw. schon einige Probleme, z.B. im Bereich Pflanzenernährung, aufzeigen können.

Digitale Datenerfassung

Nach Erstellung des ersten Bogens, wurden verschiedene Softwareanbieter von digitalen Schlag-systemen verglichen und angefragt. Unter den angefragten Anbietern waren folgende vier.

- Weinbau Online – Schlag
- Moosle
- VinumCloud
- Vineforecast

Im März 2022 wurde näherer Kontakt mit dem Unternehmen VinumCloud aufgenommen. Diese Softwarelösung wird auch im VITIFIT Projekt verwendet. Positiv war die Möglichkeit einer schlag-genauen Erfassung von Düngemittel und Pflanzenschutzmittel. Allerdings gibt es bei der GPS-Erfassung Ungenauigkeiten von ca. 3m, was bei kleinen Betrieben mit kleinen Schlägen durchaus zu ungenauen Messungen und somit auch fehlerhafter Datenerhebung führen kann. Vor allem im Weinbau sind kleine Schläge (oft sehr lang und schmal, z.B. 4 Zeilen à 2m auf 150m Länge) keine Seltenheit. Außerdem stand eine Einarbeitungszeit von 6 bis 8 Wochen im Raum, was im Rahmen dieses Projekts keinem Betrieb zuzumuten ist. Auch die Erfassung der Handarbeiten müsste von jedem Mitarbeiter schlaggenau und händisch eingetragen werden, was zum einen hohen Aufwand

bedeutet und zum anderen großes Fehlerpotential bietet. Diese Erfahrung wurde auch im VITIFIT Projekt gemacht.

Optimale Lösungen müssten hier noch erarbeitet werden und länderübergreifend gleich sein, um eine automatisierte Auswertung möglichst leicht zu machen. Ein positives Beispiel ist hier die Plattform POSEIDON der FÖKO.

4.3.7.2. Probedatenerhebung

Auf der Suche nach Betrieben, die auf freiwilliger Basis den erstellten Fragebogen ausfüllen sollten, mussten wir feststellen, dass die Bereitschaft der Winzer sehr gering war. Nachvollziehbar, bei dem ohnehin schon hohen bürokratischen Aufwand, den die Betriebsleiter für die Dokumentation im Alltag betreiben müssen. Dennoch konnten vier ECOVIN Mitgliedsbetriebe für 2022 gefunden werden, an die der Bogen gesendet wurde.

Neben dem hohen Aufwand bzw. der Betreuungsintensität dieser Fragebögen war auch eine statistische Auswertung fast nicht möglich. Dennoch wird hier in Textform eine Auswertung dargestellt um vorher genanntes zu bestätigen.

Auswertung Fragebogen 2022

Rebsortenspiegel

Etwa 15% der erfassten Rebfläche der Betrieb besteht aus PIWI-Rebsorten. In diesen Flächen besteht ein besonders hohes Einsparpotential von Pflanzenschutzmitteln und auch eine geringere Bodenverdichtung durch eingesparte Überfahrten.

Minimalschnitt, sanfter Rebschnitt, Zeitpunkt Rebschnitt, Bewässerung

Lediglich ein Betrieb bewirtschaftet 3 ha als Minimalschnittanlage und 2 von 4 Betrieben praktizieren den sanften Rebschnitt. 3 Betriebe setzte auf einen späten Rebschnitt ab Januar um eine bessere Reservestoffeinlagerung zu gewährleisten. Die genannten Punkte geben keine messbaren Rückschlüsse auf die Traubengesundheit. Genauso die 0,5ha große Fläche, welche mit Tröpfchen Bewässerung ausgestattet ist.

Düngung

Drei Winzer setzen ausschließlich auf eine Nährstoffspeicherung durch Begrünung. Einer der 4 Betriebe düngte mit 30kg/ha N im April. Eine zu intensive Stickstoffdüngung, dies war hier nicht der Fall, kann zu schnellem und starkem Wuchs führen, was die eigene Resistenz der Pflanze schwächt und eine Anfälligkeit gegen Pilzkrankheiten und tierische Schädlinge erhöhen kann.

Begrünung und Bearbeitung der Begrünung

Alle Betriebe setzen auf eine vielartige Begrünung welche nicht nur vor Erosionsschutz und Auswaschung schützt, sondern über Leguminosen Stickstoff im Boden speichern kann. Ebenso bieten die verschiedenen Mischungen einen Lebensraum für Tiere und Insekten, wodurch Nützlinge gefördert werden. In stark wüchsigen Anlagen kann die Begrünung den Wuchs regulieren und so für eine bessere Balance sorgen.

Auf die genaue Begrünung Form (alternierend, rotierend...) und auf die genaue Zusammensetzung der eingesetzten Mischung wird hier nicht weiter eingegangen, da eine Auswirkung bei 4 Verschiedenen Betrieben nicht feststellbar war.

Alle Betriebe haben die Begrünung zunächst gewalzt, um eine Abdeckung zu erreichen und eine Ausreifung der Samen in dem verschiedenen Pflanzen. Mit zunehmender Trockenheit wurde die wieder aufgewachsenen Bestandteile der Begrünung gemulcht.

Bodenbearbeitung und Unterstockpflege

Hier gab es große Unterschied in der Auswahl der Arbeitsgeräte und auch in der Anzahl der Überfahrten. Eine zu starke, tiefe Bodenbearbeitung mit rotierenden Maschinen führt zu hoher Mineralisation und baut langfristig Humus ab. Bis auf eine Überfahrt in einem Betrieb, fand die Bodenbearbeitung nicht mit solchen Geräten statt, sondern mit Grubber und Scheibenegge. Die Häufigkeit war hier zwischen einer und 5 Überfahrten incl. Einsaat. Eine Auswirkung auf die Traubengesundheit konnte hier auch beim Bearbeiten des Unterstockbereichs nicht festgestellt werden.

Laubwandmanagement

Drei der 4 Betriebe entfernen überschüssige Trieb auf Kopf und Fruchtrute und sorgen mit großem händischem Aufwand dafür, dass ihre Laubwand luftiger wird und verhindern so ein zu kompakte Traubezone, was die Gesunderhaltung im Anschluss begünstigt.

Ausnahmslos aller Betrieb nutzen die Entblätterung der Traubenzone. Zum Teil maschinell, zum Teil händisch. Hierdurch werden die Blätter in der Traubenzone entfernt, was viele Vorteile zur Gesunderhaltung der Trauben beiträgt. Unter anderem sorgt eine bessere Durchlüftung für schnelles Abtrocknen der Trauben, was eine Ausbreitung von Pilzkrankheiten verlangsamt. Außerdem wird die Applikation der Trauben massiv verbessert, was die Benetzung verbessert und eine Einsparung der Pflanzenschutzmittel zur Folge haben kann.

Ertragsregulierung

3 der 4 Betriebe verzichten auf die händische Regulierung des Ertrags durch Teilen der Trauben. Diese Maßnahme dient eher zur Qualitätssteigerung oder kann in sehr Ertragsreichen Anlagen bzw. Kompakten Rebsorten zu einer Auflockerung der Traubenstruktur führen.

Monitoring

Alle Betriebe beobachten die Anlagen in regelmäßigen Abständen, wodurch ein Befall von Krankheiten schnell erkannt wird und entsprechend reagiert werden kann

Pflanzenschutz

Die klassischen Rebsorten der Winzer wurden im Schnitt 11-mal behandelt. PIWI-Sorten konnten hier mit nur 4 Überfahrten ein deutliches Einsparpotential zeigen.

Die Ausgebrachte Kupfermenge liegt im Schnitt bei 1,55 kg/ha Rein-Kupfer. Dies ist durch gute Laubarbeit und anderen genannte Maßnahmen nur knapp die Hälfte der erlaubten 3 kg/ha. Allerdings spielt hier auch die Wetterlage eine übergeordnete Rolle, welche im Jahr 2022 keinen überdurchschnittlichen Pilzdruck hervorgebracht hat. Was besonders auffällt, dass fast die Hälfte des eingesetzten Kupfers in den 3 Spritzungen zur Blüte eingesetzt wird (700g/ha). Hier könnte durch eine Zulassung von Kaliumphosphonat im Zeitfenster der Blüte noch größere Mengen Kupfer eingespart werden.

