



<https://topplant.info/>

SCHULUNGSHANDBUCH FÜR PFLANZENSCHUTZ IM ÖKOLOGISCHEN LANDBAU

RENATA BAŽOK, MAJA ČAČIJA, JASMINKA KAROGLAN KONTIĆ, MARTINA KRAMARIČ,
DARIJA LEMIĆ, MICHAELA STOLZ, ANDRÁS SZÉKÁCS, ESZTER TAKÁCS



SCAN ME

Schulungshandbuch für Pflanzenschutz im ökologischen Landbau

Autoren:

Kapitel 1: Martina Kramarič mag., Biotehniški center Naklo, Slowenien, martina.kramaric@bc-nalo.si

Kapitel 2, Unterkapitel 2.1 and 2.2: Prof. Jasminka Karoglan Kontić, PhD, University of Zagreb Faculty of Agriculture, Kroatien, jkkontic@agr.hr

Kapitel 2, Unterkapitel 2.3 and 2.5: assist. Prof. Maja Čačija, PhD, University of Zagreb Faculty of Agriculture, Kroatien, mcacija@agr.hr

Kapitel 2, Unterkapitel 2.4: assoc. Prof. Darija Lemić, PhD, University of Zagreb Faculty of Agriculture, Kroatien, dlemic@agr.hr

Kapitel 3: Prof. Renata Bažok, PhD, University of Zagreb Faculty of Agriculture, Kroatien, rbazok@agr.hr

Kapitel 4: Mag. Dr. Michaela Stolz, biohelp GmbH, Österreich, michaela.stolz@biohelp.at

Kapitel 5: Eszter Takács, PhD, Prof. András Székács, Dsc, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences (MATE) Ungarn, Takacs.Eszter84@uni-mate.hu; szekacs.andras@uni-mate.hu

Redaktion: prof. Renata Bažok, PhD

Deutsche Fassung: Mag. Dr. Michaela Stolz, biohelp GmbH, Austria, michaela.stolz@biohelp.at

Technische Redaktion: Mag. Ivana Ostojić Brenner, ipcenter.at GmbH, Österreich

Herausgeber: University of Zagreb Faculty of Agriculture

Verantwortliche Person: Prof. Ivica Kisić, PhD

Gutachter: Prof. Jasenka Čošić, PhD

Katja Žanić, PhD

Jahr: 2022

ISBN: 978-953-8276-18-7



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Titel des Projekts: Schulungshandbuch für Pflanzenschutz im ökologischen Landbau Ausbilder für Pflanzenschutz im ökologischen Landbau - TOPPlant

Agreement number: 2020-1-AT01-KA202-078107

Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung tragen allein die Verfasser; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Inhaltsverzeichnis

Schulungshandbuch für Pflanzenschutz im ökologischen Landbau	2
1 GRUNDPRINZIPIEN EINES PARTIZIPATIVEN LERNMODELLS FÜR DIE LANDWIRTSCHAFTLICHE BILDUNG AUF DER GRUNDLAGE VON EXPERIMENTELLEM LERNEN	1
1.1 Partizipativer Ansatz - ein alternatives System des Lernens	1
1.1.1 Konzept des partizipativen Ansatzes beim Lernen	3
1.1.2 Grundprinzipien des partizipativen Lernens	4
1.2 Die Bedeutung des Lernens in der Gruppe	6
1.2.1 Bereiche des Lernens	6
1.2.2 Die Vier Phasen der Gruppenentwicklung	7
1.2.3 Zusammensetzung der Gruppe	8
1.2.4 Identifizierung der Teilnehmer	9
1.2.5 Auswahlkriterien für Teilnehmer der landwirtschaftlichen Feldschulen „Farmer Field School“	9
1.2.6 Die „Teamrolle“ der Teilnehmer	9
1.2.7 Die Rolle des Moderators	11
1.3 Konzept der Farmer Field School (FFS)	14
1.3.1 Hintergrund	15
1.3.2 Allgemeine Lernprinzipien der Farmer Field School	15
1.4 Lernzyklus in der FFS und Förderung der wissenschaftlichen Grundeinstellung	20
1.4.1 Sechs Schritte zur Durchführung einer Studie	21
1.5 Der Lehrplan und die Integration von vier Hauptaktivitäten in die Lerneinheit	29
1.5.1 Elemente des Lehrplans	30
1.5.2 Für das partizipative Lernen benötigte Materialien	32
1.5.3 Anwendung der vier Hauptaktivitäten in den FFS-Lerneinheiten	33
1.5.4 Ideen für die Strukturierung des Lehrplans	46
1.6 Partizipative Bewertung des Projekts	52
2 ALLGEMEINES KONZEPT FÜR DIE KONTROLLE VON SCHÄDLINGEN, KRANKHEITEN UND UNKRAUT IM ÖKOLOGISCHEN LANDBAU	56
2.1 Grundprinzipien des Pflanzenschutzes im ökologischen Landbau	56
2.1.1 Schaffung guter Wachstumsbedingungen für Pflanzen, um ihre Widerstandsfähigkeit und Resistenz zu erhöhen	56
2.1.2 Förderung der natürlichen Kontrollmechanismen des Ökosystems durch Förderung natürlicher Gegenspieler	58
2.1.3 Anwendung direkter Bekämpfungsmaßnahmen zur Bekämpfung von Schädlingen, Krankheiten oder Unkräutern auf eine Weise, die minimale Rückstände im Ökosystem hinterlässt	59
2.2 Verbesserung der Widerstandsfähigkeit und Resistenz von Pflanzen	61

2.2.1 Standortwahl	62
2.2.2 Anbauplanung und Fruchtfolge	62
2.2.3 Sortenwahl, Saat- und Pflanzgut	63
2.2.4 Bodenbewirtschaftung.....	64
2.2.5 Feldbewirtschaftung	65
2.3 Förderung der Artenvielfalt.....	67
2.3.1 Die Rolle der biologischen Artenvielfalt	67
2.3.2 Strategien zur Erhöhung der biologischen Vielfalt.....	69
2.4 Schädlingsmonitoring und -prognose	74
2.4.1 Monitoring	75
2.4.2 Schädlingsprognose (Vorhersage).....	82
2.5 Direkte Kontrollmaßnahmen.....	86
2.5.1 Mechanische Kontrolle	87
2.5.2 Physikalische Kontrolle.....	88
2.5.3 Biotechnische Kontrolle	90
2.5.4 Biologische Kontrolle	90
2.5.5 Im ökologischen Landbau zugelassene Pflanzenschutzmittel und Wirkstoffe	93
3 METHODEN UND WERKZEUGE ZUR SCHÄDLINGSKONTROLLE	96
3.1 Maßnahmen zur Vermeidung von Schädlingsbefall.....	97
3.2 Identifizierung von Schädlingen und Verständnis der Ökologie von wirtschaftlich wichtigen Arten	99
3.3 Methoden der Schädlingsüberwachung	113
3.4 Direkte Schädlingsbekämpfungsmethoden im ökologischen Landbau	120
3.4.1. Mechanische und physikalische Schädlingsbekämpfungsmethoden	120
3.4.2 Auf biotechnischen Methoden basierende Strategien	125
3.4.3 Einsatz natürlicher Gegenspieler	126
3.4.4 Im ökologischen Landbau zugelassene Produkte zur direkten Schädlingsbekämpfung.....	132
4 METHODEN UND WERKZEUGE ZUR KRANKHEITSKONTROLLE.....	143
4.1 Vorbeugende Methoden für den Pflanzenschutz gegen Krankheiten im ökologischen Landbau	144
4.1.1 Standortwahl	144
4.1.2 Sortenwahl.....	145
4.1.3 Unterlagenwahl (insbesondere gegen bodenbürtige Krankheitserreger).....	146
4.1.4 Kulturmaßnahmen und Bodenpflege.....	147
4.1.5 Boden- und Blattdüngung.....	147
4.1.6 Pflanzenstärkung	148
4.1.7 Förderung der natürlichen Gegenspieler und Vermeidung von Zwischenwirten	148

4.2 Monitoring und Prognosemodelle für Krankheiten	150
4.2.1 Monitoring von Krankheiten	150
4.2.2 Typische Symptome, verursacht durch Bakterien, Pilze, Viren	151
4.3 Direkte Kontrollmaßnahmen.....	174
4.3.1 Pflanzenschutzmittel einschließlich Mikroorganismen	174
4.3.2 Physikalische und mechanische Methoden zur Krankheitsbekämpfung	177
4.3.3 Hygienemaßnahmen.....	178
5 METHODEN UND WERKZEUGE ZUR UNKRAUTKONTROLLE.....	182
5.1. Theoretischer Hintergrund.....	182
5.1.1 Grundsätze der Unkrautbekämpfung im ökologischen Landbau	182
5.1.2 Kenntnis und Bedeutung positiver und negativer Wechselwirkungen zwischen Kulturpflanzen und Unkräutern (Hintergrundwissen für weitere Verfahren).....	182
5.2 Pflanzenschutzmittel zur Unkrautbekämpfung im ökologischen Landbau.....	188
5.2.1 Nicht-synthetische, natürlich vorkommende Verbindungen	188
5.3. Mechanische, agrartechnische und biologische Unkrautbekämpfung.....	195
5.3.1 Direkte Unkrautbekämpfung	195
5.3.2 Indirekte Unkrautkontrolle	208
6 LITERATUR	217

1 GRUNDPRINZIPIEN EINES PARTIZIPATIVEN LERNMODELLS FÜR DIE LANDWIRTSCHAFTLICHE BILDUNG AUF DER GRUNDLAGE VON EXPERIMENTELEM LERNEN

Der ökologische Landbau ist ein umfassendes System der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung und der Lebensmittelerzeugung, das gute landwirtschaftliche Praktiken, ein hohes Maß an biologischer Vielfalt, die Erhaltung natürlicher Ressourcen, die Anwendung hoher Tierschutzstandards und eine Produktionsmethode kombiniert, die der Vorliebe bestimmter Verbraucher für Erzeugnisse aus natürlichen Rohstoffen entspricht. Die Veränderungen in den Produktionstechnologien für bestimmte Pflanzen- und Tierarten erfordern einen subtileren Ansatz für den ökologischen Landbau. Im Allgemeinen bezieht sich der ökologische Landbau auf Anbausysteme, die den Einsatz von synthetischen Pestiziden und Düngemitteln vermeiden. Die Umstellung vom konventionellen auf den ökologischen Landbau beschreibt den Prozess des Lernens und der Umsetzung von Veränderungen auf dem Betrieb hin zu einer nachhaltigeren und natürlicheren Art der Landwirtschaft. Je mehr ein Landwirt über die Konzepte und Praktiken des ökologischen Landbaus weiß, desto einfacher ist die Umstellung auf den ökologischen Landbau. Daher ist die Ausbildung für den ökologischen Landbau von entscheidender Bedeutung.

Die landwirtschaftliche Beratung wird seit langem als Schlüsselement für die Verbesserung der landwirtschaftlichen Entwicklung angesehen. Die Wirksamkeit von zwei vorherrschenden Ansätzen für landwirtschaftliche Beratungsdienste - Training and Visit (T&V) und Farmer Field Schools (FFS) - ist jedoch weithin umstritten. Der T&V-Ansatz beruht auf der „Top-Down“-Verbreitung technischer Informationen, bei der Spezialisten und Außendienstmitarbeiter ihr Wissen an „Kontakt-Landwirte“ in den Dörfern weitergeben, die ihrerseits für die Verbreitung des Wissens in der lokalen Gemeinschaft verantwortlich sind. Als Antwort auf diesen Top-Down-Ansatz wurden FFS als „Bottom-Up“-Ansatz für die Beratung entwickelt, bei dem der Schwerpunkt auf partizipatorischem, erfahrungsorientiertem und reflektierendem Lernen liegt, um die Problemlösungskapazität der Landwirte durch hochqualifizierte Moderatoren zu verbessern, die mit Gruppen von Landwirten zusammenarbeiten.

For better readability, the masculine spelling was used.

1.1 Partizipativer Ansatz - ein alternatives System des Lernens

Lernziele

- Beschreiben der Lehrmethode des partizipativen Ansatzes und erläutern der Grundprinzipien des partizipativen Lernens.

Der partizipatorische Ansatz fördert die aktive Einbindung der Öffentlichkeit in Entscheidungsprozesse, wobei die Öffentlichkeit je nach Thema angemessen beteiligt wird. Bei der Öffentlichkeit kann es sich um Durchschnittsbürger, Interessenvertreter für ein bestimmtes Projekt oder eine bestimmte Entscheidung, Experten und sogar Mitglieder der Regierung und der Privatwirtschaft handeln. Im Allgemeinen können politische Prozesse als ein dreistufiger Zyklus von Planung, Umsetzung und Bewertung betrachtet werden, wobei ein partizipativer Ansatz auf einige oder alle dieser Schritte angewendet werden kann (Abbildung 1.1).

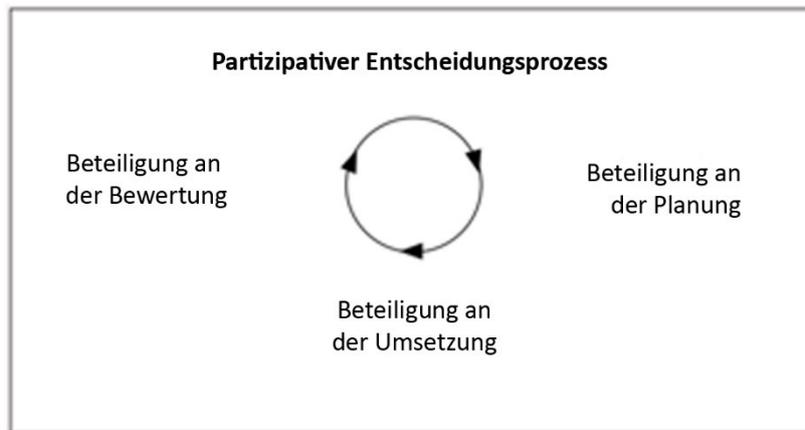


Abbildung 1.1 Partizipativer Entscheidungsprozess

Aus pragmatischer Sicht ist es besser, so viel Wissen, Erfahrung und Kompetenz wie möglich zu besitzen, um mit der komplexen (und daher unsicheren) Natur sozialer Fragen und Probleme umzugehen.

Es ist notwendig, allen relevanten Personen Zugang zu verschaffen, damit sie zu Lösungen und zur Planung der Zukunft beitragen können. Aus normativer Sicht werfen neue Probleme und Themen in der Gesellschaft oft Fragen auf, für die die bestehenden sozialen Normen unzureichend oder gar nicht vorhanden sind, was in der Gesellschaft zu Unsicherheit und Ängsten führt. Hinzu kommt, dass die Vielfalt (oft widersprüchlicher) Normen in der Gesellschaft oft mit (finanziellen oder anderen) Interessen einhergeht, die in der Gesellschaft ungleichmäßig repräsentiert sind. Es ist daher wünschenswert, einen möglichst demokratischen Prozess zu ermöglichen, um sicherzustellen, dass alle Werte und Meinungen in den Diskussionen und der Entscheidungsfindung vertreten sind.

Von partizipativen Prozessen wird erwartet, dass sie die Öffentlichkeit direkt in die Planung und Umsetzung einbeziehen können. Der partizipative Ansatz wird als ein Weg zur Stärkung des sozialen Zusammenhalts gesehen. Er ist ein nützliches Verfahren zur Konsensbildung, wenn Meinungsverschiedenheiten und sogar Streitigkeiten beigelegt werden müssen. Wenn dieser Ansatz zu Beginn des Prozesses angewandt wird, können die Teilnehmer ihre Ansichten, Werte und Überlegungen zu dem aufkommenden Thema mitteilen, während sie sich noch entwickeln und reifen. Wenn die Meinungen bereits polarisiert sind, sind einige Methoden besonders nützlich, um zwischen den Beteiligten zu vermitteln und einen Konsens oder zumindest eine gemeinsame Entscheidung zu erreichen, nachdem alle Ansichten dargelegt worden sind. Alle Ansichten werden zum Ausdruck gebracht. Zumindest wird durch diese Prozesse ein gegenseitiges Verständnis erreicht und alle Stimmen können gehört werden.

Die Beteiligung an partizipativen Prozessen stärkt auch die Fähigkeiten der Öffentlichkeit. Dies geschieht durch die Aufklärung der Öffentlichkeit und die Schaffung von Netzwerken von relevanten Personen. Auf diese Weise lernt nicht nur die Öffentlichkeit, sondern auch die Entscheidungsträger, wie sie ihre Dienstleistungen und Produkte verbessern können, wenn sie direktes Feedback von den „Nutzern“ erhalten. Anstatt erst zu entwerfen und dann zu optimieren, ist es am effektivsten, die Endnutzer in die anfängliche Gestaltung und Planung einzubeziehen.

1.1.1 Konzept des partizipativen Ansatzes beim Lernen

Lernen sollte als ein Prozess der Bedeutungsbildung verstanden werden. Um ein solches sinnvolles Lernen zu erreichen, müssen die grundlegenden Aktivitäten im Prozess der Wissensbildung auf die Konstruktion von Bedeutungen für die Lernenden selbst ausgerichtet sein. Daher sollten Lernstrategien eingesetzt werden, die den Lernenden die Mittel an die Hand geben, ihren eigenen Pool an Lernstrategien zu erstellen und so zu ihrem ganzheitlichen Lernen beizutragen.