Die Schwefelmenge lag im Durchschnitt bei 36 kg/ha. Andere Eingesetzte Mittel waren Taegro, Kaliumhydrogencarbonat und Kaolin.

Ebenso wurde in zwei Betrieben auf bio-dynamische Präparate zur Pflanzenstärkung gesetzt.

Erfolgseinschätzung

In den Bereichen Fäulnisgrad, Rebengesundheit und Traubenqualität haben sich alle Betriebe bei 4-5 eingeordnet. Dies lässt auf eine Erfolgreiche Strategie zur Gesunderhaltung der Trauben zurückschließen. Die Erntemengen waren bei 3 Winzern ebenfalls zwischen 4 und 5 bewertet. Lediglich der Winzer der seinen Ertrag reguliert hat, bewertete seine Erntemenge mit einer 2 (eher unterdurchschnittlich).

Die Parameter und Fragestellungen waren teilweise zu komplex und die Datenmenge nicht ausreichend um tatsächliche Rückschlüsse und Auswirkungen einzelner Parameter auf die Traubengesundheit zu schließen.

Aus diesem Grund wurde gemeinsam mit dem BÖW der Fragebogen nochmals überarbeitet. Die Zielsetzung war, die Parameter und Fragestellungen so anzupassen, dass sowohl ein leichteres Ausfüllen für die Betriebe, als auch eine bessere Auswertbarkeit gegeben ist. In mehreren Etappen wurde der Fragebogen weiter angepasst. Zu komplexe Fragestellungen wurden vereinfacht, Indikatoren die wenig aussagekräftig oder sehr schlecht auswertbar waren, wurden geändert oder gestrichen. Der Fokus lag auf Maßnahmen, die einen möglichst deutlichen Effekt auf die Traubengesundheit und die Menge der ausgebrachten Pflanzenschutzmittel haben. Hier gibt es mit großer Sicherheit noch weiteres Verbesserungspotential.

Endfassung der Fragebögen

In der final ausgearbeiteten Version der Fragebögen im Laufe des Projekts wurden aus Gründen der Auswertbarkeit und Relevanz einige Punkte gestrichen oder vereinfacht zusammengefasst. Folgende Parameter sind erhalten geblieben. Der finale Fragebogen wird in Abbildung x-y dargestellt

- Allgemein
 - o Rebsortenspiegel (Weinbaukartei)
- Düngung
 - o Düngeform (Begrünung, mineralisch, organisch)
 - o Weitere Bodenverbesserer
- Pflanzenschutz
 - o Pflanzenschutzmittel
 - o Pflanzenstärkungsmittel
 - o Alternative Behandlungsmethoden
 - o Aufwandmengen und Häufigkeit
- Bodenbearbeitung
 - o Begrünungseinsaat
 - o Bearbeitung der Begrünung
 - o Unterstockbearbeitung
- Laubarbeiten
 - o Ausbrechen (Kopf und Fruchtrute)
 - o Entlauben
 - o Laubschnitt
- Ertragsreduktion
 - o Ausdünnen / Halbieren

Ausblick

Aufgrund der geringen Datenmengen, sowie der schwierigen Auswertbarkeit, ist eine konkrete Aussage nicht zu treffen. Hier werden aus unserer Sicht noch mehr Betriebe benötigt und Regionen übergreifende, einheitliche Fragebögen, bzw. Datenerhebungen. Diese können möglicherweise über zentrale Stellen, mit der Hilfe von digitalen Hilfsmitteln ausgefüllt und ausgewertet werden können. Im Bereich Digitalisierung sind Kulturen wie Ackerbau sicherlich einige Schritte voraus, was eine Aufzeichnung im Betriebsalltag einfacher gestalten kann.

Trotz der geringen Datenmenge konnten wir auch in persönlichen Gesprächen feststellen, dass sich die Öko-Winzer viele Gedanken über die Gesunderhaltung ihrer Reben und des Bodens machen. Alle Betriebe setzten auf Begrünungsstrategien, die an den jeweiligen Standort angepasst wurden, um Biodiversität, Bodenleben, Nährstoffverfügbarkeit und auch Erosionsschutz zu fördern. Ebenso steht das Laubwandmanagement mit Maßnahmen wie Entblätterung, Ausbrechen, Laubschnitt und Ertragsreduktion bei vielen Betrieben im Fokus. Eine schnelle Abtrocknung der Trauben und bessere Durchlüftung wird sich hier versprochen, um geringeren Befallsdruck durch Pilzkrankheiten zu erreichen. Zusätzlich eine bessere Applikation der Traubenzone, was ebenfalls zur Einsparung von Pflanzenschutzmitteln führen kann.

Was ebenfalls erwähnt werden muss, ist die enorme Abhängigkeit von Wetterbedingungen. Selbst mit größter Anstrengung und Durchsetzung aller gesundheitsfördernden Maßnahmen. Auch dieser Umstand erschwert eine Auswertung über die Jahre. Die Ergebnisse des Kupfermonitorings in der Vergangenheit zeigen dies deutlich. Immer dann, wenn durch Niederschläge der Druck einer Infektion mit *Peronospora* hoch ist, steigt auch die jährlich ausgebrachte Kupfermenge im Schnitt. Generell, aber besonders in diesen Jahren ist über eine zielgerichtete Zulassung von Kaliumphosphonat zur weiteren Reduzierung von Kupfer und zur Ertragssicherung der Öko-Winzer nachzudenken. Dies würde auch dem Zulauf der Ökobranche helfen, da im Bereich Pflanzengesundheit die größten Sorgen der umstellungswilligen Kollegen liegen.

4.4. Verfügbarkeit essenzieller Pflanzenbehandlungsmittel für den Ökologischen Landbau

Neben den vorbeugenden und systemischen Ansätzen zur Gesunderhaltung von Pflanzen im Öko-Landbau gehören in Sonder- und Dauerkultur auch Pflanzenschutzmittel auf Naturstoffbasis zur Strategie. Bei Wirkstoffgenehmigung und Produktzulassung von Naturstoffen, gibt es eine Reihe von Herausforderungen, welche nicht im selben Maße auf chemisch-synthetische Stoffe zutreffen. Diese Herausforderungen wurden in einem Treffen gemeinsam mit dem BVL und Vertretern von Herstellerfirmen intensiv am 02.04.2019 in Braunschweig diskutiert. Hierzu wurden 6 Naturstoffe, deren Verfügbarkeit auf unterschiedliche Weise gefährdet war und in den meisten Fällen ist, als Fallbeispiele durchdiskutiert.

- *Bacillus Thuringiensis subsp. tenebrionis* (Btt)

Die Zulassungsinhaberin hatte Btt nicht zur Wiedergenehmigung eingereicht. Alle *Bacillus Thuringiensis* Stämme wurden gleichzeitig wiedereingereicht. Andere Stämme haben aber ein sehr viel breiteres Wirkspektrum und daher auch einen breiteren Markt. Btt wirkt sehr spezifisch und ist damit eigentlich ein Wirkstoff, wie er gewünscht wird. Allerdings sind die einzigen potenziellen ökologische Kartoffelbauern und Kartoffelkäferbefall. Für jeden Bt-Stamm müssen neue Studien eingereicht werden, da ist die Wirtschaftlichkeit für breiter wirkende Stämme deutlich besser darstellbar. Aufwändig sind zum Beispiel neu geforderte Bienenstudien. Zum Zeitpunkt des Workshops 2019 ist noch nicht klar, ob eine Firma sich findet eine Wiedergenehmigung anzugehen. Inzwischen hat steht eine Einreichung des fertigen Wirkstoffdossiers kurz bevor. Der gesamte Prozess wurde sehr ausführlich vom Projekt begleitet.