Das Konzept des partizipativen Lernens betont das Lernen durch aktive Beteiligung, Wissenserwerb und Teilnahme an der Lernerfahrung durch gemeinschaftliches Lernen, Co-Learning und Engagement. Beim partizipativen Lernen stehen die Lernenden im Mittelpunkt des Lernens. Wechselseitige Prozesse zwischen den Lernenden sind wichtig, um vielfältige und starke Beziehungen zu schaffen und um Lernaktivitäten für kontinuierliches Lernen durchzuführen, indem Wissen produziert und geerntet wird, um mehr neue Ideen zu generieren und einen Beitrag für die Gemeinschaft zu leisten.

Bei den meisten partizipatorischen Ansätzen arbeiten kleine Gruppen - in der Regel mit Lernenden unterschiedlicher Leistungsniveaus - zusammen, um eine Gruppenaufgabe zu lösen. Dabei ist jedes Mitglied individuell für einen Teil des Ergebnisses verantwortlich, der nicht erreicht werden kann, wenn die Mitglieder nicht teilnehmen/zusammenarbeiten. Die Mitglieder sind im positiven Sinne unabhängig und nutzen eine Vielzahl von Lernaktivitäten, um ihr Verständnis für das Thema zu verbessern. Beim partizipatorischen Lernen ist die Rolle des Lernenden von entscheidender Bedeutung, da er es ist, der die entfernten Bedingungen seines Lernens erreichen kann, und der Lehrer als Vermittler für den Aufbau der Autonomie des Lernenden. Indem man den Lernenden erlaubt, die Kontrolle über ihre eigenen Aktivitäten zu übernehmen, bedeutet dies, dass sie sich in die Bildungsaufgabe einbringen, da die Initiative von jedem Lernenden selbst ausgeht und er somit auf seine Interessen und Bedürfnisse eingeht.

Partizipatives Lernen ist ein schlanker, zielgerichteter Ansatz. Die Lernenden übernehmen die Kontrolle über ihre eigenen Aktivitäten und beteiligen sich an der Entscheidungsfindung. Der Moderator und die Lernenden verhandeln gemeinsam, um Inhalte zu definieren, die den Bedürfnissen und Anforderungen der Lernenden entsprechen. Beim partizipativen Lernen lernt der Lernende nicht allein, sondern in Begleitung einer Gruppe oder von Gleichaltrigen, die in Kooperation miteinander lernen. Beim partizipativen Lernen ist das Lernen ein Prozess, der über die vier Wände des Klassenzimmers hinausgeht und nicht auf das Klassenzimmer beschränkt ist.

Partizipative Methoden umfassen eine Reihe von Aktivitäten, deren gemeinsamer Nenner darin besteht, die „normale“ Bevölkerung in die Lage zu versetzen, aktiv und mitbestimmend an den Entscheidungen teilzunehmen, die ihr Leben betreffen. Das bedeutet, dass den Menschen nicht nur zugehört wird, sondern dass sie auch gehört werden und ihre Stimme die Ergebnisse mitbestimmt.

Forscher, Gemeindemitglieder, Aktivisten und Förderer wenden partizipative Methoden an. Da die Achtung des lokalen Wissens und der lokalen Erfahrungen an erster Stelle steht, spiegeln die Ergebnisse der Maßnahmen die lokalen Realitäten wider, was häufig zu einem besser unterstützten und länger anhaltenden sozialen Wandel führt. Partizipative Methoden können in allen Phasen des Projektzyklus im Zusammenhang mit der Entscheidungsfindung in der Entwicklungszusammenarbeit eingesetzt werden, unabhängig davon, ob die Menschen an der Analyse, der gemeinsamen

Entscheidungsfindung, der Planung oder der Reflexion beteiligt sind. Sie sind auch in politischen Prozessen ein nützliches Instrument, um die Bürgerbeteiligung zu stärken, Rechte zu fördern und die Mächtigen zur Rechenschaft zu ziehen.

1.1.2 Grundprinzipien des partizipativen Lernens

Für ein breiteres Spektrum von Entwicklungsprogrammen stellen diese Ansätze eine erhebliche Abweichung von der üblichen Praxis dar. Einige der Veränderungen, die derzeit stattfinden, sind bemerkenswert. In einer wachsenden Zahl von staatlichen und nicht staatlichen Einrichtungen wird die ertragsorientierte Forschung durch Forschung und Analysen ersetzt, die von der lokalen Bevölkerung selbst durchgeführt werden. Die Methoden werden nicht nur zur externen Information der Menschen vor Ort eingesetzt, sondern auch zur Analyse ihrer eigenen Situation.

Die interaktive Beteiligung vieler Menschen in unterschiedlichen institutionellen Bereichen hat Innovation und Eigenverantwortung gefördert, wobei die Art und Weise, wie die Lernsysteme aufgebaut sind, sehr unterschiedlich ist. Es gibt viele verschiedene Begriffe, aber sie haben die folgenden wichtigen gemeinsamen Grundsätze:

- Eine definierte Methodik und ein systemischer Lernprozess. Der Schwerpunkt liegt auf dem gemeinsamen Lernen aller Beteiligten, und da es sich bei diesen Ansätzen um Systeme des Lernens und der Interaktion handelt, muss ihr Einsatz partizipativ sein.
- Vielfältige Perspektiven. Ein zentrales Ziel ist es, die Vielfalt zu suchen, anstatt die Komplexität in Form von Durchschnittswerten zu charakterisieren. Es wird davon ausgegangen, dass verschiedene Personen und Gruppen Situationen unterschiedlich bewerten, was zu unterschiedlichen Handlungsweisen führt. Alle Ansichten über Aktivitäten oder Ziele sind mit Interpretationen, Voreingenommenheit und Vorurteilen behaftet, was bedeutet, dass es mehrere mögliche Beschreibungen von Aktivitäten in der realen Welt gibt.
- Lernprozesse in der Gruppe. Alle beinhalten die Erkenntnis, dass die Komplexität der Welt nur durch Gruppenuntersuchungen und Interaktion aufgedeckt werden kann. Dies impliziert drei mögliche Mischungen von Untersuchenden, nämlich solche aus verschiedenen Disziplinen, aus verschiedenen Sektoren und von Außenstehenden (Fachleuten) und Insidern (Menschen vor Ort).
- Kontextspezifisch. Die Ansätze sind so flexibel, dass sie an jede neue Situation und jeden neuen Beteiligten angepasst werden können, und so gibt es zahlreiche Varianten.
- Erleichterung für Experten und Interessenvertreter. Die Methodik befasst sich mit der Umwandlung bestehender Aktivitäten, um zu versuchen, Veränderungen herbeizuführen, die von den Menschen in der jeweiligen Situation als Verbesserungen angesehen werden. Die Rolle des „Experten“ kann man sich am besten so vorstellen, dass er den Menschen in ihrer Situation hilft, ihre eigene Studie durchzuführen und so etwas zu erreichen. Diese unterstützenden Experten können selbst Betroffene sein.
- Sie führen zu nachhaltigem Handeln. Der Lernprozess führt zu einer Debatte über den Wandel, und die Debatte verändert die Wahrnehmung der Akteure und ihre Bereitschaft, Maßnahmen ins Auge zu fassen. Man einigt sich auf Maßnahmen, und umsetzbare Veränderungen stellen daher einen Kompromiss zwischen den verschiedenen gegensätzlichen Ansichten dar. In der Debatte oder Analyse werden Veränderungen definiert, die zu einer Verbesserung führen würden, und es wird versucht, die Menschen zu motivieren, Maßnahmen zur Umsetzung der

definierten Veränderungen zu ergreifen. Zu diesen Maßnahmen gehört auch der Aufbau oder die Stärkung lokaler Institutionen, um die Fähigkeit der Menschen zu erhöhen, selbst Maßnahmen zu ergreifen.

Diese alternativen Lern- und Handlungssysteme setzen einen Lernprozess voraus, der zum Handeln führt. Eine nachhaltigere Landwirtschaft mit all ihren Unsicherheitsfaktoren und Komplexitäten ist nicht denkbar, ohne dass alle Akteure in kontinuierliche Lernprozesse eingebunden sind.

Überprüfungsfragen

1) Was wird von einem partizipativen Ansatz erwartet (Kreuzen Sie die richtige Aussage an - mehrere sind möglich)

1. Eine bestimmte Gruppe von Einzelpersonen oder eine Institution löst eine soziale Frage und ein soziales Problem, indem sie sich ausschließlich auf ihre eigenen Erkenntnisse und Interessen stützt.
2. Die Öffentlichkeit wird direkt in die Planung und Umsetzung einbezogen. Der partizipative Ansatz wird als Mittel zur Stärkung des sozialen Zusammenhalts angesehen.
3. Die Öffentlichkeit akzeptiert Lösungen, ohne sich aktiv an der Situation zu beteiligen.
4. Aufbau öffentlicher Kapazitäten durch Aufklärung der Öffentlichkeit und Schaffung von Netzwerken relevanter Personen/Stakeholder.

2) Partizipativer Ansatz beim Lernen ist (kreuzen Sie die richtige Aussage an - mehrere sind möglich)

1. ein traditioneller/Standard-Ansatz des Lehrens und Lernens.
2. ein Lerner-zentrierter Ansatz.
3. wenn die Lernenden die Kontrolle über ihre eigenen Aktivitäten und beteiligen sich an der Entscheidungsfindung übernehmen.
4. ein gemeinsames Verhandeln von dem Moderator und den Lernenden, um Inhalte zu definieren, die den Bedürfnissen und Anforderungen der Lernenden entsprechen.
5. wenn die Lehrkraft alle Aktivitäten für die Teilnehmer und den Inhalt der Sitzungen plant.

3) Grundprinzipien des partizipativen Lernens (Markieren Sie „R“ - richtig oder „F“ - falsch).

1. Der Schwerpunkt liegt auf dem kumulativen Lernen aller Teilnehmer. **R oder F**
2. Ein zentrales Ziel ist die Beschreibung von Komplexität in Form von Durchschnittswerten. **R oder F**
3. Lernprozesse in Gruppen, an denen Experten aus einem Fachgebiet beteiligt sind. **R oder F**
4. Die Lern-/Lehrmethodik befasst sich mit der Umgestaltung bestehender Aktivitäten, um zu versuchen, Veränderungen herbeizuführen, die von den Menschen in der jeweiligen Situation als Verbesserungen angesehen werden. **R oder F**
5. Der Ansatz eignet sich nur für eine bestimmte Situation mit spezifischen Bedingungen und Akteuren, und daher gibt es nur eine Lösung. **R oder F**
6. Man hat sich auf Maßnahmen geeinigt, und die umsetzbaren Änderungen stellen daher einen Kompromiss zwischen den verschiedenen gegensätzlichen Ansichten dar. **R oder F**

1.2 Die Bedeutung des Lernens in der Gruppe

Lernziele

- Anwenden von Lernbereichen in einem partizipativen Lernansatz.
- Identifizieren der Teilnehmer, bilden von Lerngruppen und bestimmen der Rolle der Teilnehmer.
- Erkennen der Phasen der Gruppenentwicklung.
- Unterscheiden zwischen der Rolle des Lehrers und des Moderators.

1.2.1 Bereiche des Lernens

Menschen nähern sich dem Wissen mit einer Orientierung auf technische Bewältigung, auf gegenseitige Verständigung in der Lebensführung und auf Emanzipation von scheinbar „natürlichen Zwängen“. Habermas (1971) stellt drei kognitive Interessen vor, die allen Menschen gemeinsam sind und die ihrem Interesse am Lernen zugrunde liegen: das technische, das praktische und das emanzipatorische (Tabelle 1.1 und 1.2). Diese drei kognitiven Interessen ergeben sich aus drei verschiedenen Bereichen der menschlichen sozialen Existenz: Arbeit, Interaktion mit anderen und Macht. Als kognitive Interessen bestimmen sie das Interesse der Menschen an der Aneignung von Wissen und sind daher die Grundlage des menschlichen Verhaltens. In den folgenden Abschnitten werden die Merkmale der mit den einzelnen kognitiven Interessen verbundenen Lernbereiche beschrieben.

Tabelle 1.1 Bereiche des Lernens

Bereich des Lernens	Eigenschaften
Technisch	<ol style="list-style-type: none"> 1. Beabsichtigt die technische Kontrolle der Umwelt 2. Gekennzeichnet durch instrumentelles Handeln 3. Ziel: effektive Vorhersage und Kontrolle der Realität 4. Verwendung von Hypothesen, Experimenten, kritischer Diskussion wie in den empirischen Wissenschaften
Praktisch	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verständnis und Bedeutung von sozialen Prozessen mit anderen 2. Gekennzeichnet durch kommunikatives Handeln 3. Ziel: die Bedeutung von Interaktionen und Mustern 4. Verwendung von Diskurs, Metapher und kritischer Diskussion wie in den historischen hermeneutischen Wissenschaften
Selbstbestimmung	<ol style="list-style-type: none"> 1. Interne und umweltbedingte Faktoren, die uns daran hindern, unser Leben selbst in die Hand zu nehmen 2. Gekennzeichnet durch selbst reflektierendes Handeln 3. Ziel: Unterscheiden können zwischen Faktoren, die sich unserer Kontrolle entziehen, und solchen, von denen fälschlicherweise angenommen wird, dass sie außerhalb unserer Kontrolle liegen, um unseren Handlungsspielraum zu erweitern 4. Selbstreflexion, kritisches Denken

Quelle: Habermas, 1971

Tabelle 1.2 Anwendung der Lernbereiche im partizipativen Lernansatz

Bereich des Lernens	Eigenschaften
---------------------	---------------

Technisch	<ol style="list-style-type: none"> 1. Die Gruppe steuert den Einsatz von landwirtschaftlichen Betriebsmitteln auf der Grundlage ihrer Analyse der Feldbedingungen und ihrer Kenntnisse über die Anforderungen der Pflanzen. 2. Die Gruppe ist in der Lage, die ökologischen Bedingungen auf der Grundlage der Kenntnisse der Teilnehmer über die Feldökologie zu analysieren. 3. Die Gruppe entwirft und führt Feldstudien durch, die den Teilnehmern helfen, ihr Wissen über ökologische und agronomische Fragen zu erweitern.
Praktisch	<ol style="list-style-type: none"> 1. Die Teilnehmer sind in der Lage, untereinander und mit anderen effektiv zusammenzuarbeiten. 2. Die Teilnehmer erleichtern die Teilnahme/beteiligen sich an Gruppenprozessen, die darauf abzielen, Probleme zu identifizieren, zu analysieren und zu lösen. Diese Prozesse sind durch kommunikatives Handeln gekennzeichnet. 3. Die Gruppe fördert das Lernen der anderen, sodass der integrierte Pflanzenschutz (integrated pest management: IPM) zum akzeptierten Ansatz für den Pflanzenbau in ihrem Dorf wird. 4. Die Gruppe organisiert Gemeinschaftsaktionen zur Lösung landwirtschaftlicher Probleme.
Selbstbestimmung	<ol style="list-style-type: none"> 11. Die Gruppe entwickelt Fähigkeiten, die das kritische Denken fördern. Die Teilnehmer sind in der Lage, Probleme vor Ort zu identifizieren und zu analysieren und gemeinsam mit anderen zu lösen. 2. Analytischen Fähigkeiten der Gruppe führen zu einer Erweiterung des Aktionsbereichs. Die Teilnehmer sind in der Lage, Gemeinschaftsaktionen, Informationsnetzwerke und dörfliche IPM-Programme zu organisieren.

Quelle: Habermas, 1971

1.2.2 Die Vier Phasen der Gruppenentwicklung

Wenn mehrere Personen zusammenkommen, um an einer einzigen Initiative oder einem Projekt zu arbeiten, sind sie nicht zwangsläufig ein produktives Team. Bevor eine Gruppe von Menschen zusammenarbeiten kann, muss sie vier Phasen der Gruppenentwicklung durchlaufen (Tuckman, 1965):

1. „forming“ – Die Einstiegs- und Findungsphase (Kontakt)
 - Die Gruppe ist noch keine Gruppe, sondern eine Ansammlung von Individuen.
 - Der Einzelne möchte seine persönliche Identität innerhalb der Gruppe aufbauen und Eindruck hinterlassen.
 - Die Teilnahme ist begrenzt, da sich die Teilnehmer mit der Umgebung, dem Trainer und den anderen Teilnehmern vertraut machen sollen.
 - Die Einzelpersonen beginnen, sich auf die Aufgabe zu konzentrieren und deren Zweck zu diskutieren.
 - Die Gruppe entwickelt im Wesentlichen Grundregeln, auf denen zukünftige Entscheidungen und Handlungen beruhen werden.

2. „storming“ – Die Auseinandersetzungs- und Streitphase (Konflikt)
 - Ist gekennzeichnet durch Konflikte innerhalb der Gruppe und mangelnde Einigkeit
 - Diese Phase beginnt in der Regel am 2. und 3. Tag eines Trainingsprogramms
 - Vorläufige Grundregeln für Zielsetzung, Führung und Verhalten sind beschädigt.
 - Einzelne Personen können einander gegenüber feindselig werden und ihre Individualität zum Ausdruck bringen, indem sie persönliche Absichten verfolgen oder offenlegen
 - Die Reibung nimmt zu, Regeln werden gebrochen, es kann zu Streit kommen.