- Calciumhydroxid

Ist als Grundstoff gelistet für den Einsatz im Kern- und Steinobst gegen Obstbaumkrebs und andere Pilzkrankheiten. Allerdings ist der Einsatz nur im Winter bis März und ab Laubfall Ende Oktober bis Ende Dezember erlaubt. Für eine aus Sicht der Praxis dringend notwendige Ausweitung auf den Sommer fehlen derzeit noch Daten. Hier wäre es zielführend, zu erörtern welche Daten genau und in welcher Form benötigt werden und ob diese ggf. bereits in der vorhandenen Literatur verfügbar sind. Sollten Daten neu ermittelt werden müssen, bedarf es hier einer guten Lösung,

wie und zu welchen Kosten für wen, diese erhoben werden können. Aus dem Impuls dieses Projektes heraus entstanden Anstrengungen mit der Sommeranwendung von Calciumhydroxid weiterzukommen, aber die dafür benötigten Mittel waren nicht verfügbar.

- Kupfer

Am Beispiel Kupfer wird relativ klar deutlich, wie viele der Guidance Dokumente für die Risikoprüfung im Rahmen der Wirkstoffgenehmigung/Produktzulassung nicht an die Eigenschaften von Naturstoffen angepasst sind. Mit Kupfer als Element gibt es bspw. überall ein natürliches Vorkommen, was viele Berechnungen in Risikomodellen nicht berücksichtigen. Inzwischen gibt es ein EFSA Statement on Transition Metals^{xxviii}, welches auf einige Punkte eingeht. Es wird zu sehen bleiben, inwiefern diese Änderungen bei der für 2025 anstehenden Wiedergenehmigung bisherige Probleme beheben werden.

- Quassia

Bereits bei Einführung der EU (VO) 1107/2009 als Grundstoffkandidat von der Kommission benannt. Durch IFOAM Organics Europe (damals IFOAM EU Group) wurde 2012 ein entsprechende Antrag eingereicht. Damals gab es aber immer wieder Datennachforderungen durch die zuständigen Behörden, was dazu führte, dass der Antrag zunächst 2018 zurückgezogen werden musste. Zum Zeitpunkt des Workshops gab es noch eine Reihe von offenen Fragestellungen, die mit Studien abgeklärt werden mussten. Weil hier teilweise Studien im Rahmen dieses Projektes in Auftrag gegeben werden konnten, findet sich ein ausführlicher Bericht unter Punkt 4.4.1.

- Sonnenblumenöl

Als Grundstoff gelistet. Wirkt nahezu identisch wie Rapsöl (Wirkstoff), ist aber nur für die Indikation Tomaten im Gewächshaus genehmigt. Rapsöl als Wirkstoff hat eine Vielzahl von Indikationen. Beim Grundstoffantrag für Sonnenblumenöl wurden fehlende Daten für die Phytotoxizität, Metabolite und deren humantoxikologischen Folgen sowie die Bienentoxizität aufgeführt. Diese Daten wurden nie erhoben. Bei Sonnenblumenöl und Rapsöl gibt es ein ähnliches Verhältnis wie bei Kaliumhydrogencarbonat (Wirkstoff) und Natriumhydrogencarbonat (damals Grundstoff – inzwischen auch Wirkstoff, aktuell noch Grundstoff). Sowohl Rapsöl, wie auch Kaliumhydrogencarbonat hätten die Voraussetzungen für eine Grundstofflistung genauso erfüllt wie Sonnenblumenöl oder Natriumhydrogencarbonat, nur gab es diese Stoffkategorie zur Erstbeantragung der beiden Wirkstoffe nicht – auch könnten diese dann nicht in Pflanzenschutzmitteln formuliert werden.

- Myco-Sin als Pflanzenstärkungsmittel (enthält Aluminiumsulfat)

Myco-Sin war lange als Pflanzenstärkungsmittel auf dem Markt und ein wichtiges Mittel in den Gesunderhaltungsstrategien vor allem im ökologischen Obst und Weinbau. Weil aber Aluminiumsulfat als Bakterizid für Schnittblumen im Sinne der EU (VO) 1107/2009 als Pflanzenschutzmittelwirkstoff zugelassen ist, erfüllte es nicht mehr die Definition eines Pflanzenstärkungsmittels, sodass die Vermarktung vom BVL untersagt werden musste. Inwiefern eine Kooperation mit der Zulassungsinhaberin für das Schnittblumenmittel möglich wäre um die Verwendung von Aluminiumsulfat im Pflanzenschutz auszuweiten, war unklar. Kritisch für den Öko-Landbau ist, dass ein wichtiges Mittel wegfällt.

Wesentliche Ergebnisse dieses Fachworkshops waren, dass es sowohl regulatorische, als auch strukturelle Hindernisse für Naturstoffe im Pflanzenschutz gibt. Einige Lösungsansätze die diskutiert wurden waren:

Regulatorisch:

- Braucht es eine klare Definition von Naturstoffen im Pflanzenschutzrecht (Umsetzung dessen ist nicht einfach ohne die VO (EU) 1107/2009 zu überarbeiten)
- braucht es eine Anpassung von Datenanforderungen und Risikoprüfung für Naturstoffe, sodass ihre spezifischen Eigenschaften besser berücksichtigt werden

- bedarf es ausreichender Kapazität und Bündelung Expertise in den Bewertungsbehörden, beispielsweise durch spezialisierte „Naturstoff Teams“ auch als AGs zwischen Mitgliedsstaaten, um die regulatorischen Prozesse zu begleiten
- Überarbeitung des Guidance Dokumentes für Grundstoffe
- Es muss in der VO 1107/2009 klar festgelegt werden, dass der Datenschutz für Studien einer Firma nicht nur für die Nutzung für einen Antrag als PSM sondern auch für die Nutzung für einen Grundstoffantrag gilt. Ein Nebeneinander einer Listung eines Wirkstoffes als Grundstoff und einer PSM-Zulassung für den formulierten Wirkstoff sollte aber grundsätzlich möglich sein, wenn der Grundstoff bereits gelistet ist, wenn die PSM-Zulassung erfolgt. Aktuell schließt sich das gegenseitig aus.
- Für die Thematik „multiple actors“ – also Naturstoffe, die verschiedenen Verwendungen haben wurde kein Lösungsansatz formuliert. Lösungsansätze könnten aber ggf. in der spezifischen AG Naturstoffe auf EU-Ebene diskutiert werden und dann ggf. in eine Durchführungsverordnung für Naturstoffe Eingang finden.

Strukturell:

- Für Pflanzenschutzmittel aus Naturstoffen, die eine wichtige Anwendung im Ökolandbau abdecken, eine Zulassung aber auf Grund der Marktsituation für Unternehmen nicht rentabel ist, sollten aus öffentlichen Mitteln Unterstützung finden können. Damit öffentliche Mittel einen Zulassungsprozess mittragen können, muss ein klares öffentliches Interesse an der Zulassung bestehen. Die Förderung des Ökolandbaus ist in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung verankert und trägt auch zur Einhaltung von europäischen Umweltvorgaben und –zielen bei (EU-Nitratrichtlinie, Wasserrahmen-Richtlinie, Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie, Biodiversitäts- und Nachhaltigkeitsstrategien, Pariser Klimaabkommen), daher ist die Förderung von Pflanzenschutzmitteln auf Naturstoffbasis eine Förderung des Ökolandbaus und somit im öffentlichen Interesse.
- Um die Kosten des Genehmigungs-/Zulassungsprozesses von Wirkstoffen/Mitteln im öffentlichen Interesse möglichst gering zu halten, ist auch der Erlass der Gebühren für die Genehmigung von Wirkstoffen/Zulassung für Mittel für den Ökolandbau ein adäquates Fördermittel.

4.4.1. Grundstoffantrag Quassia

Quassia, bzw. der Extrakt von Quassia ist eine essenzielle Anwendung im Bio-Kern- Steinobstbau zur Regulierung der Sägewespe und im Öko-Hopfen zur Regulierung der Hopfenblattlaus. Die Anwendung von Quassia war in Deutschland nach §6a PflSchGes zulässig. Mit dem Inkrafttreten der VO (EU) 1107/2009, war dies zunächst nur über eine Übergangsregelung möglich, die galt, weil der europäische Bio-Dachverband IFOAM Organics Europe einen Antrag auf Aufnahme als Grundstoff gestellt hatte und die Prüfung noch lief.

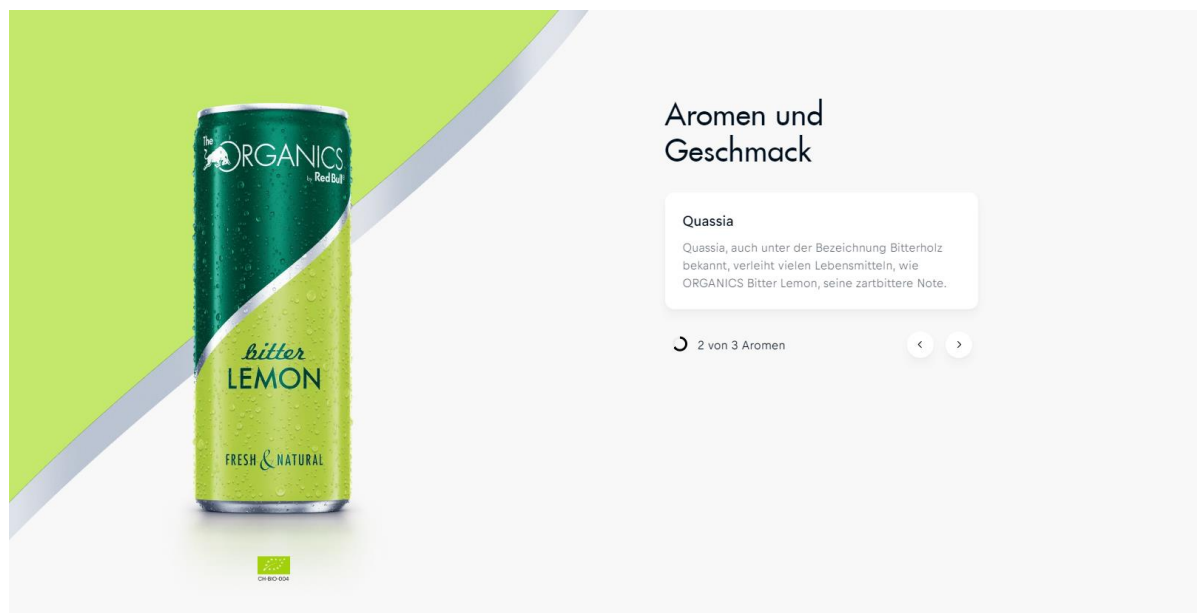


Abbildung 47 Quassia in Bitter Lemon. Screenshot (<https://www.redbull.com/at-de/theorganics/organics-bitter-lemon>)

Quassia wurde von Anfang an bei der Einführung von VO (EU) 1107/2009 als potenzielle Grundstoffkandidatin gehandelt. Zu einer entsprechenden Antragsstellung wurde sowohl von europäischen als auch nationalen Behörden geraten. Quassia war Teil des Pilotprojekts zur Beantragung von Grundstoffen und auf der ersten Liste der potentiellen Grundstoffe der Kommission aufgeführt. Quassia ist ein Bitterstoff, der im Rahmen der Aromenverordnung (VO (EU) 1334/2008) für die Verwendung in Getränken und Gebäck zulässig ist. Hierbei wird eine Höchstmenge an Quassin von 0,5 mg/kg für alkoholfreie Getränke, 1 mg/kg für Gebäck und 1,5 mg/kg für alkoholische Getränke angegeben. Die EU VO 1334/2008 ist gültiges Recht. Besonders in Wermut (z.B. Martini) oder einigen bitteren Erfrischungsgetränken wird Quassia eingesetzt (z.B. einige Hersteller für Tonic Water, Bitter Lemon). Abbildung 47 zeigt bspw. die Verwendung von Quassia in Bio-Bitter Lemon-Limonade. Somit erfüllt Quassia die Grundvoraussetzung für eine Listung als Grundstoff (Lebensmittel).

In ihrem Bericht vom 18.2.2018 hatte die EFSA noch weitere Daten nachgefordert. Die so entstandene Liste an notwendigen Studien wurde sukzessive abgearbeitet. Anders als bei einer Wirkstoffgenehmigung sind bei einem Grundstoffantrag nicht Firmen Antragssteller, die damit rechnen können mit der späteren Vermarktung eines Produktes Gewinn zu machen und so die Zulassungskosten zu amortisieren, sondern speziell im Fall von Quassia Verbände und Verbände von Bäuerinnen. So kam ein Teil der Finanzierung der notwendigen Studien von Obst- und Hopfenbauern und teilweise aus öffentlicher Förderung (bspw. dem Grant for Alternative Pesticides aus Dänemark). Die so entstandene internationale Taskforce um die Antragsstellende IFOAM Organics Europe wurde von der Fördergemeinschaft Ökologischer Obstbau (FÖKO) koordiniert. Zwei größere Studien waren noch offen. Da es sich bei Quassia um eine essenzielle Anwendung im Öko-Obst und -Hopfen handelt und die damalige Zukunftsstrategie Ökolandbau des BMEL^{xxix} eine besondere und auch finanzielle Förderung von Grundstoffen vorsah konnten diese beiden Studien im Rahmen des Projektes im Unterauftrag vergeben werden. Zunächst eine Studie zur Persistenz von Quassin im Boden (OECD 307), später zur Absorption (OECD 106). Quassin war für den Pflanzenextrakt Quassia als Leitsubstanz ausgewählt worden. Beide Studien wurden von einem Labor nach guter Laborpraxis (GLP) durchgeführt. Die Daten aus den beiden Versuchen wurden weiterverwendet, um Risikomodelle für den Grundstoffantrag zu rechnen. Beide Studien

ergaben Ergebnisse, die der Grundstofflistung von Quassia nicht entgegenstanden. Zur Begleitung der Studien und Verwertung der Ergebnisse im Grundstoffantrag wurde dieselbe Consultingfirma beauftragt, die auch bereits den Grundstoffantrag für IFOAM OE und die FÖKO begleitete.

Am 18. März 2022 konnte dann ein neues Dossier zur Listung von Quassia als Grundstoff, mit allen geforderten Daten, durch IFOAM OE bei der EU-Kommission eingereicht werden. Es folgten noch einige Korrekturschleifen (überwiegend redaktionell) bis der Antrag zur Kommentierung an EFSA und Mitgliedsstaaten ging.

Als Fazit aus den Erfahrungen mit der Begleitung des Grundstoffantrages für Quassia lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1. Die Fertigstellung eines Grundstoffantrages kann sehr teuer werden
Für den Grundstoffantrag für Quassia mussten viele Studien neu gemacht werden, um den Datenforderungen der Behörden gerecht zu werden. Dies wird von Grundstoff zu Grundstoff unterschiedlich sein, dennoch stellt sich bei jeder benötigten Studie, wie diese durchgeführt und finanziert werden soll. Öffentliche Förderinstrumente für besonders praxisrelevante Grundstoffe, wie es sie in gewisser Form bereits in Dänemark gibt, wären ein großer Schritt in die richtige Richtung.
2. Es braucht in aller Regel eine professionelle und erfahrene Begleitung eines Grundstoffantrages (Beratungsunternehmen/Consultant)
Wenn Anträge, wie bei Quassia, durch die Verbände, welche die späteren Anwender vertreten gestellt werden, kann unmöglich dieselbe Expertise hinsichtlich des regulatorischen Prozesses, wie auch die notwendige Interpretationsfähigkeit von Versuchsergebnissen, hinsichtlich deren Verwendung in Risikomodellen etc. von eben diesen Verbandsvertretern erwartet werden, wie sie bei einer Wirkstoffgenehmigung bei einer Herstellerfirma vorhanden wäre. Auch die Zulassungsabteilungen von Pflanzenschutzmittelfirmen arbeiten regelmäßig mit entsprechenden Beratungsfirmen zusammen. Dies erschwert die Grundstoffgenehmigung erheblich. Es mag sein, dass die Datenanforderungen an Quassia ungewöhnlich hoch waren, dennoch bedarf es auch bei weniger Daten und allein schon für die adäquate Prozessbegleitung regulatorische Expertise, welche so in Verbänden oder Anbauervereinigungen nicht vorgehalten werden kann. Auch für diese externe Expertise, wäre eine öffentliche Förderung für besonders praxisrelevante Grundstoffanträge zielführend. Auch die inzwischen geforderte Eingabe von Grundstoffanträgen in das EU-Zulassungsportal IUCLID kann nicht ohne weiteres ohne die Unterstützung erfahrener Fachkräfte geschehen.
3. Es bedarf einer klareren Beratung potenzieller Antragstellenden von Beginn
Da Grundstoffe zumeist von Organisationen und Personen außerhalb der üblichen Wirkstoff- und Pflanzenschutzmittel-beantragenden Kreisen beantragt werden, braucht es ein einfach zugängliches Unterstützungsangebot, welches den Prozess der Antragsstellung verständlich macht. Ggf. bräuchte es hier auch das klare Angebot von Pre-Submission meetings, wie sie bei der Wirkstoffgenehmigung mit den Behörden des Rapporteur Member States üblich sind. Auch wenn der Grundstoffantrag anders als bei Wirkstoffen direkt an die Kommission geht, könnte diese Erstberatung beim BVL stattfinden – hierzu müssten entsprechende Kapazitäten bereitgestellt werden. Inwiefern die Gespräche auch direkt mit der EU-Kommission (DG SANTE) geführt werden können ist unklar. Nach den Erfahrungen bei Quassia ist aber davon auszugehen, dass hier eine Erstberatung, welche Studien noch ggf. erforderlich sein könnten, auf Basis einer ersten Literaturübersicht nicht erfolgen kann. Schwierig ist auch, dass sich die Anforderungen, die durch die MS gestellt werden, jeweils ändern, wenn andere Mitarbeiterinnen in den einzelnen Institutionen den Antrag