- Wenn diese Phase jedoch erfolgreich bewältigt wird, führt sie zu einer neuen und realistischeren Festlegung von Zielen, Verfahren und Normen.
3. „norming“ – Die Regelungs- und Übereinkommensphase (Kontrakt)
 - Ist gekennzeichnet durch die Überwindung von Spannungen und die Entwicklung eines Gruppenzusammenhalts, in dem Normen und Praktiken festgelegt werden.
 - Die Gruppenmitglieder akzeptieren die Gruppe und das Verhalten der anderen, das einem Individuum eigen ist.
 - Gruppenzugehörigkeit entwickelt sich und die Gruppe ist bestrebt, sie aufrechtzuerhalten.
 - Entwicklung des Gruppeneistes, Harmonie wird wichtig.
 4. „performing“ – Die Arbeits- und Leistungsphase (Kooperation)
 - Ist gekennzeichnet durch volle Reife und maximale Produktivität.
 - Kann nur erreicht werden, wenn die vorangegangenen drei Stufen erfolgreich abgeschlossen wurden.
 - Die Mitglieder übernehmen Rollen, um die Aktivitäten der Gruppe zu erfüllen, da sie nun gelernt haben, miteinander in Beziehung zu treten.
 - Die Rollen werden flexibel und funktional.
 - Die Energie der Gruppe wird auf die festgelegten Aufgaben gelenkt.
 - Neue Einsichten und Lösungen beginnen sich abzuzeichnen.

1.2.3 Zusammensetzung der Gruppe

Wenn eine Gruppe zusammenarbeitet, kann sie ein gemeinsames Ziel und einen gemeinsamen Zweck erreichen. Um dies zu erreichen, müssen die Mitglieder über die richtigen Fähigkeiten und Kenntnisse verfügen. Kleine Gruppen sind unter Umständen weniger effektiv, da die kollektive Bandbreite an Fähigkeiten und Kenntnissen begrenzt ist. Wenn die Gruppe jedoch zu groß ist, können die aktiveren Mitglieder einen starken Einfluss auf die Gruppe ausüben (Tabelle 1.3). Für eine optimale Produktivität und Zusammenarbeit ist eine Gruppe von 5 bis 7 Teammitgliedern in der Regel am besten geeignet.

Tabelle 1.3 Gruppengröße - Produktivität und Zusammenarbeit

Gruppengröße und Beteiligung	
3-6 Personen:	Jeder spricht
7-10 Personen:	Fast jeder spricht Leisere Leute sagen weniger Einer oder zwei sprechen vielleicht gar nicht
11-18 Personen:	5 oder 6 Personen sprechen viel 3 oder 4 andere melden sich gelegentlich zu Wort
19-30 Personen:	3 oder 4 Personen dominieren
30+ Personen:	Wenig Beteiligung möglich

1.2.4 Identifizierung der Teilnehmer

Bei der Ermittlung und Auswahl der teilnehmenden Landwirte und Landwirtinnen sollten die folgenden Punkte berücksichtigt werden:

- Zusammenstellung einer Liste potenzieller lokaler Landwirte und Landwirtinnen entsprechend der geplanten Tätigkeit des Projekts
- Information der örtlichen Landwirte und Landwirtinnen über den Zweck des Projekts in einer gemeinsamen Sitzung oder durch individuelle Präsentationen
- Ermittlung der Teilnehmenden und Bildung einer Lerngruppe von etwa 30 bis 40 Landwirten und Landwirtinnen, die ein gemeinsames Anliegen und Interesse an dem Thema haben. Es ist hilfreich, zu Beginn eine größere Anzahl von Teilnehmenden auszuwählen, da die Gruppe nach den ersten Treffen wahrscheinlich schrumpfen wird.
- Auswahl von etablierten Gruppen wie Selbsthilfegruppen, Jugendgruppen und/oder Frauengruppen.
- Es wird empfohlen, dass der Teilnehmende Entscheidungsträger auf dem Betrieb ist.
- Sie sollten an den meisten oder allen Sitzungen teilnehmen und bereit sein, sich an der Gruppe zu beteiligen und Ideen und Wissen mit anderen Gruppenmitgliedern zu teilen.
- Die Vertrautheit des Moderators mit der Geschichte des Gemeinwesens, seinen kulturellen Gepflogenheiten, den Beziehungen zwischen den Geschlechtern und potenziellen Konfliktbereichen sind wichtige Elemente im Auswahlprozess. Die Gruppen können je nach Kultur und Thema gleichgeschlechtlich oder gemischtgeschlechtlich zusammengesetzt sein.

1.2.5 Auswahlkriterien für Teilnehmer der landwirtschaftlichen Feldschulen „Farmer Field School“

Teilnehmende sollten folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Aktiver und praktizierende Landwirtin oder praktizierender Landwirt.
- Bereitschaft zur Mitarbeit (Freiwillige).
- Bereit, in einer Gruppe zu arbeiten.
- Sozialverträglich.
- Muss gute Beziehungen zu anderen haben.
- Bereitschaft, für ihre eigene Entwicklung zu lernen.
- Landwirtschaftlich Aktive müssen ein gemeinsames Interesse haben.
- Sie müssen aus demselben Ort (Gebiet) kommen.
- Sie müssen bereit sein, die von der Gruppe aufgestellten Normen zu befolgen.
- Sie müssen bereit sein, Erfahrungen auszutauschen.

1.2.6 Die „Teamrolle“ der Teilnehmer

Der Begriff „Teamrolle“ bezieht sich auf eine von neun Gruppen von Verhaltensmerkmalen, die von Dr. Meredith Belbin in ihrer Forschung an der Henley Business school in England als wirksam identifiziert wurden, um den Fortschritt eines Teams zu erleichtern.

Drei kommunikationsorientierte Teamrollen:

1. Wegbereiter/Weichensteller: Nutzen ihre neugierige Art, um Ideen zu finden, die sie ins Team einbringen können. Sie sind aufgeschlossen und enthusiastisch. Erkunden Möglichkeiten und knüpft Kontakte. Zulässige Schwächen sind, dass sie möglicherweise zu optimistisch sind und das Interesse verlieren können, wenn die anfängliche Begeisterung verflogen ist. Wundern Sie sich nicht, wenn Sie vergessen, einen Hinweis weiterzuverfolgen.
2. Teamarbeiter: Helfen dem Team, sich zusammenzufinden, sie ihre Vielseitigkeit nutzen, um die erforderliche Arbeit zu erkennen und sie im Namen des Teams zu erledigen. Sie sind kooperativ, einfühlsam und diplomatisch. Hören zu und vermeidet Reibungen. Sie können in heiklen Situationen unentschlossen sein und neigen dazu, Konfrontationen zu vermeiden. Sie könnten zögern, unpopuläre Entscheidungen zu treffen.
3. Koordinator: Koordinatoren müssen sich auf die Ziele des Teams konzentrieren, die Teammitglieder herausfordern und die Arbeit angemessen delegieren. Sie sind reif, selbstbewusst und erkennen Talente. Sie klären die Ziele. Sie können als manipulativ angesehen werden und könnten ihren eigenen Anteil an der Arbeit abwälzen. Sie könnten zu viel delegieren und sich selbst wenig Arbeit überlassen.

Drei wissensorientierte Teamrollen:

4. Erfinder: Neigen dazu, sehr kreativ zu sein und Probleme auf unkonventionelle Weise zu lösen. Sie sind kreativ, fantasievoll, frei denkend, entwickeln Ideen und lösen schwierige Probleme. Sie könnten Nebensächlichkeiten ignorieren und zu sehr mit sich selbst beschäftigt sein, um effektiv zu kommunizieren. Sie können geistesabwesend oder vergesslich sein
5. Beobachter: Haben einen logischen Blick, treffen bei Bedarf unparteiische Urteile und wägt die Optionen des Teams sachlich ab. Sie sind nüchtern, strategisch und scharfsinnig. Sie sehen alle Möglichkeiten und urteilen genau. Manchmal fehlt ihnen der Antrieb und die Fähigkeit, andere zu inspirieren, und sie können übermäßig kritisch sein. Sie können nur langsam zu Entscheidungen kommen.
6. Spezialist: Spezialisten bringen tiefgreifende Kenntnisse in einem Schlüsselbereich in das Team ein. Sie sind zielstrebig, eigeninitiativ und engagiert. Sie bringen Fachwissen und Fähigkeiten mit. Sie neigen dazu, ihren Beitrag in einem engen Rahmen zu leisten und können sich mit technischen Details aufhalten. Sie überhäufen andere mit Informationen.

Drei handlungsorientierte Teamrollen:

7. Macher: Sorgen dafür, dass das Team in Bewegung bleibt und weder den Fokus noch den Schwung verliert. Sie sind herausfordernd, dynamisch und gedeihen unter Druck. Sie haben die Kraft und den Mut, Hindernisse zu überwinden. Sie können zu Provokationen neigen und manchmal die Gefühle anderer verletzen. Sie könnten aggressiv und schlecht gelaunt werden, wenn sie versuchen, etwas zu erreichen.
8. Umsetzer: Sie sind notwendig, um praktikable Strategien zu planen und sie so effizient wie möglich umzusetzen. Sie sind praktisch, zuverlässig und effizient. Setzen Ideen in die Tat um

und organisieren die anfallende Arbeit. Sie können ein wenig unflexibel sein und nur langsam auf neue Möglichkeiten reagieren. Es kann sein, dass sie ihre Pläne nur langsam zugunsten von positiven Veränderungen aufgeben.

9. Perfektionist: Werden am effektivsten am Ende von Aufgaben eingesetzt, um die Arbeit zu polieren und auf Fehler zu überprüfen, indem sie sie den höchsten Standards der Qualitätskontrolle unterwerfen. Sie sind akribisch, gewissenhaft, ängstlich. Suchen nach Fehlern. Polieren und perfektionieren. Sie können dazu neigen, sich übermäßig zu sorgen, und delegieren nur ungern. Man könnte ihnen vorwerfen, ihren Perfektionismus auf die Spitze zu treiben.

1.2.7 Die Rolle des Moderators

Der professionelle Moderationsdienst „Findafacilitator“ definiert die Rolle eines Moderators, der eine Aktion oder einen Prozess in einer Gruppe erleichtert oder vereinfacht. Diese Person muss die Gruppe fokussiert halten, die Gruppe tiefer in das Thema einführen und (manchmal) eine potenziell brisante Situation managen. Es handelt sich um eine dynamische Rolle, in der der Moderator wichtige Inhalte vermittelt und dazu beiträgt, produktive Interaktionen herzustellen, ohne unbedingt so viel zu wissen wie die Personen, die er moderiert.

Ein guter Moderator konzentriert sich auf das jeweilige Thema, den Prozess der Interaktion und die Teilnehmer sowie auf den optimalen Weg zur Erreichung des Ziels. Dies ist ein komplexes Gleichgewicht, das viele Fähigkeiten erfordert. Es gibt acht verschiedene Rollen, die ein Moderator während einer Sitzung wahrscheinlich einnehmen wird: die Kommunikation an sich gut, es gab Auffassungsunterschiede über das Forschungsziel, die ausgeräumt werden konnten.

- Motivator: Von der mitreißenden Eröffnungsrede bis zu den aufmunternden Schlussworten entfacht er ein Feuer in der Gruppe, sorgt für Schwung und hält das Tempo hoch.
- Lenker: Er kennt die Schritte des Prozesses, den die Gruppe von Anfang bis Ende durchlaufen wird, und führt die Teilnehmer sorgfältig mittels lenkender Wendungen und Schritte.
- Fragesteller: Er hört der Diskussion aufmerksam zu und analysiert die Kommentare schnell, um Fragen zu formulieren, die zu einer produktiven Gruppendiskussion beitragen und die Gruppe gegebenenfalls herausfordern.
- Brückenbauer: Er schafft und erhält ein sicheres und offenes Umfeld für den Austausch von Ideen. Wo andere Menschen Unterschiede sehen, findet und nutzt er Gemeinsamkeiten, um eine Grundlage für den Aufbau von Brücken zum Konsens zu schaffen.
- Hellseher: Während der gesamten Sitzung ist er auf Anzeichen von Anspannung, Müdigkeit, Verärgerung und Entkräftung eingestellt und reagiert im Voraus, um dysfunktionales Verhalten zu verhindern.
- Friedensstifter: Obwohl es im Allgemeinen besser ist, direkte Konfrontationen zu vermeiden, schreitet er, falls es doch dazu kommt, schnell ein, um die Ordnung wiederherzustellen und die Gruppe zu einer konstruktiven Lösung zu führen.
- Taskmaster: Er ist letztlich dafür verantwortlich, dass die Sitzung in Gang bleibt. Dazu gehört, dass er taktvoll irrelevante Diskussionen abkürzen, Umwege verhindern und während der gesamten Sitzung ein einheitliches Niveau an Details beibehalten.
- Lobender: Bei jeder Gelegenheit sollte er die Teilnehmer für gute Leistungen, Fortschritte und Ergebnisse loben: loben Sie gut, loben Sie oft, loben Sie gezielt!

Erleichterer:

- Hat viel damit zu tun, die anfängliche Stimmung oder das Klima der Gruppe oder der Klassenerfahrung zu bestimmen.
- Hilft dabei, die Ziele der einzelnen Teilnehmer sowie die allgemeinen Ziele der Gruppe herauszufinden und zu klären.
- Verlässt sich auf den Wunsch jedes Schülers, die Ziele, die für ihn von Bedeutung sind, als motivierende Kraft für bedeutendes Lernen umzusetzen.
- Bemüht sich darum, ein möglichst breites Spektrum an Lernmitteln zu organisieren und leicht zugänglich zu machen.
- Betrachtet sich selbst als eine flexible Ressource, die von der Gruppe genutzt werden kann.
- Akzeptiert bei der Reaktion auf Äußerungen in der Klasse sowohl den intellektuellen Inhalt als auch die emotionalen Einstellungen und bemüht sich, jedem Aspekt ungefähr den Stellenwert einzuräumen, den er für den Einzelnen oder die Gruppe hat.
- In dem Maße, wie sich ein akzeptierendes Klassenklima einstellt, ist der Lernbegleiter zunehmend in der Lage, ein teilnehmender Lernender zu werden, ein Mitglied der Gruppe, das seine Ansichten nur als die eines Einzelnen zum Ausdruck bringt.
- Er ergreift die Initiative und lässt die Gruppe an seinen Gefühlen und Gedanken teilhaben, und zwar auf eine Art und Weise, die nicht fordert oder aufzwingt, sondern einfach eine persönliche Mitteilung darstellt, die die Schüler annehmen oder ablehnen können.
- Während des gesamten Unterrichts bleibt er aufmerksam für Äußerungen, die auf tiefe oder starke Gefühle hinweisen.
- In seiner Funktion als Lernbegleiter ist der Leiter bestrebt, seine eigenen Grenzen zu erkennen und zu akzeptieren.

Überprüfungsfragen

1) Tragen Sie drei Bereiche des Lernens ein.

1. _____
2. _____
3. _____

2) Wie viele Phasen der Gruppenentwicklung müssen die Teilnehmer durchlaufen, damit sie als Gruppe zusammenarbeiten können? Markieren Sie die richtige Antwort.

1. drei
2. vier
3. fünf
4. sechs

3) In der „Normierungsphase“ (Kreisen Sie die richtige Aussage ein - mehrere sind möglich) ...

1. beginnen die Teilnehmer, sich auf die vorliegende Aufgabe zu konzentrieren und deren Zweck zu diskutieren.
2. akzeptieren die Teilnehmer die Gruppe und das Verhalten der anderen.
3. nimmt die Reibung zu; Regeln werden gebrochen und es kann zu Streit kommen.
4. werden die Rollen flexibel und funktional.

5. Gruppengeist wird wichtig.

4) Wenn die Gruppe zusammenarbeitet, kann sie ein gemeinsames Ziel und einen gemeinsamen Zweck erreichen. Wie viele Mitglieder pro Gruppe sind für eine optimale Produktivität am besten geeignet? (Kreuzen Sie die richtige Antwort an)

1. 1-3 Mitglieder
2. 3-6 Mitglieder
3. 6-10 Mitglieder
4. 11-18 Mitglieder

5) Verknüpfen Sie die Rollen im Team (Nummer vor der Rolle) mit den entsprechenden Verhaltensmerkmalen.

Rolle im Team	Nr.	Verhaltensmerkmale
1. Teamarbeiter		nutzen ihre Neugierde, um Ideen zu finden, die sie in das Team einbringen können.
2. Macher		Am wirkungsvollsten ihr der Einsatz am Ende von Aufgaben, um die Arbeit zu polieren und auf Fehler zu überprüfen, indem man sie den höchsten Standards der Qualitätskontrolle unterwirft.
3. Beobachter		konzentrieren sich auf die Ziele des Teams, beziehen die Teammitglieder ein und delegieren die Arbeit angemessen.
4. Umsetzer		bringen fundierte Kenntnisse in einem Schlüsselbereich in das Team ein.
5. Wegbereiter/ Weichensteller		Sie sind kreativ, fantasievoll, frei denkend, entwickeln Ideen und lösen schwierige Probleme.
6. Spezialist		betzen Ideen in die Tat um und organisieren die anfallenden Arbeiten.
7. Koordinator		haben einen logischen Blick, treffen bei Bedarf unparteiische Entscheidungen und wägen die Optionen des Teams unvoreingenommen ab.
8. Erfinder		unterstützen das Zusammenwachsen des Teams, indem sie ihre Vielseitigkeit nutzen, um die erforderliche Arbeit zu erkennen und sie im Namen des Teams zu erledigen.
9. Perfektionist		borgen dafür, dass das Team in Bewegung bleibt und weder den Fokus noch den Schwung verliert.

6) Verknüpfen Sie die Rollen des Moderators (Nummer vor der Rolle) mit den entsprechenden Fähigkeiten.

Rolle des Moderators	Nr.	Fähigkeiten
1. Motivator		Er hört der Diskussion aufmerksam zu und analysiert die Kommentare schnell, um Fragen zu formulieren, die zu einer produktiven Gruppendiskussion beitragen und die Gruppe gegebenenfalls herausfordern.
2. Helseher		Von der mitreißenden Eröffnungsrede bis zu den aufmunternden Schlussworten entfacht er das Feuer in der Gruppe, sorgt für Schwung und hält das Tempo hoch.