bewerten. Klarere Guidance und am besten eine eigene Arbeitsgruppe für diesen Bereich wäre sehr sinnvoll. Lebensmittel enthalten oft Stoffe, die in höheren Mengen nicht unbedenklich sind (z.B. Alkohol). Trotzdem erscheint es nicht sinnvoll, sie aus diesem Grund auszuschließen.

4. Es braucht dringend einen klaren Förderrahmens für Grundstoffe in Deutschland
Die oben drei zuvor beschriebenen Punkte lassen sich gut in diesem vierten bündeln. Damit Grundstoffanträge aus Deutschland potenziell die Aussicht haben wichtige Lücken im ökologischen aber auch im integrierten Anbausystem zu schließen bedarf es einer strukturierten Förderung und Begleitung. Bei dieser sollte grundsätzlich sichergestellt werden, dass zu fördernde Grundstoffe tatsächlich eine Lücke in der Praxis schließen. Hierzu braucht es ein entsprechendes Gremium, welches dies beurteilt. Für den Öko-Landbau wäre das im Rahmen dieses Projektes entstandene Netzwerk hierfür prädestiniert.

4.5. RNA-Interferenz als Technik im Pflanzenschutz

Doppelsträngige RNA (dsRNA), ist ein Molekül, das während der Proteinbiosynthese in nahezu jeder lebenden Zelle entsteht und eine zentrale Rolle in unserem Verständnis der Genexpression spielt. Dazu gehört auch die RNA-Interferenz (RNAi), ein natürlicher Mechanismus, der in Eukaryoten auftritt und dazu dient, spezifische Gene stumm zu schalten. Dies geschieht durch die Interaktion der dsRNA-Stücke mit der messenger-RNA (mRNA), die normalerweise die genetischen Informationen von der DNA zu den Proteinfabriken der Zelle transportiert. Verschiedene Enzymkomplexe sind an diesem Prozess beteiligt, um die mRNA zu zerlegen, und auch somit den Bauplan des Proteins. Die Produktion des entsprechenden Proteins wird gestoppt oder verändert, das nennt man Silencing-Komplex. Normalerweise ermöglicht RNAi den natürlichen Zellen so, die Genexpression fein abzustimmen und unerwünschte genetische Aktivitäten zu unterdrücken, oder ein anderes Protein zu bilden, zum Beispiel als Abwehr gegen RNA-Viren.

Inzwischen kann dsRNA im Labor modifiziert werden, um gezielt die Produktion bestimmter Proteine zu steuern oder sogar zu stoppen. Dies geschieht, indem dsRNA den natürlichen Prozess der RNAi auslöst. Wenn sie auf dem Feld versprüht wird, wird in der Zelle eines spezifischen Schädling die RNA-Interferenz ausgelöst, um die Produktion eines lebenswichtigen Proteins, das den Stoffwechsel des Schädling reguliert, zu stoppen.

Ende 2023 wurde ein erstes Mittel mit RNAi-Technologie durch die EPA (Environmental Protection Agency) in den USA zugelassen. Die Firma Greenlight Sciences will ihren insktiziden Wirkstoff Ledprona auch in der EU auf den Markt bringen. Das Mittel soll spezifisch auf Kartoffelkäferlarven wirken. Durch die ausgelöste RNAi wird das sog. *Proteasome subunit beta type-5* (PSMB5) gene zerlegt und vom RNA-induzierten Silencing-Komplex des Käfers eingebaut, weshalb das PSMB5-Protein nicht mehr seiner überlebenswichtigen, ursprünglichen Funktion nachkommen kann. Nach der Anwendung von Ledprona hören die Zielorganismen nach Angaben der Produkt-Webseite, innerhalb weniger Tage auf zu fressen und sterben. Laut EPA ist Ledprona unbedenklich für Nichtzielorganismen und stellt kein Risiko für die menschliche Gesundheit, die Umwelt oder gefährdete Arten dar. Die Nukleinsäuren des Insektizids seien nicht von natürlich vorkommenden zu unterscheiden.^{3xxx}

Im Rahmen dieses Projektes kam die Frage auf, ob diese neue Technologie mit den Prinzipien des Öko-Landbau im Einklang stehen und ob die Technologie von Interesse für ökologische Produzentinnen wäre?

³ Vgl.

Zunächst sei angemerkt, dass es die Kompetenzen dieses Projektes überschreitet diese Frage abschließend für den ganzen (globalen) Sektor zu klären. Gleichwohl leiten sich aus dem Austausch und den Diskussionen mit Experten und Forschenden einige grundlegende Überlegungen ab. Für einen Einsatz im Öko-Landbau müssten nach Verordnung (EU) 2018/848 folgende Grundvoraussetzungen gegeben sein: Die eingesetzte dsRNA müsste natürlich vorkommen, bzw. in identischer Form natürlich vorkommen. Bei einem Antrag auf Listung in den Anhang I der Durchführungsverordnung (EU) 2021/1165 würden überdies auch Fragen zu Herstellung und zum tatsächlichen Bedarf im Öko-Landbau eine Rolle spielen.

Im ersten Zulassungsbericht eines dsRNA-Mittels beschreibt die EPA, dass die verwendete dsRNA exakt so zusammengesetzt ist, wie diese auch in der Natur vorkommt.⁴ In der Tat kommen alle 490 Basenpaare, die den Wirkstoff Ledprona ausmachen natürlich vor, allerdings nicht in dieser Sequenz, 460 Basenpaare sind identisch mit einem Teil des PSMB5-Gens des Kartoffelkäfers an jedem Ende sind aber wiederum 15 Basenpaare, die aus technischen Gründen (zwecks Vermehrung) als Internal Transcribed Spacer (ITS) hinzugefügt wurden, die Sequenzen stammen aus Eukaryoten^{xxxi}. So kommen also alle Bestandteile natürlich vor, aber nicht in dieser Sequenz. Auch sind die Sequenzteile in dsRNA-Mitteln oft eben nur kleine Ausschnitte natürlicher Sequenzen. Somit müsste sich der Sektor mit der Frage beschäftigen, wie er mit Abweichungen in der Länge von natürlich vorkommenden Sequenzen, als auch mit Abweichungen in der Zusammensetzung von Sequenzen umgeht und diese noch den Grundsatz des natürlichen Vorkommens entsprechen.

Bislang war die Herstellung von dsRNA wirtschaftlich tragbar vor allem mit der Hilfe genetisch veränderter Organismen möglich. Inzwischen gibt es aber auch chemisch-synthetische, In-Vitro und zellfreie Verfahren. Wobei die zellfreie und die in-vitro Methode beide wohl in aller Regel Enzyme, DNS oder Zellsaft aus GVOs verwenden werden, sodass die chemische Synthese voraussichtlich der vielversprechendste Weg zu einer Öko-Landbau kompatiblen naturidentischen dsRNA wäre.