3. Taskmaster	Er kennt die Schritte des Prozesses, den die Gruppe durchführen wird, von Anfang bis Ende und leitet die Teilnehmer sorgfältig durch jeden Schritt.
4. Fragensteller	Er schafft und erhält ein sicheres und offenes Umfeld für den Austausch von Ideen. Wo andere Menschen Unterschiede sehen, findet und nutzt er Gemeinsamkeiten, um eine Grundlage für den Aufbau von Brücken zum Konsens zu schaffen.
5. Friedensstifter	Bei jeder Gelegenheit sollte er die Teilnehmer für gute Leistungen, Fortschritte und Ergebnisse loben: loben Sie gut, loben Sie oft, loben Sie gezielt!
6. Lobender	Letztendlich ist er dafür verantwortlich, dass die Sitzung nicht aus dem Ruder läuft. Dies bedeutet, dass er taktvoll irrelevante Diskussionen abkürzt, Umwege vermeidet und während der gesamten Sitzung ein einheitliches Niveau an Details beibehält.
7. Lenker	Obwohl es im Allgemeinen besser ist, direkte Konfrontationen zu vermeiden, greift er im Falle eines Falles schnell ein, um die Ordnung wiederherzustellen und die Gruppe zu einer konstruktiven Lösung zu führen.
8. Brückenbauer	Während der gesamten Sitzung ist er auf Anzeichen von Anspannung, Müdigkeit, Verärgerung und Entkräftung eingestellt und kann im Voraus reagieren, um dysfunktionales Verhalten zu verhindern.

1.3 Konzept der Farmer Field School (FFS)

Lernziele

- Beschreiben des Konzeptes der FFS und seines Hintergrundes.
- Erklären der allgemeinen Lernprinzipien der FFS.

Die Farmer Field School (FFS) ist ein auf den Menschen ausgerichteter Lernansatz, der partizipative Methoden einsetzt, um ein lernförderndes Umfeld zu schaffen. Die Teilnehmer können ihr Wissen und ihre Erfahrungen in einem risikofreien Umfeld austauschen. Praktische Feldübungen mit direkter Beobachtung, Diskussion und Entscheidungsfindung fördern das Lernen durch Praxis. Das Feld ist ein Ort, an dem lokales Wissen und externe wissenschaftliche Erkenntnisse im Kontext des lokalen Ökosystems und sozioökonomischen Umfelds getestet, validiert und integriert werden. Eine gemeinschaftsbasierte Problemanalyse ist der Ausgangspunkt für das FFS-Team, um einen standortspezifischen Lehrplan zu entwickeln. Im Rahmen der FFS wird eine Reihe von technischen Themen behandelt: Boden-, Pflanzen- und Wassermanagement, Saatgutvermehrung und Sortenprüfung, integrierter Pflanzenschutz (integrated pest management: IPM), Weidewirtschaft, Aquakultur, Forstwirtschaft, Ernährung, Wertschöpfungskette und Verknüpfung mit den Märkten usw.

Die FFS bietet Raum für praktisches Lernen in der Gruppe und stärkt die kritischen Analyse- und Entscheidungsfähigkeiten der Menschen vor Ort. Die FFS-Aktivitäten finden vor Ort statt und beinhalten Experimente zur Problemlösung, die den spezifischen lokalen Kontext widerspiegeln. Die Teilnehmer lernen, wie sie ihre Fähigkeiten durch Beobachtung, Analysieren und Ausprobieren neuer Ideen auf ihren Feldern verbessern können, was zur Verbesserung der Produktion und der

Existenzgrundlage beiträgt. Der FFS-Prozess stärkt die Eigenverantwortung des Einzelnen, der Familien und der Gemeinschaft und fördert den Zusammenhalt.

Der vollständige Produktionszyklus in Verbindung mit dem entsprechenden biologischen Zyklus bestimmt die Dauer des FFS-Lernprogramms. In einem typischen FFS trifft sich eine Gruppe von Landwirten/Hirten/Fischern regelmäßig auf dem lokalen Gelände unter der Leitung eines ausgebildeten Moderators. Sie beobachten das lokale Produktionssystem und konzentrieren sich dabei auf das zu untersuchende Thema. Sie beobachten und vergleichen die Auswirkungen von zwei oder mehr alternativen Verfahren zur Lösung des Problems, wobei eine Methode der lokalen Praxis folgt und die andere eine vorgeschlagene „beste Praxis“ testet. Die Teilnehmer diskutieren und treffen Entscheidungen auf der Grundlage von Beobachtungen und Analysen direkt auf den Parzellen unter Verwendung der agrarökologischen Systemanalyse (AESAs).

Am Ende der Saison organisiert das FFS-Team einen Feldtag, um die Ergebnisse mit lokalen Behörden, Landwirten und anderen Landwirten zu teilen. Auch der Austausch mit anderen FFS wird gefördert. Nachfolgende FFS-Aktivitäten stärken die Gemeindeentwicklung.

1.3.1 Hintergrund

FFS als Beratungsansatz entstand als Reaktion auf einen Ausbruch von Reisschädlingen in den 1980er Jahren in Indonesien. Die Methoden zur Übermittlung von Botschaften waren oft unangemessen und zu einfach, um komplexe Probleme zu behandeln. Stattdessen erwies es sich als notwendig, die Entscheidungsfindung der Landwirte vor Ort auf ihren eigenen Feldern sicherzustellen. Das praktische Lernen im FFS, das auf den Grundsätzen der Erwachsenenbildung und des Erfahrungslernens aufbaut, erwies sich als ein Mittel, um den Landwirten die Fähigkeit zur kritischen Entscheidungsfindung bei der Bewältigung komplexer landwirtschaftlicher Probleme zu vermitteln.

Die FFS ist eine Schule ohne Wände. Sie bietet ein Forum, in dem Landwirte regelmäßig zusammenkommen, um Feldbeobachtungen durchzuführen, ihre Beobachtungen mit dem Ökosystem in Verbindung zu bringen und ihre bisherigen Erfahrungen sowie alle neuen Informationen für fundierte Entscheidungen in der Pflanzen- und Tierhaltung anzuwenden. FFS funktioniert über Gruppen von Menschen mit einem gemeinsamen Interesse, die sich regelmäßig treffen, um das „Wie“ und „Warum“ eines bestimmten Themas zu studieren.

1.3.2 Allgemeine Lernprinzipien der Farmer Field School

Lernen durch Handeln

Die Teilnehmer/Landwirte ändern ihr Verhalten und ihre Praktiken nicht, nur weil ihnen jemand sagt, was sie tun oder wie sie es ändern sollen. Sie lernen besser durch Erfahrung als durch passives Zuhören bei Vorträgen oder Demonstrationen. Deshalb geht es vor allem darum, durch eigenes Tun zu lernen und neue Ideen und Praktiken vor Ort auszuprobieren.

Das Feld ist der Lernort

Das Feld ist der wichtigste Lernort, um den herum alle Aktivitäten organisiert werden. Die Landwirte lernen direkt aus dem, was sie in ihrer Umgebung beobachten, sammeln und erleben, und nicht aus Lehrbüchern. Die Teilnehmer bereiten auch ihr eigenes Lernmaterial (Zeichnungen, Skizzen, usw.) vor, das auf dem basiert, was sie beobachten.

Kompetenzen, nicht Informationen, sind das Ziel

Der Schwerpunkt liegt auf der Entwicklung von Fähigkeiten und Kompetenzen, nicht auf dem Erlernen neuer technologischer Möglichkeiten. Der Schwerpunkt liegt auf dem Verständnis der wissenschaftlichen Grundlagen hinter den verschiedenen Aspekten des Agrarökosystems, damit die Landwirte den Innovationsprozess selbst umsetzen können, d.h. das „Warum“ hinter dem „Wie“ zu verstehen. Die Technologien werden nicht als Modelllösungen vermittelt, sondern als Beispiele dafür, wie verschiedene agrarökologische Prozesse unterstützt werden können.

Erfahrungsbasiertes Lernen

Die Grundannahme ist, dass Lernen immer auf früheren Erfahrungen basiert, die für jeden Menschen einzigartig sind, und dass jeder Versuch, neues Lernen zu fördern, die Erfahrungen in irgendeiner Weise berücksichtigen muss. Daher sind der Austausch und die Diskussion zwischen den Teilnehmern ein grundlegendes Element des partizipativen und erfahrungsbasierten Lernens.

Entdeckungsbasiertes Lernen

Technische Informationen werden so weit wie möglich durch entdeckungsbasierte Übungen und nicht durch Vorträge vermittelt. Entdeckungsbasiertes Lernen ist ein wesentlicher Bestandteil, da es den Teilnehmern hilft, ein Gefühl der Eigenverantwortung zu entwickeln und Vertrauen in ihre Fähigkeit zu gewinnen, Aktivitäten und Ergebnisse selbständig zu reproduzieren. Diese Übungen dauern in der Regel zwischen einer und drei Stunden, um in eine reguläre Sitzung zu passen. Sie behandeln das Lernthema des Tages auf praktische Weise. Z. B. kann ein Insektenzoo gebaut werden, um das Verhalten und die Interaktionen verschiedener Insekten zu beobachten. Oder können Bodengruben gegraben werden, um Bodenschichten und -arten zu analysieren. Ein weiteres Beispiel wäre das Züchten von Zecken, um deren Lebenszyklus zu verstehen, usw. Die Gruppen lernen eine Vielzahl von Analysemethoden, um die Fähigkeit zu erwerben, Probleme zu erkennen und zu lösen. Es gibt keine einheitliche Definition dafür, was eine entdeckungsbasierte Übung ausmacht, aber bestimmte Grundsätze bilden einen Rahmen:

- Das Lernumfeld liefert das wichtigste Lernmaterial, und jede Übung sollte ihre Wurzeln in den Feldern der Landwirte haben.
- Die Aktivitäten basieren auf dem, was auf den Feldern der Landwirte zu diesem Zeitpunkt geschieht. Man kann Dinge nicht entdecken, wenn sie in der Vergangenheit passiert sind oder in der Zukunft passieren werden.
- Jede Aktivität sollte auf den Erfahrungen der Landwirte mit dem Thema aufbauen, d.h. Diskussionen und Austausch unter den Teilnehmern einschließen, um Erkenntnisse aus der lokalen Praxis zu gewinnen und technische Lücken zu ermitteln.
- Die Entdecker sind in erster Linie die Landwirte. Das Ziel ist es, den Teilnehmern zu helfen, sich mehr von dem zu merken, was sie lernen; daher sind die Übungen auf praktische Entdeckungen ausgelegt und nicht nur darauf, etwas zu sehen oder zu hören.

Eigener Lehrplan der Teilnehmer

Die Landwirte, nicht der Moderator, entscheiden, welche Themen für sie wichtig sind und was sie in ihrem Lehrplan behandeln wollen. Der Moderator leitet sie lediglich durch ihren Lernprozess, indem er den Teilnehmern die Möglichkeit gibt, neue Erfahrungen zu machen. So wird sichergestellt, dass die Informationen relevant und auf die tatsächlichen Bedürfnisse der Teilnehmer zugeschnitten sind. Die

Schulungsaktivitäten sollten sich an den vorhandenen Wissenslücken und Fähigkeiten der Gemeinschaft orientieren und den Kenntnisstand der Gemeinschaft berücksichtigen. Jede Gruppe ist anders und hat ihre eigenen Bedürfnisse und Realitäten. Da die Teilnehmer ihre eigenen Inhalte entwickeln, ist jeder von ihnen einzigartig. Da die Landwirtschaft in der Regel eng mit anderen Aspekten des Lebensunterhalts verknüpft ist, umfasst der Lehrplan auch nicht landwirtschaftliche Themen. Diese werden von den Landwirten genannt (z. B. menschliche Gesundheit, Ernährung, Umweltfragen, usw.). Diese Themen werden als spezifische Themen in den wöchentlichen Sitzungsplan aufgenommen. Ein weiteres Merkmal des Lehrplans ist, dass er dem natürlichen Zyklus seines Themas folgt, d. h. von „Samen zu Samen“ oder von „Ei zu Ei“. So können die Landwirte parallel zum Geschehen auf ihren Feldern Aspekte auf dem Feld diskutieren und beobachten, z. B. findet das Lernen über Unkraut statt, wenn Unkraut jäten angesagt ist usw.

Gruppenversuche und Experimente

Innovation und Experimentieren sind wesentliche Bestandteile des Lernprozesses und bieten den Teilnehmern die Möglichkeit, zu lernen und Kapazitäten aufzubauen, um sich kontinuierlich an Veränderungen anzupassen und die Art und Weise, wie sie ihre Ressourcen verwalten, zu verbessern. Gruppen geleitete Experimente werden in der Regel zu einem Treffpunkt und einem Raum für Gruppenlernen.

In der Phase des Lerndesigns wird ein Versuchsthema festgelegt, gefolgt von Entscheidungen über verschiedene Technologien oder Praktiken, die erforscht und verglichen werden sollen, um ein bestimmtes Problem zu lösen. Dabei kann es sich um Technologien handeln, die aus der Forschung stammen, oder einfach um Innovationen der Landwirte oder lokale Praktiken. Typische Experimente könnten Versuche und Vergleiche neuer Pflanzensorten, Optionen für eine verbesserte Bodenbewirtschaftung, Wohnformen und mehr sein.

Bei Experimenten wird in der Regel eine Kontrollbehandlung in den Versuchsplan aufgenommen, um einen Standard zu schaffen, mit dem verschiedene (neue) Alternativen verglichen werden können. Je nach Ziel des Versuchs und Thema der Studie können verschiedene Arten von Kontrollbehandlungen verwendet werden. Häufig sind Kontrollbehandlungen eine gängige Praxis der Landwirte. So können die Landwirte neue Alternativen direkt mit ihrer eigenen Praxis vergleichen, z. B. in Bezug auf den Arbeits- und Betriebsmittelaufwand sowie die Leistung. Der Prozess zeigt auch den Zusammenhang zwischen landwirtschaftlichen Praktiken und Ergebnissen und erklärt den Landwirten die Gründe für gute Erträge oder Leistungen.

Anleiten, nicht Lehren

Moderatoren leiten den Lernprozess nicht, indem sie lehren, sondern indem sie die Teilnehmer anleiten und dabei unterstützen, Verantwortung für ihr eigenes Lernen zu übernehmen. In Diskussionen trägt der Moderator dazu bei, dass die Gruppe zu einem Konsens über die zu ergreifenden Maßnahmen gelangt, und unterstützt sie dabei. Gelegentlich werden Forscher, Fachleute und externe Experten eingeladen, um den Gruppen bei Bedarf fachliche Unterstützung zu geben. Während der Sitzungen wird erwartet, dass der Moderator die letzte Rolle übernimmt und den Teilnehmern die Leitung der Lernaktivitäten überlässt, wobei der Moderator eher als Mentor und Begleiter des Prozesses präsent ist. Die Moderatoren sollten technische Fragen nicht direkt beantworten, sondern versuchen, nachzufragen und Gegenfragen zu stellen, um das Nachdenken und

Lernen anzuregen. Bei Diskussionen über technische Fragen versucht der Moderator, eine Diskussion zu moderieren, bei der die meisten Informationen von den Gruppenmitgliedern geliefert werden. Um die Teilnahme aller zu erleichtern, werden in der Regel Kleingruppendiskussionen durchgeführt, bei denen die Teilnehmer zunächst in Gruppen von 3 bis 4 Personen untereinander diskutieren und dann das Thema im Gesamtteam erörtern.

Systematischer Lernprozess

Die Gruppe folgt demselben systematischen Lernprozess, der auf der Beobachtung und Analyse von Feldversuchen beruht. Die Landwirte treffen sich wöchentlich (die meisten einjährigen Kulturen und Nutztiere), zweimal wöchentlich (einige Dauerkulturen) oder monatlich (die meisten Dauerkulturen) nach einem von den Gruppenmitgliedern festgelegten regelmäßigen Zeitplan. Landwirtschaftliche Themen werden mit den organisatorischen Aspekten der Gruppe und der Gruppendynamik verknüpft, um Lernsitzungen zu bilden, die in der Regel wöchentlich stattfinden und einen halben Tag dauern. Alle anstrengenden Tätigkeiten wie die Pflege der Parzellen oder der Tiere, die Aussaat, das Unkraut jäten, das Gießen, das Füttern usw. finden vor oder nach den Lernsitzungen oder in eigens dafür geplanten Sitzungen am Arbeitstag statt. Zwischen der Gründung der Gruppe und dem Beginn der regelmäßigen Lernzyklen liegt eine Phase des Aufbaus der Gruppe, die gewöhnlich als Feldarbeit bezeichnet wird. Dieser Zeitraum umfasst die Bildung und Organisation der Gruppe, die Definition von Problemen und die Durchführung von Experimenten in den Betrieben, was in der Regel zwischen einem und drei Monaten dauert.

Spezielle Themen des Tages

Technische Informationen zur Ergänzung des „Learning by doing“ und des Experimentierens vor Ort sind in der Regel das Spezialthema des Tages. Dies ist eine Gelegenheit für den Moderator, Forscher oder Experten, die technischen Informationen zu vermitteln, die für ein allgemeines Verständnis des Themas erforderlich sind, und den Wissensstand der Teilnehmer auszugleichen. Das Tagesthema hat in der Regel einen Bezug zur Landwirtschaft, kann aber auch ein beliebiges anderes Thema sein. Die Teilnehmer können auch andere Probleme haben und das Bedürfnis verspüren, diese zu diskutieren. Wenn der Moderator nicht über spezifische Fachkenntnisse verfügt, können externe Experten oder andere Gemeindemitglieder eingeladen werden, um die Diskussion zu leiten. Die Rolle des Moderators besteht darin, sich auf ein bestimmtes Thema zu einem Zeitpunkt zu konzentrieren, der für die Gruppenteilnehmer am günstigsten ist.

Agrar-Ökosystem-Analyse

Der Eckpfeiler des FFS-Ansatzes ist die agrarökologische Systemanalyse (AESA), eine feldbasierte Analyse der Wechselwirkungen zwischen Nutzpflanzen/Vieh und anderen biotischen und abiotischen Faktoren, die auf dem Feld nebeneinander existieren. Ziel von AESA ist es, den Landwirten beizubringen, regelmäßige Beobachtungen auf dem Feld zu machen, Probleme und Möglichkeiten, die sich auf dem Feld ergeben, zu analysieren und die Entscheidungsfähigkeit bei der Betriebsführung zu verbessern. Die Analyse folgt einem Zyklus aus Beobachtung, Bewertung und Handlung. Durch die regelmäßige Durchführung von AESA (in der Regel wöchentlich, vierzehntägig oder monatlich, je nach Thema der Studie) entwickeln die Landwirte eine gedankliche Checkliste mit Indikatoren, die sie bei der Überwachung der landwirtschaftlichen Praktiken beachten. Der Prozess ist ganzheitlich, und die Landwirte arbeiten in Untergruppen von 4 bis 5 Personen unter der Leitung eines Moderators, um den partizipativen Prozess zu verbessern. In der Regel dauert diese Übung etwa 2 bis 3 Stunden und wird

während der gesamten Saison oder des Lernzyklus durchgeführt, sodass sich die untersuchten Probleme und Entscheidungen mit ähnlichen Problemen auf den eigenen Feldern der Teilnehmer überschneiden, was die Lernmotivation erhöht.

Organisation der Gruppe

Die Handlungskompetenz wird durch kollektives Handeln gefördert, indem gut organisierte Gruppen gebildet werden, in denen die Teilnehmer die Möglichkeit haben, verschiedene Aspekte des Managements und der Führung zu üben. In der Regel werden ein detaillierter Zeitplan und Gruppennormen und -regeln befolgt, um Disziplin und Struktur durchzusetzen. Die Gruppen entwickeln ihre eigene Vision und Lernziele. Die ideale Mitgliederzahl liegt bei 20 bis 30 landwirtschaftlich tätige Personen gemischten Geschlechts. Um die Teilnahme aller zu gewährleisten, werden Untergruppen gebildet, die zu Beginn des Lernzyklus aus 3-5 Personen bestehen. Jede Untergruppe hat ihre eigenen Zuständigkeiten, in der Regel im Wechsel, wie z. B. die Ausrichtung und Leitung der wöchentlichen Treffen, daher der Begriff „Gastgebergruppe“. Diese Untergruppen führen auch zentrale Feldaktivitäten wie die AESA durch, und oft ist jede Gruppe für eine Behandlungsoption im Versuchsfeld verantwortlich. Durch die Wahl eigener Namen, Slogans und Mottos haben diese Untergruppen ihre eigene Identität etabliert. Manchmal werden die Gruppen auch ermutigt, sich bei den örtlichen Behörden anzumelden und ein Bankkonto zu eröffnen, um nach dem Lernzyklus, wenn die Gruppe zu anderen Aktivitäten übergehen kann, nachhaltig zu arbeiten. Die Gruppe sollte über eine etablierte Führungsstruktur mit demokratisch gewählten Amtsträgern und Gruppenregeln und -statuten verfügen.

Gruppendynamische Übungen

Die FFS-Gruppe nutzt dynamische Übungen wie Impulsgeber, Theater, Gesang und Tanz, um ein angenehmes und informelles Lernumfeld zu schaffen. Diese Übungen erleichtern das Lernen und schaffen einen Raum für Reflexion und Austausch. Sie fördern auch den Aufbau von Kapazitäten in den Bereichen Kommunikationsfähigkeit, Problemlösung und Führungsqualitäten. Darüber hinaus kann die Gruppendynamik ein wirksames Mittel sein, um heikle Themen wie häusliche Gewalt und Alkoholismus anzusprechen und sich wichtige berufliche Botschaften in mündlicher Form zu merken. Jede Lerneinheit beinhaltet eine gruppendynamische Komponente, die in der Regel vom Gastgeberteam des Tages oder von einem beliebigen Mitglied der Gruppe geleitet wird.

Überprüfungsfragen

1) Allgemeine Lernprinzipien des Farmer Field School-Konzepts. (Kreuzen Sie Richtig oder Falsch an)

- Systematischer Lernprozess - Die Gruppe folgt demselben systematischen Lernprozess, der auf der Beobachtung und Analyse der experimentellen Aktivitäten vor Ort beruht. R oder F
- Spezielle Themen des Tages - Dies ist eine Gelegenheit für den Moderator, den Forscher oder den Experten, die technischen Informationen zu liefern, die für ein allgemeines Verständnis des Themas erforderlich sind. R oder F
- Das Feld als Lernumgebung Die Teilnehmer lernen direkt aus dem, was sie in ihrer Umgebung beobachten, sammeln und erleben. R oder F
- Gruppenorganisation - Um die Teilnahme aller zu gewährleisten, werden zu Beginn des Lernzyklus Kleingruppen von 10 bis 18 Personen gebildet. R oder F

- Kompetenzen, nicht Informationen, sind das Ziel - Der Schwerpunkt liegt auf dem Erlernen neuer technologischer Möglichkeiten. R oder F
- Gruppendynamische Übungen - Diese Übungen erleichtern das Lernen und schaffen einen Raum für Reflexion und Austausch. R oder F
- Entdeckungsbasiertes Lernen - Technische Informationen werden so weit wie möglich durch Vorträge vermittelt. R oder F
- Eigenes Curriculum der Teilnehmer - Die Schulungsaktivitäten sollten auf den vorhandenen Lücken im Wissen und den Fähigkeiten der Gemeinschaft basieren und den Kenntnisstand der Gemeinschaft berücksichtigen. R oder F
- Gruppenversuche und Experimente - Der Prozess zeigt den Zusammenhang zwischen landwirtschaftlichen Praktiken und Ergebnissen auf und erklärt den Landwirten die Gründe für gute Erträge oder Leistungen. R oder F
- Learning by doing - Die Teilnehmer lernen besser, wenn sie passiv Vorlesungen oder Demonstrationen zuhören. R oder F
- Moderation, nicht Unterricht - Moderatoren leiten den Lernprozess durch Unterrichten und übernehmen die Verantwortung für die Aktivitäten und das Lernen der Teilnehmer. R oder F
- Agrarökosystemanalyse - Der Eckpfeiler des FFS-Ansatzes ist die agrarökologische Systemanalyse. R oder F
- Erfahrungsbasiertes Lernen - Der Austausch und die Diskussion zwischen den Teilnehmern ist ein grundlegendes Element des partizipativen und erfahrungsbasierten Lernens. R oder F

1.4 Lernzyklus in der FFS und Förderung der wissenschaftlichen Grundeinstellung

Lernziele

- Beschreiben des Konzeptes des FFS und seines Hintergrundes.
- Vorbereiten, integrieren und durchführen von sechs Studienschritten für Fachkurse im Bereich des ökologischen Pflanzenschutzes.
- Verwenden verschiedener Matrizen für jeden Schritt, um die Teilnehmer bei der Erforschung und Reflexion ihrer Praktiken zu unterstützen.

Zuallererst muss sich der Vermittler darüber im Klaren sein, dass Wissenschaft nicht nur für professionelle Wissenschaftler reserviert ist. Die Vermittlung wissenschaftlicher Methoden ermöglicht es den Landwirten, die grundlegenden Prinzipien und Prozesse in ihrem Pflanzenökosystem kennenzulernen. Sie führen einfache Studien durch, vergleichen Behandlungen und lernen durch ihre Beobachtungen auf dem Feld. Dieser Ansatz (FFS) fördert die wissenschaftliche Einstellung. Die Landwirte lernen, Fragen zu stellen und einen Weg zu finden, sie zu beantworten.

Der anfängliche grundlegende Lernzyklus zielt darauf ab, die Fähigkeiten und das Wissen der Landwirte für eine kritische Analyse zu stärken, neue Praktiken zu testen und zu validieren und dabei zu helfen, fundierte Entscheidungen zur Feldbewirtschaftung zu treffen. Der Lernprozess stärkt das Verständnis für komplexe ökologische Zusammenhänge auf dem Feld. Der Lernzyklus zielt auch darauf ab, den

Gruppenzusammenhalt der Teilnehmer zu stärken, sodass sie besser als Gruppe arbeiten, Fragen oder Probleme kritisch analysieren, sich auf ihre eigenen Erfahrungen und Beobachtungen sowie auf die Erfahrungen und das Wissen anderer stützen, einen Konsens finden und sich auf Folgemaßnahmen nach Abschluss des Lernzyklus vorbereiten können.

Der folgende Lernzyklus stellt sechs wesentliche Schritte bei der Durchführung einer Studie dar. Er ähnelt einem Zyklus des Erfahrungslernens, der für die Verwendung in Feldstudien angepasst wurde (Abbildung 1.2). Erfahrungslernen ist für die landwirtschaftliche Beratung von Bedeutung. Es bietet eine Möglichkeit, mit Gruppen zu arbeiten, um ihre eigenen Problemlösungen durch das Testen und Experimentieren von Ideen und Praktiken zu finden, die eng mit ihren eigenen täglichen landwirtschaftlichen Aktivitäten verbunden sind. Dies ist relevant für die Untersuchung von Methoden, die darauf abzielen, die Landwirte bei der Erforschung und Reflexion ihrer Praktiken zu unterstützen, da das Wissen der Landwirte von Natur aus erfahrungsbasiert ist.

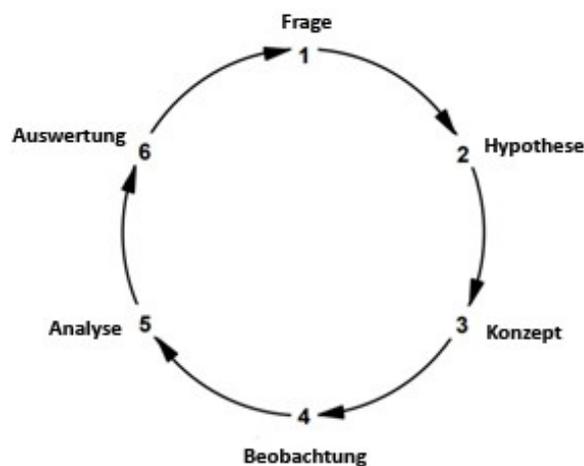


Abbildung 1.2 Zyklus des Erfahrungslernens (Kolb in FAO. Community IPM) - angepasst an die Verwendung in Feldstudien

1.4.1 Sechs Schritte zur Durchführung einer Studie

Erster Schritt: Frage (Thema wird ausgewählt)

Um den Landwirten bei der Formulierung einer Frage zu ihrer Kultur zu helfen, wird die Themenauswahlmatrix verwendet (Tabelle 1.4).

Tabelle 1.4 Problem basierte Matrix zur Themenauswahl

Themenauswahl Matrix Problemstellung				
Probleme (Ursachen für geringe Erträge)	Derzeitige Praxis	Potenzial für Verbesserungen	Einschränkung hinsichtlich der Verbesserung	Vorgeschlagene Themen
Schlechte Entwicklung von Sämlingen	Saatgutverteilung, Nicht zertifiziertes Saatgut	Eine Pflanzung wäre vorteilhafter,	Zusätzliche Arbeit, nicht verfügbare Kosten	Saatgut-Vergleich

		Zertifiziertes Saatgut		
Unsachgemäße Ausbringung von Stickstoff	Geringer Einsatz von Düngemitteln	Verwendung von Gülle und Mist	Erhöht wahrscheinlich die Kosten	Verwendung von Gülle und Mist
Unkraut	2x mechanisch Unkraut jäten	Vermehrtes Unkrautjäten, Vermehrte Flutungen	Arbeitskosten, Fehlende Kontrolle über die Bewässerung	Häufigkeit der Unkrautbekämpfung
Ratten	Keine Kontrolle	Flächendeckende Beköderung; Studien	Zeit, Kosten, Zusammenarbeit	-

Am Ende der Auflistung relevanter Probleme diskutiert die Gruppe über die Auswahl des besten Themas.

Als Alternative zum reinen Zuhören können die Teilnehmer mit der Auflistung der landwirtschaftlichen Tätigkeiten von der Aussaat über die Pflanzung bis zur Ernte beginnen und mögliche Probleme identifizieren. Diese Methode nimmt mehr Zeit in Anspruch, berücksichtigt aber alle Phasen der Landwirtschaft und hilft den Landwirten bei der Auswahl ihres Studienthemas (Tabelle 1.5).

Tabelle 1.5 Auf landwirtschaftlichen Betriebsabläufen basierende Matrix zur Themenauswahl

Themen Auswahlmatrix - basierend auf landwirtschaftlichen Betriebsabläufen				
Landwirtschaftlicher Arbeitsschritt	Derzeitige Praxis	Potenzial für Verbesserungen	Einschränkungen hinsichtlich der Verbesserung	Vorgeschlagene Themen
Vorbereitung des Bodens	Seichtes Pflügen	Tiefes Pflügen	Regenwürmer und andere Organismen, die den Boden verbessern und die Pflanzen zu fördern, werden vernichtet	Im Boden lebende Organismen; Unterschied in der Ernte bei gepflügtem und ungepflügtem Boden
Aussaat
Ernte

Zweiter Schritt: Hypothese (zu prüfende Ideen)

Nach der Auswahl des zu untersuchenden Themas müssen die Landwirte angeben, was genau sie herausfinden wollen. Die Ideenmatrix ist ein Instrument, das die Landwirte ermutigt, alle möglichen Auswirkungen des gewählten Themas zu berücksichtigen. Die Ideenmatrix (Tabelle 1.6) wird erstellt, nachdem ein Thema für die Untersuchung festgelegt wurde. Sie besteht aus drei Spalten.

In der ersten Spalte beschreiben die Landwirte ihre Vorstellungen über das gewählte Thema, indem sie fragen: „Welchen Einfluss kann das Thema auf das gesamte Anbausystem haben?“ „Welche möglichen Einflüsse hat das Thema der Studie auf das Anbausystem insgesamt?“

Diese Ideen sollten folgende Einflüsse ansprechen:

- Auf die Kulturpflanze,
- Auf das Ökosystem,
- auf soziale und wirtschaftliche Aspekte

In der zweiten Spalte geben die Landwirte die Quelle dieser Ideen an; einige Ideen können bewiesene Tatsachen sein, andere nur Gedanken, die nicht auf Fakten beruhen, oder sie können unter anderen Umständen bewiesen sein. In der dritten Spalte schreiben die Landwirte, was sie von jeder Idee halten: ist sie wahr, ist sie zuverlässig, ist sie relevant oder auf die örtliche Situation anwendbar; dies dient dazu festzustellen, ob die Idee getestet werden muss.

Eine Ideenmatrix ist von zentraler Bedeutung für eine Studie. Dies sind die Ideen, die getestet werden müssen. Die Landwirte können diese Matrix als Grundlage für die Planung ihrer Beobachtungen verwenden: Reichen die Ertragsproben aus, oder sollten zusätzliche Beobachtungen zu Unkraut, Pflanzenwachstum und Insektenbefall gemacht werden? Nach Abschluss der Studie werden die Testergebnisse für jede der Ideen ausgewertet. Daher sollten die Landwirte die Ideenmatrix während der gesamten Dauer der Studie aufbewahren.

Tabelle 1.6 Ideenmatrix

Ideenmatrix: Einsatz von Biopestiziden zur Bekämpfung der Weißen Fliege im Tomatenanbau		
Ideen - Welche Auswirkungen könnte das Thema der Studie haben?	Quelle für jede Idee	Was halten wir von jeder Idee? - Müssen sie getestet werden?
Verbesserte Schädlingsbekämpfung verringert die Schäden und erhöht den Ertrag	Beratungsbeamter	Nicht überzeugt, muss noch lokal getestet werden
Eine erfolgreiche Schädlingsbekämpfung verringert den Rußschimmel auf den Früchten - mehr Früchte werden eine gute Qualität haben	Andere Landwirte	Wahrscheinlich, muss beobachtet werden
Durch die Bekämpfung der Weißen Fliege könnten andere Schädlinge dominanter werden, die andere Arten von Schäden verursachen.	Erfahrung einer der Landwirte	Sicherlich, aber in welchem Umfang?
Mehr Arbeit und Geld sind erforderlich, um natürliche Gegenspieler anzuwenden	Vorläufige Berechnungen der Landwirte	Muss getestet werden

Dritter Schritt: Konzept

Das optimale Konzept für eine Feldstudie hängt vom Thema der Studie, von der Beschaffenheit und Größe des Feldes und von der Intensität der Studie ab. Drei Grundsätze sind für die Planung einer Feldstudie wichtig, und wenn Landwirte diese Grundsätze berücksichtigen, können sie bessere Experimente planen.