Eine große offene Frage nicht nur hinsichtlich einer möglichen Akzeptanz im Öko-Landbau (sollten natürliches Vorkommen und GVO-Freiheit geklärt sein), sondern auch hinsichtlich des Vorsorgeprinzips ist die noch fehlende angepasste Herangehensweise bei der Risikoprüfung in der EU. Es gibt bislang keine Erfahrungen zu Langzeitfolgen oder auch mögliche epigenetische Effekten der Anwendung von dsRNA zu Pflanzenschutz Zwecken. Die tatsächlichen Auswirkungen auf Nichtzielorganismen und Ökosystem mit einem Überangebot spezifischer dsRNA sind noch unbekannt.

Als Sektor der das Vorsorgeprinzip (IFOAM Principle of Care) ernst nimmt, braucht der Öko-Landbau weitere Informationen hinsichtlich der tatsächlichen Risiken und Nebenwirkungen von dsRNA im Pflanzenschutz. Grundsätzlich ist der Ansatz zur Gesunderhaltung von Pflanzen im Öko-Landbau ein systemischer, sodass auch dsRNA-Mittel, die theoretisch gegen jeden Organismus entwickelt werden könnten, auch nur im Einzelfall relevant sein dürften. Somit empfiehlt das Projekt eine weitere Auseinandersetzung mit dem Thema unter Einbeziehung des weiteren europäischen und globalen Sektors zu der Frage ob und unter welchen Bedingungen dsRNA im Öko-Landbau eingesetzt werden könnte.

4.6. Aktualisierung Kupferminimierungsstrategie

Die Kupferminimierungsstrategie des Öko-Sektors wurde im Rahmen des Projektes nach der ersten Aktualisierung 2016 erneut aktualisiert. Diese wird ab ca. April 2024 auf [Kupfer: Kupfer als Pflanzenschutzmittel \(julius-kuehn.de\)](#) abrufbar sein.

4.7. Wissenstransfer

Der wesentlichste Wissenstransfer fand innerhalb und unterhalb der Spartennetzwerke statt. Dennoch gab es hier im Rahmen des Projektes, wie geplant auch Aktivitäten. Als ein „early-adopter“ fanden in der Sparte Ackerbau eine Reihe von Online-Vorträgen statt. Diese sind auch weiterhin auf der Projektwebseite www.boelw.de/pflanzengesundheit abrufbar.


Einzelne Fachgespräche wurden oben bereits angesprochen. Ein Fachgespräch zum Thema Digitalisierung fand gemeinsam mit dem Fachausschuss Landwirtschaft des Digitalisierungsverbandes Bitkom statt.

Unmittelbar vor der gemeinsam von JKI, IFOAM OE und BÖLW ausgerichteten europäischen Kupfertagung 2019 fand ein Pre-Event des Projektes Kulturnetzwerke statt. Bei der das Projekt und einzelne Strategieansätze vorgestellt wurden. In den Jahren 2022 und 2023 wurde aus der European Copper Conference die digitale Konferenz „Way Forward in Organic Plant Health Care Strategies“. Die Konferenz blieb zwei-tägig, wobei der erste Tag weiterhin dem Thema Kupfer gewidmet blieb, der zweite Tag dann aber im Sinne des Projektes Kulturnetzwerke schaute auf die Gesamtheit der Strategieansätze zur Gesunderhaltung von Pflanzen im Öko-Landbau. So war es möglich einem breiten Spektrum aktueller Themen und Forschungsansätze aus den unterschiedlichen Kultursparten eine Bühne zu geben. Derzeit laufen noch Gespräche mit dem JKI, wie dieses Konferenzkonzept ggf. noch verbessert und verstetigt werden kann.


Auf der Pflanzenschutztagung 2023 organisierte das Projekt gemeinsam mit der Stabstelle Ökolandbau des JKI eine eigene Sektion zum Öko-Landbau – der Ansatz war es auch hier beginnend von Sortenwahl und Züchtung, über agronomische Maßnahmen bis hin zum Mitteleinsatz die Strategien im Ökolandbau sichtbar zu machen.

Sparte Ackerbau

Online-Vortrag 2/2019: **Ackerbohne, Erbse und Lupine - aktueller Stand der Gesunderhaltungsstrategien im Ökolandbau**
 Vortragender: Werner Vogt-Kaute, Naturland Fachberatung
 Präsentation aus dem Online-Vortrag | PDF, 4,3 MB



Online-Vortrag 1/2019: **Rapsanbau im Ökolandbau - eine Herausforderung für den Pflanzenschutz**
 Vortragender: Stefan Kühne, Julius-Kühn-Institut
 Präsentation aus dem Online-Vortrag | PDF, 3,2 MB



	Ende Februar	Anf. April	Mai	Juni	August
Entwicklungsstadium	Keimkeimling	Keimkeimling	Keimkeimling	Keimkeimling	Keimkeimling
Schädlinge	Blattwespe	Blattwespe	Blattwespe	Blattwespe	Blattwespe
Auflisten der Schädlinge					

Abbildung 48 Online-Angebot Vorträge

5. Diskussion der Ergebnisse

Viele der Ergebnisse stehen für sich und sind in Kapitel 4 ausführlich diskutiert. Speziell zu der Konzipierten Datenerhebung sollen hier noch einige Aspekte betrachtet werden. Die Herangehensweise in diesem Projekt war von vornherein sehr kulturspezifisch. So sind auch die zu erfassenden Maßnahmen in den einzelnen Kulturen sehr spezifisch an die jeweilige Kultur angepasst. Ein Schritt der erfolgt ist, aber bei einer tatsächlichen Umsetzung der Datenerhebung noch weiter betrieben werden müsste, ist eine möglichst weite Vereinheitlichung der Datenerhebung und Maßnahmen, wo dies sinnvoll und machbar ist. Ein erster Versuch erfolgte bereits im Projekt. Hierzu wurden die Indikatoren der einzelnen Kultursparten verglichen und vereinheitlicht und mit den

Spartenkoordinatorinnen zurückgespiegelt. Dieser Prozess müsste noch weiter betrieben und intensiviert werden. Zum Zwecke der Anschaulichkeit wurden Fragebögen in MS Forms erstellt, welche unter folgenden Links betrachtet und ausprobiert werden können:

Ackerbohne

<https://forms.office.com/e/LVZKDbjw03?origin=lprLink>

Späte Bio-Möhren Frischmarkt

<https://forms.office.com/e/T8YTDvVWXi?origin=lprLink>

Kartoffel

<https://forms.office.com/e/Qhsf7VVdQU?origin=lprLink>

Tomaten

<https://forms.office.com/e/fDuqrVGqUn?origin=lprLink>

Zwetschge

<https://forms.office.com/e/ceF43K2jiv?origin=lprLink>

Birne

<https://forms.office.com/e/mmWuejHwCE?origin=lprLink>

Weinbau

<https://forms.office.com/e/SLQrgze8t0?origin=lprLink>

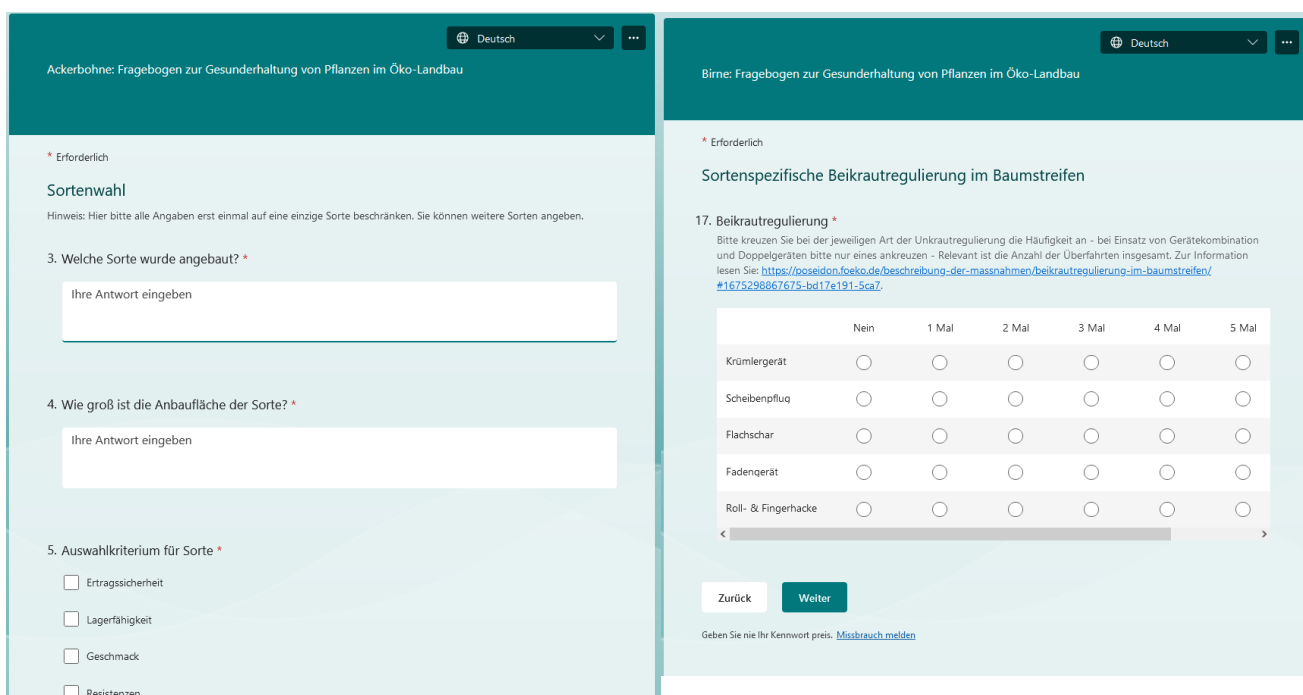


Abbildung 49 Impressionen der Forms Fragbögen

Für eine Umsetzung der Datenerhebung ist folgendes zu bedenken:

1. Teilnehmende Landwirte müssen einen klaren Mehrwert erkennen
 Hierzu gab es unterschiedliche Aussagen, teilweise war die Möglichkeit des Benchmarkings, wie es bereits beim Tafelapfel in Poseidon möglich ist ein interessanter Anreiz, anderswo war dies weniger der Fall und Interesse bestand eher mit einem Tool mögliche Anforderungen hinsichtlich DüVo, Pflanzenschutzaufzeichnung und ggf. Bio-Kontrolle erleichtern zu können. Hier ist auch nach Projektende noch einiges an Gesprächen mit Praktikern notwendig, um a) für die Vorteile zu sensibilisieren und b) um mögliche Wünsche und Sorgen noch besser adressieren zu können.

2. Die abgefragten Maßnahmen müssen zielgerichtet sein und gleichzeitig pragmatisch. Einerseits braucht es die wesentlichen Maßnahmen die zum Zwecke der Gesunderhaltung von Pflanzen notwendig sind, gleichzeitig darf die Aufzeichnung die ohnehin knappen Arbeitsressourcen der Betriebe nicht unnötig strapazieren.
3. Es braucht eine kluge möglichst weit automatisierte technische Lösung. Ideal wäre die Einbindungsmöglichkeit möglichst viele Ackerschlagkarteien und ähnlicher Programme. Um Eingabefehler zu vermeiden, sollte möglichst viel mit Dropdownmenüs etc. gearbeitet werden. Schön wäre, wenn dies bspw. für Sorten und Pflanzenschutzmittel möglich wäre, allerdings müssten diese dann laufen aktualisiert werden, was die Operabilität erschwert. Gleichzeitig braucht es vermutlich auch dauerhaft die Möglichkeit Daten händisch online einzugeben, um
4. Es braucht eine Begleitung interessierter Betriebe. Gerade am Beginn der Umsetzung braucht es eine intensive Begleitung interessierter Betriebe durch geschulte Beraterinnen.
5. Sukzessive Ausweitung der Kulturen. Dies sollte sich an den Faktoren a) Verbreitung der Kultur und b) Offene Fragen in Gesunderhaltungsstrategien orientieren.
6. Datensicherheit. Dies wird das A und O der Umsetzung sein. Die Daten der Landwirtinnen müssen sicher sein, bzw. zum Zwecke der Auswertung und Darstellung ohnehin weitestgehend anonym, lediglich betreuende Beraterinnen müssen zwecks Validierung der Daten mit den Betrieben in Kontakt treten können.

* Erforderlich

Sortenspezifische Pflanzenbehandlungsmittel

Im folgenden werden Sie nach einander alle eingesetzten Pflanzenbehandlungsmittel auflisten

30. Handelsname des eingesetzten Mittels *

Ihre Antwort eingeben

31. Indikation *

Wofür/wogegen wurde das Mittel eingesetzt?

Ihre Antwort eingeben

32. Eingesetzte Menge pro ha *

Der Wert muss eine Zahl sein.

33. Anzahl der Anwendungen *

Der Wert muss eine Zahl sein.

34. Weiteres Pflanzenbehandlungsmittel aufnehmen? *

Ihre Antwort auswählen

Abbildung 50 Aufnahme Pflanzenschutzanwendung in MS Forms (sollte bei technischer Umsetzung noch funktionaler werden).

6. Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Die entstandenen und gestärkten Netzwerke bestehen aus Beratung und Praxis und die entwickelten Strategiepapiere dienen sowohl diesen, aber vor allem auch Forschenden und Entscheidungstragenden als mögliche Richtschnur. Die Strategiepapiere sollten regelmäßig alle paar Jahre überarbeitet werden. Der Fortbestand der Netzwerke ist angedacht, lebt aber derzeit noch stark von den zentralen Personen darin. In einigen Netzwerken gab es seitens der Koordination einige personelle Wechsel, was immer wieder eine Herausforderung für die Resilienz ist. Vor allem aber das Kulturnetzwerke-Netzwerk, sollte als Netzwerk oder AG im Rahmen des BÖLW fortbestehen. Die Erfahrungen rund um die beantragte Grundstofflistung Quassias sind wenn auch nicht immer erfreulich dennoch wertvoll für die Praxis hinsichtlich der erwartbaren Zeiträume und Erfolgsaussichten von Grundstoffanträgen.

Die Ersteinordnung des Themas RNAi im Pflanzenschutz und dessen Kompatibilität mit dem Öko-Landbau ist hilfreich, wenn auch noch nicht abgeschlossen.

Die Konzeption zur Datenerhebung ist ein wichtiger erster Schritt und hat bereits erste interessante Erkenntnisse geliefert. Wichtig, ist dass diese weiterentwickelt und in die Umsetzung gebracht werden.

7. Gegenüberstellung der ursprünglich und tatsächlich erreichten Ziele

Da das Projekt dynamisch angelegt war und aus den entstehenden Netzwerken heraus neue Zielsetzungen erkannt und angegangen werden sollten erweiterte sich fortlaufend auch die Ziele des Projektes.

Die Ziele des Netzwerkaufbaus und der Erarbeitung kulturspezifischer Strategiepapiere wurde vollends erfüllt. Auch wurden wie geplant Fragestellungen aus der Netzwerkarbeit intensiviert und weiter verfolgt. Als bestes Beispiel dient hier die Auseinandersetzung mit der Verfügbarkeit von Naturstoffen für den Pflanzenschutz im Öko-Landbau und der daraus resultierenden Fokussierung auf die Begleitung des Grundstoffantrages von Quassia und vor allem die Umsetzung zweier essenzieller Studien für diesen Antrag. Der Grundstoffantrag wurde 2022 auch nicht zuletzt dank der im Rahmen des Projektes erstellten Studien bei der EU-Kommission eingereicht.

Eine weitere Frage, die im Rahmen des Projektes aufkommen und für eine Vertiefung angedacht war, ist das Thema Digitalisierung. Dieses erwies sich aber als zu groß und allgemein, um hier zu zufriedenstellenden Ergebnissen zu kommen.