Grundsatz 1: Natürliche Variation

- zwischen Pflanzen innerhalb einer Parzelle

- zwischen verschiedenen Teilen einer Parzelle
- zwischen Feldparzellen

Eine Studie sollte Behandlungen unter gleichen Bedingungen vergleichen. Die Forscher unter den Landwirten sollten die natürlichen Unterschiede auf ihren Feldern verstehen. Die Landwirte können Unterschiede in der Höhenlage, dem Pflanzenbestand, der Unkrautdichte, der Bodenverdichtung, der Bodenfruchtbarkeit, der ungleichmäßigen Entwässerung oder der Wasserversorgung erwähnen. Es ist wichtig, dass die Teilnehmer erörtern, wie natürliche Schwankungen den Versuch beeinträchtigen und warum es wichtig ist, diese zu reduzieren. Zunächst ist es wichtig, eine möglichst einheitliche Parzelle (ein quadratisches Stück Land) auszuwählen. Zum Zeitpunkt der Anpflanzung können jedoch einige Variationsquellen verborgen sein (z. B. Bodenfruchtbarkeit, Verdichtung, Samenbank von Unkraut).

Um eine Studie über die Anwendung von Biopestiziden zu konzipieren, könnte man die Parzelle in drei Teile oder drei Behandlungen unterteilen: 0 kg Biopestizid, 1 kg Biopestizid und 2 kg Biopestizid/ha. Die Wiederholungen einer Behandlung sollten gleichmäßig über die Parzelle verteilt werden, sowohl in den guten als auch in den schlechten Teilen der Parzelle. So ergeben die verschiedenen Wiederholungen ein angemessenes Abbild der gesamten Parzelle. Die Behandlungen können nach dem Zufallsprinzip oder regelmäßig über die Parzelle verteilt werden, aber für kleine Studien mit wenigen Wiederholungen wird eine regelmäßige Verteilung empfohlen. Bei einer regelmäßigen Verteilung grenzen die Behandlungspartellen nicht an andere Partellen der gleichen Behandlung (Abbildung 1.3).

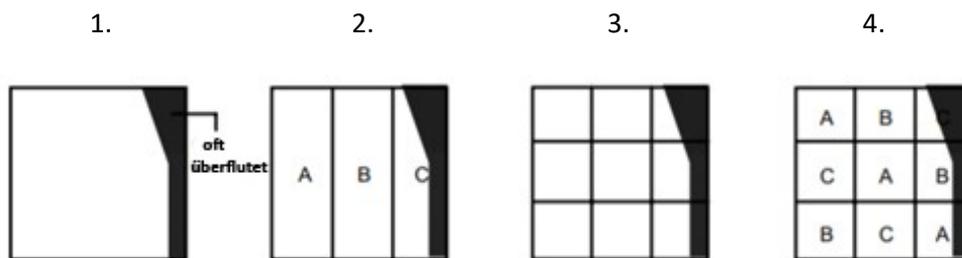


Abbildung 1.3 Verteilung der Parzellen

Grundsatz 2: Verzerrung

Eine Behandlungspartelle, die an eine Parzelle mit einer anderen Behandlung angrenzt, kann durchaus von der benachbarten Behandlung beeinflusst werden (Abbildung 1.4) und somit eine Verzerrung erfahren. Verzerrungen oder Interferenzen beeinflussen die Qualität unserer Ergebnisse und treten in Form von Insektiziddrift, Düngerdift, Insektenbewegungen usw. auf.

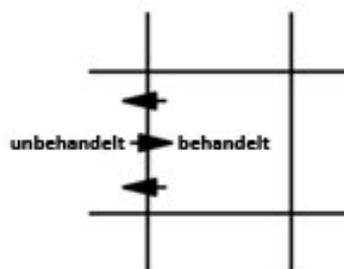


Abbildung 1.4 Schematische Darstellung des Behandlungsplans

Angenommen, die zentrale Behandlungspartzele wird gespritzt, aber sie grenzt an eine ungespritzte Kontrollpartzele (wie in Abbildung 1.4 dargestellt). Welche Probleme könnten sich ergeben? Das Spritzmittel könnte abdriften, Schädlinge könnten sich von der besprühten Fläche entfernen, oder natürliche Gegenspieler könnten in der besprühten Fläche eingeschlossen werden. Infolgedessen ist die Kontrolle nicht mehr eine reine Kontrolle, sondern sie ist verzerrt (Abbildung 1.5). Erwarten Sie eine Verzerrung bei einer Studie über Düngemittel? Wie steht es mit einer Studie über den Pflanzabstand?

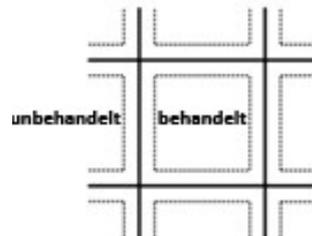


Abbildung 1.5 Schematische Darstellung der Varianten des Behandlungssystems

Das Ausmaß der Verzerrung hängt offensichtlich vom Thema der Studie und der Art der Behandlung ab. Wie können wir die Verzerrungen beseitigen? Erstens kann die Verzerrung durch eine Vergrößerung der Parzellen verringert werden. Eine Studie über Schädlingsbekämpfung, bei der die Verzerrung stark ausgeprägt ist, würde größere Parzellen erfordern als eine Studie über Pflanzenabstände. Zweitens ist die Verzerrung in der Nähe des Randes einer Parzelle am größten. Um die Verzerrung zu verringern, könnten wir eine Randzone (etwa 1 bis 2 m auf jeder Seite) nicht beproben, während wir unsere Proben auf den mittleren Teil jeder Parzelle beschränken. Wenn wir eine Verzerrung durch den Wasserfluss erwarten (z. B. durch Düngerdrift), sollten wir zwischen den Parzellen Barrieren errichten.

Grundsatz 3: Einfachheit

Das Studiendesign sollte so einfach wie möglich gehalten werden. Dies ermöglicht intensivere und umfassendere Beobachtungen und führt zu aussagekräftigeren Schlussfolgerungen. Das Experiment sollte nur einen Aspekt/Faktor untersuchen (z. B. die Biopestizid-Dosierung). Wenn wir mehrere Aspekte beobachten wollen, müssen wir die Faktoren einzeln untersuchen. Kombinationen mehrerer Faktoren - z. B. „Biopestizid-Dosierung“ und „Pflanzabstand“ - liefern keine genauen Ergebnisse.

Die Anzahl der Behandlungen sollte auf ein Minimum beschränkt werden, da die Studie sonst zu komplex wird, was die Qualität der Beobachtungen und Schlussfolgerungen gefährdet. Es sollten nur zwei bis vier der wichtigsten und am stärksten unterscheidbaren Behandlungen berücksichtigt werden. Die Kontrolle ist die Behandlung, bei der ein bestimmtes Verfahren nicht angewandt wird (z. B. keine Spritzung).

Wenn sich die Landwirte für eine Wiederholung entscheiden, ist es besser, ein 3-mal-3-Design (3 Behandlungen, 3 Wiederholungen) zu verwenden. Dies ist im Allgemeinen ein guter Kompromiss im Hinblick auf begrenzte Parzellengrößen, Variabilität innerhalb des Feldes und einfache Beobachtung und Analyse durch die Landwirte. Daher kann in bestimmten Situationen ein Bedarf an „Blöcken“ bestehen (Abbildung 1.6).

Ein Block ist ein vollständiger Satz von Behandlungen, der von anderen Blöcken getrennt ist. Durch die Trennung hat jeder Block seine eigenen natürlichen Bedingungen (z. B. unterschiedliche Höhenlage, unterschiedliche Böden, unterschiedlicher Zeitpunkt der Bewässerung). Es ist ratsam, die Verwendung von Blöcken nach Möglichkeit zu vermeiden und stattdessen ein gleichmäßiges Grundstück an einem Standort zu verwenden. Durch die Verwendung von Blöcken erhöhen wir die Variationsbreite unserer Studienergebnisse, was es schwieriger macht, eindeutige Ergebnisse zu erhalten.

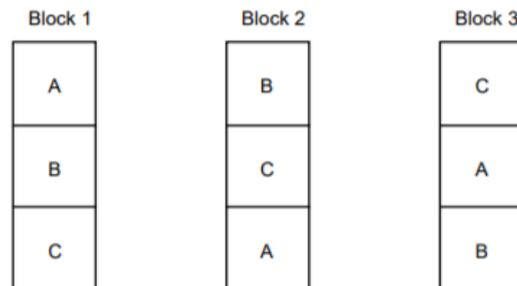


Abbildung 1.6 Schematische Darstellung der Behandlungsanordnung

Vierter Schritt: Beobachtung

Die Beobachtung sollte von den Landwirten sorgfältig geplant werden. Bei der Planung der Beobachtung sollten sie darauf achten, die folgenden Fragen zu beantworten:

- Was sollte beobachtet werden? Die verschiedenen Komponenten des Ökosystems, die berücksichtigt werden müssen, sollten identifiziert werden. Für diese Aufgabe verwenden wir eine Ideenmatrix.
Wenn wir zum Beispiel davon ausgehen, dass eine Anwendung von Biopestiziden andere Insekten des Ökosystems beeinflusst, sollten diese Komponenten beobachtet werden. Wir sollten vermeiden, dass wir erst im Nachhinein feststellen, dass wir eine bestimmte Komponente nicht berücksichtigt haben.
- Wie sollte die Beobachtung erfolgen? Die Beobachtung sollte praktisch und genau sein. Es gibt Beobachtungen an einzelnen Pflanzen (z. B. Messungen der Pflanzenhöhe) oder an ganzen Kulturen (z. B. Ertragsmessungen). Die Erfassungen sollten eine einigermaßen genaue Schätzung für jede wiederholte Parzelle liefern, wobei zu berücksichtigen ist, dass es Abweichungen zwischen den Pflanzen und zwischen den verschiedenen Teilen jeder Parzelle gibt. Bei der Erfassung von Einzelpflanzen muss eine Probe aus mindestens 10 Pflanzen pro Behandlung bestehen, um repräsentativ zu sein. Für Ertragsmessungen (z. B. 5 x 5 m) ist ein Pflanzenschnitt in der Mitte jeder Parzellenwiederholung ausreichend.
- Wann wird beobachtet? Ertragsmessungen werden zum Zeitpunkt der Kulturmatrix oder der Ernte durchgeführt. Die Beobachtung von Unkräutern ist in den frühen Erntestadien am wichtigsten. Erfassungen von Insekten, Krankheiten und der Pflanzenentwicklung werden idealerweise während der gesamten Saison wöchentlich durchgeführt.

Für die Planung einer Beobachtung ist es sehr nützlich, eine Beobachtungsmatrix zu erstellen (Tabelle 1.7).

Tabelle 1.7 Beobachtungsmatrix

Beobachtungsmatrix: Einsatz von Biopestiziden zur Bekämpfung der Weißen Fliege in Tomate		
Was sollte beobachtet werden?	Wie sollte die Beobachtung erfolgen?	Wann soll beobachtet werden?
Ertrag	10 regelmäßig geerntete Pflanzen/Behandlung	Bei jeder Ernte wird der Ertrag aufgezeichnet, und am Ende werden alle Erträge für jede Behandlung zusammengefasst.
Prozentsatz der mit Rußschimmel befallenen Früchte	Bei jeder Ernte werden 50 Früchte pro Behandlung auf das Vorhandensein von Rußschimmel in zwei Kategorien eingeteilt: nicht vorhanden, vorhanden	Bei jeder Ernte
Insekten/Krankheiten	Erfassen von 10 Pflanzen pro Behandlung	wöchentlich
Natürliche Gegenspieler	Erfassen von 10 Pflanzen pro Behandlung	wöchentlich
Inputs	Kosten kalkulieren und erfassen	Wenn Inputs gemacht werden

Für jede Behandlung sollten getrennte Aufzeichnungen geführt werden, und die Aufzeichnungen für jede Probenahme sollten zusammengefasst werden. Am Ende der Saison könnten die Aufzeichnungen über alle Probenahmen zusammengefasst werden, um einen einfachen Vergleich zwischen den Behandlungen zu ermöglichen.

Fünfter Schritt: Analyse

Bei der Analyse von Messdaten sollte man sich darüber im Klaren sein, dass jede Messung aufgrund der natürlichen Schwankungen ein anderes Ergebnis liefert. Daher sind Wiederholungen erforderlich, um den natürlichen Schwankungen auf den Feldern der Landwirte zu begegnen. Der Durchschnitt aller Messungen liefert eine vernünftige Stichprobe der Feldparzelle unter dieser bestimmten Behandlung.

- Die Bedeutung der Variation: Das Verständnis der Schwankungen zwischen den einzelnen Messungen ist ebenso wichtig wie das Verständnis des Durchschnitts. Stark schwankende Messungen sind verdächtig und sollten mit Vorsicht behandelt werden, bevor irgendwelche Schlussfolgerungen gezogen werden. Ungleichmäßige Feldbedingungen oder schlechte Beobachtungen können die Ergebnisse verfälschen.
- Überlappungstest: Es wurde ein statistisches Instrument entwickelt, um die Variation zwischen den Messungen der einzelnen Behandlungen zu untersuchen. Wird die Variation nicht untersucht, können voreilige oder falsche Schlussfolgerungen gezogen werden. Der Test besteht aus zwei Schritten:
 In Schritt 1 (Ist der Unterschied zwischen den Behandlungen groß?) wird der Durchschnitt für jede Behandlung berechnet, in Schritt 2 (Gibt es Überschneidungen zwischen den Minimal- und Maximalbereichen der Behandlungen?) wird untersucht, wie variabel oder wie einheitlich die Messungen sind. Wenn die Daten einheitlich sind, können wir einen deutlichen Unterschied zwischen den Behandlungen feststellen, aber wenn die Daten sehr variabel sind, kann ein Unterschied zwischen den Behandlungen leicht durch eine Überschneidung verdeckt werden.

Sechster Schritt: Auswertung

Nachdem alle Beobachtungen gemacht wurden, ist eine Auswertung des gesamten Datensatzes erforderlich, um endgültige Schlussfolgerungen zu ziehen. Eine Bewertungsmatrix (Tabelle 1.8) hilft

bei der Auswertung des Datensatzes. Sie wertet die zu Beginn der Studie formulierten Ideen der Ideenmatrix aus.

Tabelle 1.8 Auswertungsmatrix

Auswertungsmatrix: Einsatz von Insektiziden zur Bekämpfung der Weißen Fliege in Tomate				
Zu prüfende Ideen (zu Beginn der Studie)	Ergebnisse			Schlussfolgerung
	Variante 1 Unbehandelte Kontrolle	Variante 2 biologisches Insektizid 1 (Neemöl)	Variante 3 biologisches Insektizid 2 (<i>Orius insidiosus</i>)	
Verbesserte Schädlingsbekämpfung verringert die Schäden und erhöht den Ertrag	30 kg pro Probe	43 kg	45 kg	Der Einsatz von Insektiziden rettete den Ertrag, aber es gibt keinen eindeutigen Unterschied zwischen zwei Insektiziden
Durch eine erfolgreiche Schädlingsbekämpfung wird die Anzahl der von Rußtaupilzen befallenen Früchte reduziert - mehr Früchte haben eine gute Qualität	20 % der Früchte mit rußigen Schimmelpilzen bedeckt	7 % der Früchte mit rußigen Schimmelpilzen bedeckt	7 % der Früchte mit rußigen Schimmelpilzen bedeckt	Die Anwendung von Insektiziden reduziert den Prozentsatz von Früchten minderer Qualität, es gibt keinen Unterschied zwischen zwei Insektiziden
Durch die Bekämpfung der Weißen Fliege könnten andere Schädlinge dominanter werden und andere Arten von Schäden verursachen.	Wenige Schädlinge, aber etwas mehr Tuta absoluta in Variante 1			Andere Schädlinge sind vorhanden, haben aber bei keiner der Behandlungen Schäden verursacht
Die Anwendung von Insektiziden erfordert mehr Arbeit und Geld	Keine zusätzlichen Inputs	Extra Input 30 €/ha	Extra Input 100 €/ha	Die meisten Inputs sind für die Behandlung mit <i>Orius insidiosus</i> erforderlich

Bei der endgültigen Schlussfolgerung der Studie sollte der Landwirt nicht nur seine Aufzeichnungen, sondern auch soziale Aspekte, Umweltaspekte und Aspekte der menschlichen Gesundheit berücksichtigen. Sie können in Konflikt mit einem erhöhten wirtschaftlichen Nutzen stehen.

Am Ende der Studie ist es auch wichtig, folgende Fragen zu stellen:

1. Welche Aspekte sind noch unbekannt?
2. Welche neuen Fragen werden aufgeworfen, und wie könnten sie in Angriff genommen werden?

Überprüfungsfragen

1) Das Ziel des grundlegenden Lernzyklus ist (Kreisen Sie die richtige Aussage ein - mehrere sind möglich) ...

- a) die Stärkung der Fähigkeiten und Kenntnisse der Landwirte, um neue Praktiken kritisch analysieren, testen und validieren zu können.
- b) die Stärkung des Gruppenzusammenhalts der Teilnehmer, damit sie besser als Individuum arbeiten können.
- c) die Verbesserung des Verständnisses für die komplexen ökologischen Zusammenhänge in Gewächshäusern.
- d) die Darstellung der sechs wesentlichen Schritte bei der Durchführung einer Studie.

2) Nennen Sie die sechs Schritte des Lernzyklus.

Erster Schritt - _____
 Zweiter Schritt - _____
 Dritter Schritt - _____
 Vierter Schritt - _____
 Fünfter Schritt - _____
 Sechster Schritt - _____

3) Geben Sie entsprechend der sechs Schritte des Lernzyklus in der Reihenfolge von 1 bis 5 die Reihenfolge der Erstellung von Matrizen während einer Feldstudie an.

Nr.	Art der Matrix
	Ideenmatrix
	Beobachtungsmatrix
	Auswertungsmatrix
	Problem basierte Matrix zur Themenauswahl
	Auf landwirtschaftlichen Betriebsabläufen basierende Matrix zur Themenauswahl

4) Wie viele Grundsätze während der Feldstudie sind im dritten Schritt des Lernzyklus wichtig? Kreuzen Sie die richtige Antwort an.

- a) 2
- b) 3
- c) 4
- d) 5

1.5 Der Lehrplan und die Integration von vier Hauptaktivitäten in die Lerneinheit

Lernziele

- Definieren und erläutern der wichtigsten Bestandteile des Lehrplans.
- Strukturieren und anwenden von vier FFS-Hauptaktivitäten in FFS-Sitzungen während der Wachstums- und Anbausaison: Feldstudien, spezielle Themen, Agrarökosystemanalyse (AES), Gruppendynamik, Eisbrecher und Energizer.
- Auswählen und anwenden relevanter Methoden und Übungen in Bezug auf den spezifischen Kontext, die Zielgruppe, das Thema und das Lernumfeld.

Der Lehrplan folgt dem Zyklus des jeweiligen Themas, sei es Pflanzen, Tiere, Boden oder Technik. Dieser Ansatz ermöglicht es, alle Aspekte des Themas parallel zu dem zu behandeln, was auf dem Feld

der Landwirte/Teilnehmer geschieht. So findet zum Beispiel die Kartoffelverpflanzung während der Schulung zur gleichen Zeit statt, in der die Landwirte ihre eigenen Pflanzen verpflanzen - die gelernten Lektionen können direkt angewendet werden.

Ein wichtiger Faktor ist, dass es fast keine Vorträge gibt. Die meisten Aktivitäten basieren auf erfahrungsbasiertem (learning by doing), partizipativem und praktischem Arbeiten. Dies basiert auf der Theorie und Praxis der Erwachsenenbildung. Jede Aktivität beinhaltet einen Prozess für Aktion, Beobachtung, Analyse und Entscheidungsfindung. Der Schwerpunkt liegt nicht nur auf dem „Wie“, sondern auch auf dem „Warum“. Die Erfahrung hat gezeigt, dass strukturierte, praktische Aktivitäten eine solide Grundlage für weitere Innovationen und lokale Anpassungen bilden.

Bei den Aktivitäten handelt es sich manchmal um jahreszeitlich bedingte Experimente, insbesondere im Zusammenhang mit der Boden- oder Pflanzenphysiologie (z. B. Boden- oder Sortenversuche, Pflanzenkompensationsversuche). Andere Aktivitäten im Lehrplan umfassen 30 bis 120 Minuten zu spezifischen Themen. „Ice breaker“, „Energizer“ und Team- bzw. organisationsbildende Übungen sind ebenfalls in jeder Sitzung enthalten. Der Lehrplan wird mit anderen Themen kombiniert.

In der Praxis sind es praktische Themen, die den größten Teil der Ausbildung und des Studienmaterials ausmachen, wie Pflanzen, Schädlinge und reale Probleme. Jeder neue „Fachbegriff“, der während des Kurses erlernt wird, kann direkt auf reale Themen angewandt werden, wobei lokale Bezeichnungen verwendet werden, auf die man sich einigen kann. Die Landwirte fühlen sich in der Regel auf dem Feld viel wohler als in den Klassenzimmern.

Die grundlegenden Aktivitäten im Lernprozess sind: Beobachtung des Agrarökosystems, Analyse und Präsentation der Ergebnisse. Die Analyse des Agrarökosystems (Agro-Ecosystem Analysis, AESA) ist die Kernaktivität, die durch ein spezifisches Thema und gruppenspezifische Aktivitäten unterstützt wird.

Der Prozess der Agrarökosystemanalyse schärft die Beobachtungs- und Entscheidungsfähigkeit der Landwirte und trägt zur Entwicklung ihres kritischen Denkens bei.

1.5.1 Elemente des Lehrplans

Der Lehrplan ist ein Plan, der den Moderator und die Teilnehmer zum Erreichen der gewünschten Ziele leiten soll. Folglich müssen sich die Lehrplanentwickler zunächst mit dem Inhalt oder dem Thema und dann mit den Lernerfahrungen befassen. Diesen beiden geht die Formulierung von Zielen voraus, die als Fahrplan für die Lehrplanentwicklung und den Umsetzungsprozess/die Lernaktivitäten dienen.

In Lehrplänen werden die Ziele in der Regel in Form von erwarteten Lernergebnissen angegeben, die in Form von Wissen, Fertigkeiten und Kompetenzen definiert sind. Ergebnisse sind Aussagen darüber, was die Teilnehmer am Ende des Projekts oder Lernprozesses wissen, verstehen und tun können. Ziele/Ergebnisse können bewertet, validiert und anerkannt werden.

Der eigentliche Vorteil der Angabe von Zielen besteht darin, dass man sich Gedanken darüber machen muss, wie jedes Ziel von den Teilnehmern durch den Inhalt oder das Thema, das sie lernen, erreicht werden kann. Es gibt vier stark miteinander verbundene Elemente des Lehrplans (Abbildung 1.7):

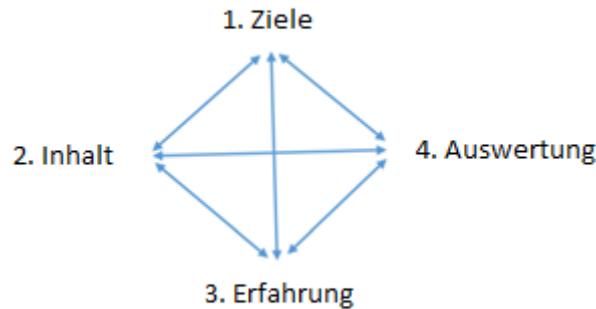


Abbildung 1.7 Beziehung zwischen den Elementen des Lehrplans

Ausrichtung und Zielsetzung

Jedes Projekt beginnt mit einem Vorsatz oder einer Absicht. Warum wollen wir dieses Projekt durchführen? Die Ziele werden eher in Form von spezifischen Aufgaben beschrieben. Bei welcher dieser Aufgaben steht der Lösungsweg mehr im Vordergrund als das Ziel?

Inhalt oder Themenbereich

Mit dem Inhalt definiert der Lehrplan eindeutig den Zweck und das, was mit dem Projekt erreicht werden soll. Der Inhalt ist ein Element oder ein Medium, durch das die Ziele erreicht werden. Der Inhalt eines jeden Themenbereichs ist breit gefächert. Er wird in Teilinhalte zerlegt, die in einer logischen Abfolge angeordnet sind.

Lernerfahrung

Die Auswahl der Lernerfahrungen soll die aktive Beteiligung am Lernprozess fördern, um die erwarteten Lernergebnisse zu erreichen. Tyler skizzierte 1949 fünf allgemeine Grundsätze für die Auswahl von Lernerfahrungen:

- Die Lernerfahrung muss den Teilnehmern die Möglichkeit geben, das gewünschte Verhalten zu üben. Wenn das Ziel darin besteht, Problemlösungsfähigkeiten zu entwickeln, sollten die Teilnehmer ausreichend Gelegenheit haben, Probleme zu lösen.
- Die Lernerfahrung muss den Teilnehmern Freude bereiten. Die Teilnehmer brauchen befriedigende Erfahrungen, um das Interesse am Lernen zu entwickeln und aufrechtzuerhalten; unbefriedigende Erfahrungen behindern ihr Lernen.
- Die Lernerfahrung muss zu den Bedürfnissen und Fähigkeiten der Teilnehmer „passen“. Das bedeutet, dass der Moderator dort ansetzen muss, wo der Teilnehmer seine Fähigkeiten hat, und dass das Vorwissen den Ausgangspunkt für neues Wissen bildet.
- Mehrere Lernerfahrungen können das gleiche Ziel erreichen. Es gibt viele Möglichkeiten, ein und dieselbe Sache zu lernen. Ein breites Spektrum an Erfahrungen ist für das Lernen effektiver als ein begrenztes Spektrum.
- Die Lernerfahrung sollte mehrere Lernergebnisse erzielen. Während sich die Teilnehmer Wissen über ein Thema oder ein Konzept aneignen, sind sie in der Lage, dieses Wissen in mehrere verwandte Bereiche zu integrieren und mehr als ein Ziel zu erreichen.

Auswertung

Bei der Auswertung werden die Qualität und die Wirksamkeit des Programms, des Prozesses und des Produkts des Lehrplans ermittelt. Das Leistungsniveau der Teilnehmer wird anhand eines kriteriengestützten Tests bewertet.

Er zeigt:

- Die Effektivität der Strategie und das Feedback der Moderation/Lehre und anderer Komponenten.
- Ob die Ziele und Vorgaben erreicht wurden oder nicht. Wenn nicht, könnte der Moderator eine andere Strategie anwenden, die erfolgreich wäre.

Die Lehrplanevaluierung ist eine empirische Grundlage für die weitere „Lehrplanentwicklung“.

1.5.2 Für das partizipative Lernen benötigte Materialien

Das Lernen neuer Inhalte/Ideen wird einfacher, wenn die Teilnehmer erkennbare Materialien erhalten, die mit dem Thema/Inhalt verbunden sind. Die Moderatoren können ihre Sitzungen für die Teilnehmer wirklich interessant und relevant gestalten, indem sie Materialien verwenden, die ihnen bei ihren mündlichen Präsentationen helfen. Es hat sich gezeigt, dass die Verwendung einer breiten Palette von Materialien dazu beiträgt, das Verständnis von Ideen zu verbessern und den Lernprozess wirklich interessant zu gestalten.

Heutzutage, wo der Schwerpunkt auf dem schülerzentrierten Lernen liegt, benötigen die Lernenden mehr und mehr Materialien, um ihre Fähigkeit zum gemeinsamen oder unabhängigen Lernen zu verbessern.

Die Materialien müssen für die Teilnehmer attraktiv sein. Größe, Farben (mehrfarbig) und in manchen Fällen Geruch und/oder Geschmack oder Klang gehören zu den Merkmalen von Materialien, die Teilnehmer/Lernende anziehen.

Außerdem können die Teilnehmer diese Materialien leicht handhaben, sodass sie auf sinnvolle Weise neue Ideen lernen können. Überraschende Materialien oder neue Verwendungsmöglichkeiten für natürliche Materialien sind attraktive Highlights guter Materialien. Das Material sollte einen Gebrauchswert haben. Es ist die entsprechende Verwendung, die das Material positiv oder negativ macht. Viele nützliche Materialien, wie Stöcke, Perlen, dreidimensionale Formen und Karten usw., können in praktisch jeder Unterrichtseinheit wiederverwendet werden.

Materialien, die bei partizipativen Veranstaltungen üblicherweise benötigt werden oder nützlich sind:

- Papier - mehrere große Tafeln zum Festhalten von Ideen
- Flipchart
- Klebeband oder Reißzwecken zum Befestigen des Papiers an der Wand
- mehrere breite, farbige Stifte mit breiter Spitze
- Stifte, Bleistifte, Marker
- Computer
- Projektor und Leinwand
- ein Mikrofon
- Drucker und Papier
- Videokamera oder Audiorecorder

- kleine, einseitig klebende Notizzettel (in verschiedenen Farben)

1.5.3 Anwendung der vier Hauptaktivitäten in den FFS-Lerneinheiten

Der Prozess beginnt mit der Beobachtung von Parzellen mit und ohne IPM in kleinen Gruppen. Während der Beobachtung sammeln die Teilnehmer Felddaten wie Insektenarten und -populationen sowie Insekten- und Pflanzenproben. Diese Daten werden in mehreren Parzellen gesammelt. Ein Moderator ist während der gesamten Beobachtung anwesend und unterstützt die Teilnehmer bei ihren Beobachtungen. Danach kehren die Landwirte zum Treffpunkt zurück und zeichnen mit Buntstiften auf ein großes Stück Plakatpapier, was sie gerade auf den Feldern beobachtet haben. Die Zeichnungen beinhalten:

- a) die auf dem Feld beobachteten Schädlinge und natürlichen Feinde (Schädlinge auf der einen Seite, natürliche Gegenspieler auf der anderen);
- b) die Pflanze (oder das Tier) unter Angabe ihrer Größe und ihres Wachstumsstadiums sowie anderer wichtiger Wachstumsmerkmale wie Anzahl der Stängel, Pflanzenfarbe und sichtbare Schäden;
- c) wichtige Umweltmerkmale (Wasserstand im Feld, Sonneneinstrahlung, schattenspendende Bäume, Unkraut und Input).

Alle Teilnehmer der Kleingruppen arbeiten zusammen, um die Zeichnung zu erstellen und die Daten zu analysieren. Während des Zeichnungsprozesses diskutieren und analysieren die Landwirte die gesammelten Daten. Auf der Grundlage der Analyse legen sie eine Reihe von Managemententscheidungen fest, die auf dem Feld umgesetzt werden sollen.

Eine Zusammenfassung dieser Managemententscheidungen ist ebenfalls in der Zeichnung enthalten und wird von der Gruppe vereinbart. Ein Mitglied jeder Kleingruppe stellt diese Ergebnisse und Entscheidungen dann der größeren Gruppe vor.

Nach dieser kurzen Präsentation der Ergebnisse ist Zeit für offene Fragen und Diskussionen. Bei Diskussionen in großen Gruppen geht es oft um alternative Szenarien, zum Beispiel um Fragen wie „Was würdest du tun, wenn ...“. Dieser Zyklus aus Präsentation, Frage, Antwort und Diskussion wird wiederholt, bis alle Kleingruppen ihre Ergebnisse vorgestellt haben. Bewahren Sie die Zeichnungen der Agrarökosysteme aus den vorangegangenen Wochen als Referenz und Diskussionsmaterial für später in der Saison auf.

Die Rolle des Moderators ist von zentraler Bedeutung für den AESA-Prozess. Im Feld wird er die Teilnehmer dazu anleiten, das zu sehen, was sie vorher vielleicht nicht gesehen haben, wie zum Beispiel kleine Raubtiere oder Veränderungen im Boden. Um eine ausgewogene und partizipative Diskussion zu gewährleisten, erkennt ein guter Moderator, dass die Teilnehmer umso mehr lernen, je mehr sie reden, und ermutigt daher eher zu Diskussionen als zu Vorträgen. Bei Präsentationen stellt der Moderator sicher, dass alle Teilnehmer während der Saison die Möglichkeit haben, sich zu äußern, und dass die Gruppe alle relevanten Themen anspricht. Der Moderator muss über landwirtschaftliche und technische Kenntnisse verfügen und in der Lage sein, gute Fragen zu stellen, die Teilnehmer bei den Übungen anzuleiten und dafür zu sorgen, dass die Gruppe solide Managemententscheidungen trifft, indem er bei Bedarf neue Informationen präsentiert.

Die vier Hauptaktivitäten, die im Lernprozess stattfinden:

1. Feldstudien
2. Agrarökosystem-Analyse (AESAs)
3. Sonderthemen
4. Gruppendynamik, Eisbrecher und Energizer

Feldstudien

Bei Feldstudien werden Originaldaten oder unkonventionelle Daten durch persönliche Interviews, Umfragen oder direkte Beobachtung erhoben. Diese Forschungstechnik wird in der Regel als eine erste Form der Forschung behandelt, da die gesammelten Daten nur für den Zweck, für den sie gesammelt wurden, spezifisch sind.

Feldstudien sollten sorgfältig geplant und vorbereitet werden, um sicherzustellen, dass die gesammelten Daten genau, gültig und effizient erhoben werden. Die benötigte Ausrüstung hängt von der Art der Studie ab, die durchgeführt werden soll. Der Prozess beginnt damit, dass das Problem klar formuliert und das Untersuchungsgebiet definiert wird. Daraufhin wird eine Hypothese oder eine Erklärungstheorie aufgestellt, um die für die betreffende Gruppe oder das betreffende Phänomen erwarteten Erscheinungen zu erklären. Bevor eine Feldstudie durchgeführt wird, ist es daher wichtig, die zu beobachtenden Daten/Phänomene zu ermitteln.

Sobald die Hypothese aufgestellt ist, können die Daten klassifiziert und skaliert werden, sodass es einfach ist, die Informationen zu kategorisieren. Die Beobachtungen werden klassifiziert, weil nicht alle Feldbeobachtungen benötigt werden; so kann der Beobachter wissen, worauf er achten muss und was er außer Acht lassen kann. Die Beobachtungen werden auch skaliert, um dem Beobachter die Möglichkeit zu geben, die Wichtigkeit oder Bedeutung des Beobachteten einzustufen. Sobald die Feldstudien abgeschlossen sind, werden die Daten analysiert und verarbeitet, um das ursprünglich gestellte Problem zu lösen oder die aufgestellte Hypothese zu bestätigen oder zu verwerfen.

Durchführung der Feldstudie

Es wird erwartet, dass die Teilnehmer sowohl bei der Organisation als auch bei den drei Durchführungsphasen der Feldstudie die Initiative ergreifen.