Eine zentrale Erkenntnis des Projektes, welche dann auch im Rahmen einer Verlängerung und Aufstockung angegangen wurde, ist die Notwendigkeit realer Praxisdaten hinsichtlich der tatsächlich angewandten Maßnahmen zur Gesunderhaltung von Pflanzen, um zum einen die Bandbreite der Strategien in der Praxis zu ergründen, als auch die Optimierungspotenziale. Hier wurden im Projekt erste Schritte für ein Konzept zur Ermittlung relevanter Daten erarbeitet. Hierbei stand die Auseinandersetzung mit der Frage, was sind relevante Maßnahmen und Faktoren, die in den einzelnen Kulturen erfasst werden müssen, welche Bereitschaft besteht bei Landwirten und Gärtnerinnen und welche Vorgehensweise ist zwecks der Datenerhebung sinnvoll? Der Fokus lag hierbei nicht auf der tatsächlichen Datenerhebung, auch wenn diese einzelnen Kultursparten bereits in einem noch überschaubaren Maßen erfolgte, sondern auf der konzeptionellen Vorbereitung einer entsprechenden Datensammlung und Auswertung. Der konsequente nächste Schritt muss sein, die hier entwickelten Rohkonzepte weiterzuentwickeln, weiter aneinander anzupassen und dann in eine technische, maximal digitalisierte und automatisierte Umsetzung zu gehen. Was im Projekt immer wieder angedacht war, war schon einige Schritte weiter in der technischen Umsetzung zu gehen. Allerdings war auch von vornherein klar, dass es fraglich sein würde, ob es so weit kommt.

Lediglich für die Auswertung der Birnen wurde das bestehende Poseidon-Tool der FÖKO erweitert. In anderen Kulturen lag der Fokus dann mehr auf der Frage, ob

Das Thema RNAi wurde in mehreren Runden innerhalb des Sektors und unter Einbindung Forschender diskutiert. Für viele Akteure im Öko-Landbau war es die erste Begegnung mit diesem neuen Ansatz im Pflanzenschutz. Für eine abschließende Beurteilung der Öko-Kompatibilität bedarf es aber noch weiterer Informationen vor allem auch hinsichtlich der Bewertung des Risikos und unter welchen Bedingungen die verwendete dsRNA tatsächlich als naturidentisch gelten kann.

8. Veröffentlichungen

Wissenschaftliche Veröffentlichungen waren nicht Bestandteil dieses Projektes.

9. Literatur

-
- ⁱ A. Winterling et al. (2019). Wirkung legumer Zwischenfrüchte auf legume Hauptfrüchte hinsichtlich bodenbürtiger Krankheitserreger. In: Mühlrath D. et al. (Hrsg.). Innovatives Denken für eine nachhaltige Land- und Ernährungswirtschaft. Beiträge zur 15. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Kassel, 5. bis 8. März 2019, Verlag Dr. Köster, Berlin.
- ⁱⁱ K. Schmidtke. Fruchtfolgekrankheiten der Leguminosen mit Planung gezielt vermeiden. Vortrag Bodenpraktikerkurs. 11.02.2015
- ⁱⁱⁱ P. Urbatzka et al, 2013. Sortenunterschiede in der Anfälligkeit gegen Fußkrankheiten bei Ackerbohnen.
- ^{iv} W. Vogt-Kaute et al, Gibt es bei Körnererbsen Sortenunterschiede in der Anfälligkeit gegen bodenbürtige Krankheiten?, Tagungsband der 12. Wissenschaftstagung
- ^v BÖLN Projekt 08OE004. Steigerung der Wertschöpfung ökologisch angebaute Marktfrüchte durch Optimierung des Managements der Bodenfruchtbarkeit
- ^{vi} BÖLN Projekt 03OE127. Entwicklung und Darstellung von Strategieoptionen zur Behandlung von Saatgut im ökologischen Landbau
- ^{vii} Jacob I. et al. (2017) Evaluation of new breeding lines of white lupin with improved resistance to anthracnose. *Euphytica* 213:236. DOI 10.1007/s10681-017-2011-4
- ^{viii} Ostermaier M. & Jacob I. (2017) Keimfähigkeit und Sortenunterschiede bei Futtererbsen bei Befall mit dem Erbsenkäfer (*Bruchus pisorum* LINNAEUS). Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau.
- ^{ix} BÖLN Projekt 12OE012. Einfluss der Schlagdistanz auf den Ackerbohnenkäferbefall
- ^x BLE Projekt 2818HS009. Verbesserung der Saatgutqualität der Ackerbohne
- ^{xi} B. Krautzner et al, 2016. Bio-Saatgutproduktion von Rotklee, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein (HBLFA) A-8952 Irdning-Donnersbachtal.
- ^{xii} BLE Projekt 14ESP005 Entwicklung von Strategien zur Kontrolle von Lupinenblatrandkäfern (*Sitona* spp.) im integrierten und ökologischen Lupinenanbau

- xiii BLE Projekt 15EPS070 NanoVIR, Neue Viruserkrankungen in Erbsen und Ackerbohnen, Status-Quo Analyse und Handlungsempfehlungen
- xiv BÖLN Projekt 2815OE034J. Heß & J. Sanders, 2019. Leistungen des Ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft. Braunschweig.
https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen_Report_65.pdf.
- xv <https://louisbolk.org/bioimpuls/en/>
- xvi Poggi, S.; Le Cointe, R.; Lehmus, J.; Plantegenest, M.; Furlan, L. Alternative Strategies for Controlling Wireworms in Field Crops: A Review. Agriculture 2021, 11, 436.
<https://doi.org/10.3390/agriculture11050436>
- xvii Schultz, B., Wedemeyer, R., Saucke, H., Leopold, J. und Zimmermann, O. Regulierung der Weißen Fliege im Kohlanbau durch den kombinierten Einsatz von Kulturschutznetzen und Nützlingen – Erste Ergebnisse des BÖL-Projekts. 2011. https://orgprints.org/id/eprint/14448/1/Schultz_14448.pdf.
- xviii Laurenz S, Meyhöfer R. Banker plants promote functional biodiversity and decrease populations of the cabbage whitefly Aleyrodes proletella. J Appl Entomol 2021;145:36–45.
<https://doi.org/10.1111/jen.12831>
- xix [Wanzen im Obstbau \(ABH093\) — Website \(interreg.org\)](#)
- xx Gerdes, H., Hinzmann, M., Kiresiewa, Z., Bauke, S. L.; Den Unterboden nutzen, um auf Trockenperioden besser vorbereitet zu sein - Eine Akzeptanzanalyse von Maßnahmen zur Aufwertung des Unterbodens. 2019. 10.20387/BonaRes-W02N-H27N
- xxi [Datengrundlage – Föko e.V. Poseidon \(foeko.de\)](#)
- xxii <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/oekologischer-pflanzenbau/spezieller-pflanzenbau/ackerbau/koernerleguminosen/>
- xxiii Schlussbericht zum Thema: “Modellhaftes Demonstrationsnetzwerk zur Ausweitung und Verbesserung des Anbaus und der Verwertung von Leguminosen mit Schwerpunkt Erbsen und Ackerbohnen in Deutschland“ (FKZ: 2815EPS028) und Ostermaier M. & Jacob I. (2017) Keimfähigkeit und Sortenunterschiede bei Futtererbsen bei Befall mit dem Erbsenkäfer (Bruchus pisorum LINNAEUS). Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau.
- xxiv <https://www.hs-geisenheim.de/gemuesebau/bewaesserung/geisenheimer-bewaesserungssteuerung/?L=0>
- xxv <https://fachverband-feldberegnung.de/>
- xxvi https://www.gesetze-im-internet.de/pflkartv_1986/PflKartV_1986.pdf
- xxvii <https://www.q-s.de/obst-gemuese-kartoffeln/erzeugung.html>
- xxviii [Statement of the PPR Panel on a framework for conducting the environmental exposure and risk assessment for transition metals when used as active substances in plant protection products \(PPP\) - - 2021 - EFSA Journal - Wiley Online Library](#)
- xxix [Zukunftsstrategie ökologischer Landbau \(bmel.de\)](#)

^{xxix} Environmental Protection Agency: Registration Decision for the New Active Ingredient Ledprona, December 22, 2023. <https://www.regulations.gov/document/EPA-HQ-OPP-2021-0271-0196>. Abgerufen am 28.02.2024.

^{xxix} <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8650841/>