Stufe 1: Vorbereitung

Zur Vorbereitung gehört das Mitwirken des Moderators:

- Studiert die Lehrbücher und sucht nach Themen, die sich für Feldstudien eignen
- Erkundet die Wohnorte der Studenten und erkundet mögliche Orte für Feldstudien in diesen Gegenden
- legt ein Archiv an, das den Namen und den Ort des Gebietes sowie die Lernmöglichkeiten und andere nützliche Informationen enthält
- Besucht das „Studiengebiet“ im Vorfeld, um es kennenzulernen
- Das Studienobjekt sollte von der gesamten Gruppe der Schüler während der Sitzungen genutzt werden.
- Bereitet Aktivitäten für die Schüler vor und erstellt eine Liste der benötigten Materialien
- Stellt Kooperationen sicher und wählt den optimalen Zeitpunkt für die Durchführung aus

In den Sitzungen erklärt der Moderator die Technik der Feldstudie und legt die Regeln fest. Genauer gesagt, organisiert der Moderator eine Vorbesprechung zur Bestimmung von:

- Das Thema der Feldstudie
- Das Motiv und die Ziele der Feldstudie
- Der Ort, an dem die Feldstudie durchgeführt werden soll
- Durchzuführenden Aktivitäten (bei Gruppenarbeit müssen jeder Gruppe bestimmte Aktivitäten zugewiesen werden).
- Die Dauer der Feldstudie
- Die zu verwendenden Quellen
- Das Endprodukt

Phase 2: Arbeit auf dem Feld

Vor Ort werden die Teilnehmer entweder in Gruppen oder unabhängig voneinander mit bestimmten Aktivitäten betraut. Diese Aktivitäten können variieren und ihre Art hängt von den Zielen und den Möglichkeiten ab, die das jeweilige Feld bietet. Zu den Aktivitäten vor Ort können Beobachtung und Vergleich, Kartierung, Probennahme, Fotografieren usw. gehören.

Phase 3: Zusammenfassung und Präsentation in den Sitzungen

Nach Abschluss der Feldarbeit folgt die Verarbeitung der gesammelten Daten, die in die Zusammenfassung (Analyse und Interpretation der gesammelten Daten) mündet. In dieser Phase können die Studierenden entweder eine oder mehrere der in ihren Kursbüchern vorgesehenen Aktivitäten durchführen oder einen Bericht mit den wichtigsten Punkten ihrer Forschung erstellen. Das kann beispielsweise ein Entwurf einer Broschüre mit Fotos, Diagrammen, Skizzen, Plänen, Histogrammen sein oder ein Präsentation des gesammelten Materials einfach in Form von schriftlichen Texten. Die elektronische oder sonstige Kommunikation zwischen den Schülern wird in dieser Phase als wichtig erachtet. Die Schüler können Elemente aus der Feldstudie für ihre Aufgaben verwenden. Die Präsentation dieser Aufgaben im Rahmen der gemeinsamen Sitzungen wird als außerordentlich nützlich angesehen.

Agrar-Ökosystem-Analyse (AESA)

Die Agrar-Ökosystem-Analyse (AESA) ist ein Instrument zur Entscheidungsfindung, das für die wöchentliche Feldbeobachtung während des gesamten Entwicklungszyklus der Kultur verwendet wird, um die Pflanzengesundheit und ihre Kompensationsfähigkeit, die Populationsschwankungen von Schädlingen und natürlichen Feinden, die Bodenbedingungen, klimatische Faktoren, agronomische Praktiken usw. zu ermitteln und die Situation unter Berücksichtigung der Wechselbeziehungen zwischen den Faktoren zu analysieren. Die Analyse führt zu einer Qualitätsentscheidung über geeignete Bewirtschaftungsmethoden (Tabelle 1.9).

AESA ist ein Instrument, das den Landwirten hilft, Fähigkeiten und Kenntnisse über Ökosysteme zu entwickeln und bessere Entscheidungen zu treffen. In Gruppenarbeit beobachten die Landwirte Feldsituationen und machen sich Notizen über das Ökosystem, z. B. über Pflanzen, Insekten, Krankheiten, Unkraut, Wasser, Wetter usw. Diese Beobachtungen werden dann auf einem Blatt Papier festgehalten und geprüft, bevor Entscheidungen über die Bewirtschaftung getroffen werden. Die AESA kann die folgenden Informationen enthalten: Standort, Datum, Alter der Kultur, Aussaatzeitpunkt,

Sorte, nützliche Insekten, schädliche Insekten, Krankheiten, Unkraut, Pflanzenhöhe, Wetter- und Bodenbedingungen, Farbe der Blätter, Blüte und Fruchtansatz.

Anwendung - Hauptkomponenten der AESA

a) *Feldbeobachtung*

Beispiel: Agrarökosystem-Analyse bei Mais mit besonderem Augenmerk auf den Fall Armyworm (FAW) *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera; 2021 noch nicht in Europa nachgewiesen, jedoch ist die Gefahr einer Einschleppung in Zukunft wahrscheinlich)

Zielsetzung:

Die Landwirte sollen in die Lage versetzt werden, ihre Agrarökosysteme zu verstehen und auf der Grundlage gründlicher Beobachtung, Diskussion und Analyse fundierte Entscheidungen über die Bewirtschaftung der Kulturen zu treffen.

Ablauf:

Erinnern Sie sich an das Klima der letzten Woche und halten Sie es fest. Erfassen Sie das Stadium der Kultur. Insgesamt müssen 20 Pflanzen pro Feld beprobt werden. Die Pflanzen, die ein bis zwei Meter vom Rand entfernt sind, sollten nicht einbezogen werden, um einen Randeffect bei der Beprobung zu vermeiden. Wählen Sie 20 Pflanzen nach dem Zufallsprinzip aus.

Von diesen 20 Pflanzen markieren Sie 5 Pflanzen mit dauerhaften Etiketten, um die Wachstumsparameter der Pflanzen zu erfassen. Trage alle Ergebnisse in eine Tabelle ein.

- Zählen Sie die fliegenden Insekten in und um das Blätterdach, ohne die Pflanze zu stören.
- Blätter auf beiden Seiten und Stängel auf Eigelege untersuchen (Anzahl der Eigelege pro 20 Pflanzen zählen)
- die Eigelege, falls vorhanden, zur Aufzucht einsammeln und den Prozentsatz des Eiparasitismus aufzeichnen
- anschließend die Blätter auf 1 bis 2 Larvenstadien untersuchen. 10 bis 25 gesunde sowie inaktive Larven/Puppen für die Aufzucht und die Erfassung des Larvalparasitismus sammeln
- Blattachsel (Trichter) und die Blätter auf drei Arten von Schäden untersuchen: Fensterfraß (Kratzer), Nadelstichschäden (kleine Löcher), raue Schäden und Fraß (sägemehlähnliches Aussehen)
- natürliche Gegenspieler beobachten
- nach durch Krankheitserreger abgestorbenen Larven suchen und deren Anzahl zählen
- Beobachtung der Wachstumsparameter der Pflanzen: Wachstumsstadium, Alter, Höhe, Farbe, Anzahl der Blätter, Auftreten von Schädlingen und Krankheitserregern. Zur Beurteilung des Blattschadens die Gesamtzahl der Blätter und die Anzahl der geschädigten Blätter zählen und den Prozentsatz der Entblätterung berechnen. Blätter mit weniger als 25 Prozent beschädigter Blattfläche können ignoriert werden.
- Beobachten Sie die Bodenbedingungen: Feuchtigkeit, Unkrautspektrum (beobachten Sie einen Quadratmeter um die Pflanze herum und notieren Sie die Art der Unkräuter, die Größe im Verhältnis zur Maispopulationsdichte, entweder als Anzahl oder als prozentualer Anteil der betroffenen Fläche)
- Wetteraufzeichnungen

b) Diskussion in kleinen Gruppen

Nun diskutiert die Gruppe über die Situation auf dem Feld, indem sie viele Fragen stellt. Zu diesem Zweck ist es wichtig, die Diagramme der vorangegangenen Wochen heranzuziehen, um die Populationsschwankungen von Schädlingen und Nützlingen sowie die Tendenzen beim Befall der Pflanzen zu erfassen. Zu den Diskussionspunkten sollten die folgenden gehören:

- Pflanzenstadien, Gesundheit und Kompensationsfähigkeit
- Veränderungen der Schädlingspopulation im Vergleich zu den Vorwochen
- entsprechende Veränderungen in der Population der natürlichen Gegenspieler
- Krankheiten - Vorhandensein von Infektionsmaterial, günstiges Klima, Verfügbarkeit von anfälligen Sorten
- Klimafaktoren - Temperatur, Niederschlag, Feuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und ihr Einfluss auf Schädlinge, Abwehrkräfte, Pflanzenwachstum usw.
- Unkräuter - anfälliges Stadium der Kultur, alternativer Wirt für Schädlinge, Schutz für Verteidiger usw.
- agronomische Praktiken - Bewässerung, Düngung, Zwischenfruchtanbau, usw.
- Nach Abwägung aller relevanten Faktoren kommen die Gruppenmitglieder zu einer Schlussfolgerung und geben Empfehlungen ab,
- die im unteren Teil des Diagramms eingetragen werden

c) Analyse einschließlich Zeichnungen

- Fertigen Sie die Zeichnung auf dem Manilapapier/Flipchartpapier an. Verwenden Sie lebende Exemplare als Modelle für die Zeichnung.
- Die oberen zwei Drittel des Blattes werden zum Zeichnen verwendet, das verbleibende Drittel zum Schreiben von Schlussfolgerungen und Empfehlungen.
- Zeichnen Sie die Pflanze mit der korrekten durchschnittlichen Anzahl der gefundenen Blätter.
- Bei Unkraut sind die ungefähre Dichte und Größe des Unkrauts im Verhältnis zur Größe der Pflanze anzugeben. Zeichnen Sie die Art des Unkrauts ein (breitblättrig oder grasartig).
- Für die Intensität der Schädlingspopulation zeichnen Sie den Schädling, wie er auf dem Feld gefunden wurde, auf die rechte Seite der Pflanze. Schreiben Sie die durchschnittliche Anzahl (pro Blatt bei saugenden Schädlingen und pro Pflanze bei anderen) und den lokalen Namen neben das Insekt.
- Für die Populationsdichte der Gegenspieler zeichnen Sie die Organismen, wie sie auf dem Feld gefunden wurden, auf die linke Seite der Pflanze. Schreiben Sie die durchschnittliche Anzahl pro Pflanze und ihre lokalen Namen neben die Zeichnung.
- Verwenden Sie für alle Organismen natürliche Farben. Zeichnen Sie z. B. grün für gesunde Pflanzen und gelb für kranke Pflanzen oder Pflanzen mit Mängeln. Zeichnen Sie Schädlinge und natürliche Feinde näher an der Pflanze, wo sie normalerweise zu sehen sind.
- Wurde Dünger ausgebracht, bringen Sie je nach Art des verwendeten Düngers ein Bild des von Hand geworfenen N, P und K an.
- Wenn auf dem Feld Insektizide eingesetzt wurden, zeigen Sie Sprühvorgänge mit einer Düse und schreiben Sie die Art des Insektizids auf, das aus der Düse kommt.

- Wenn die vorangegangene Woche überwiegend sonnig war, zeichnen Sie eine Sonne direkt über der Pflanze ein. Wenn die Woche teilweise sonnig und teilweise bewölkt war, zeichnen Sie die Sonne ein, die jedoch zur Hälfte von dunklen Wolken bedeckt war. Wenn die Woche fast den ganzen Tag bewölkt war, zeichnen Sie nur dunkle Wolken.
- Diskutieren Sie in der Kleingruppe, welche Entscheidung für die kommenden Tage im IPM-Feld getroffen werden sollte, und halten Sie diese auf der Grundlage von AESA fest. Wie lautet die Entscheidung in der lokalen Praxis für die kommenden Tage?

d) Präsentation vor der großen Gruppe

Ein Vertreter jeder Gruppe stellt seinen Analysebericht vor der größeren Gruppe vor und lädt zu Diskussionen und Interaktionen ein. Die Entscheidungen über die Bewirtschaftungspraktiken werden endgültig getroffen und vor Ort umgesetzt. Kernaussage: Die AESA bezieht sich täglich auf die wichtigsten Beobachtungen und Entscheidungen (Empfehlungen), die von der gesamten Gruppe bestätigt werden, um die Bewirtschaftungsoptionen/-praktiken für den FAW festzulegen. Es sollte auch ein Vergleich mit der vorherigen AESA vorgenommen werden, um die Wirksamkeit oder Angemessenheit der auferlegten Bewirtschaftungsoptionen zu bewerten.

Tabelle 1.9 Agrarökosystem-Aktivitätsmatrix

Agrarökosystem-Aktivität			
Aktion	Entscheidende Schritte	Anmerkungen	Indikatoren
AESA Grundlegende Tätigkeiten, die sich zu guten Gewohnheiten entwickeln: Beobachtung, Analyse, Entscheidungsfindung Landwirte werden zu Experten	Beobachtung und Zeichnung des Agrar-Ökosystems	<p>Die Teilnehmer müssen den Prozess der Beobachtung sowie deren Zweck und Ziele verstehen.</p> <p>Die Teilnehmer beobachten vor Ort, machen Notizen, sammeln Proben.</p> <p>Der Zweck der Zeichnung ist es, die Beobachtung zusammenzufassen und sich auf die Analyse zu konzentrieren.</p>	<p>1. Vor Beginn der Aktivität legen die Teilnehmer fest:</p> <ol style="list-style-type: none"> Das Ziel der Aktivität Den Ablauf der Aktivität <p>2. Alle Teilnehmer befinden sich im Feld</p> <p>3. Das Beobachtungsverfahren umfasst den gesamten Betrieb</p> <p>4. Aufgezeichnete Beobachtung</p> <p>6. Zeichnung zur Zusammenfassung der Beobachtungen</p>
	Präsentationen und Analysen	<p>Die Ergebnisse der Analyse werden der großen Gruppe von mindestens einem Mitglied jeder Kleingruppe vorgestellt. Probleme werden angesprochen, Fragen gestellt.</p> <p>Zweck: Diskussion der Situation vor Ort und Erörterung von „Was wäre wenn“-Szenarien.</p> <p>Ziel: Verbesserung der Entscheidungsfindung und der analytischen Fähigkeiten auf der</p>	<ol style="list-style-type: none"> Eine Präsentation durch ein Mitglied jeder Kleingruppe Die Teilnehmer stellen Fragen an den Referenten. Der Moderator stellt Fragen, die sich für eine Analyse eignen. Die Gruppe diskutiert über die Situation vor Ort und die Beziehungen zwischen den Agrarökosystemen. Diskussion von „Was wäre wenn“-Szenarien Die Zeichnung des Agrarökosystems aus den vorangegangenen Wochen

		<p>Grundlage der Beobachtung des Ökosystems.</p> <p>Der Moderator hilft der Gruppe, das Ziel zu erreichen, indem er Fragen stellt, die den analytischen Prozess unterstützen.</p>	<p>wird zum Vergleich herangezogen.</p> <p>7. Die Gruppe prüft kritisch Managemententscheidungen auf dem Feld.</p> <p>8. Neben wirtschaftlichen Schwellenwerten werden auch andere Faktoren analysiert, z. B. Pflanzenstadium, natürliche Gegenspieler.</p> <p>9. Der Moderator verwendet Leitfragen, um den Teilnehmern zu helfen, das während der Aktivität Gelernte zu analysieren.</p>
--	--	---	--

Quelle: FAO. Fisheries and Aquaculture Management Division, 2008

Sonderthema des Tages

Technische Informationen zur Ergänzung des „Learning by doing“ und der Feldversuche werden in der Regel als Sonderthema des Tages eingebracht. Dies bietet dem Moderator, Forscher oder Spezialisten die Möglichkeit, die für das allgemeine Verständnis des Themas erforderlichen technischen Informationen zu vermitteln und den Wissensstand der Teilnehmer zu verbessern. Das Thema des Tages ist in der Regel ein landwirtschaftliches Thema, kann aber auch ein beliebiges anderes Thema sein. Die Teilnehmer können auch andere Probleme haben und das Bedürfnis verspüren, diese zu diskutieren. Wenn der Moderator nicht über das nötige Fachwissen verfügt, können externe Fachleute oder andere Gemeindemitglieder eingeladen werden, die Diskussion zu leiten. Die Rolle des Moderators besteht darin, ein bestimmtes Thema zum besten Zeitpunkt für die Gruppenteilnehmer anzusprechen.

Umsetzung des Sonderthemas eines Tages

Beispiel: Insektenzoo und die Rolle der natürlichen Gegenspieler (Freunde des Landwirtes)

Insektenzoos sind ein wichtiges Spezialthema in der FFS. Die Teilnehmer können Insektenzoo-Experimente aufbauen, die es ihnen ermöglichen, das Verhalten von lebenden Insekten zu verfolgen und zu beobachten (entdeckendes Lernen). Der Insektenzoo hilft auch dabei, mehr über die Funktionen eines Insekts auf dem Feld herauszufinden, was eine sehr wichtige Information für den Umgang mit Insekten durch IPM ist. Er kann Landwirten helfen, ein besseres Verständnis für Insekten zu entwickeln, auch wenn sie nur begrenzten Zugang zu Informationen von außen haben. Insektenzoos motivieren die Landwirte auch dazu, ihr Agrarökosystem weiter zu beobachten und zu erforschen, da sie erkennen, dass sie selbst wichtige und nützliche Entdeckungen machen können, um ihre Betriebsführung zu verbessern. Insgesamt führt das Lernen im Insektenzoo zu Wissen und Informationen, die helfen, fundierte Managemententscheidungen für die IPM des FAW und anderen Schädlingen zu treffen.

Zweck von Insektenzoos:

- Untersuchung der Funktion eines Insekts - frisst es Pflanzen? Andere Insekten?

- Mehr über natürliche Gegenspieler erfahren: Ermitteln der Prädationsrate indem man z. B. einen natürlichen Feind mit Schädlingen zusammenbringt und herausfindet, wie viele Schädlinge ein natürlicher Feind an einem Tag verzehren kann. Aufziehen von Eigelegen, Larven oder Puppen, um deren Parasitierung zu beobachten.
- Erforschung der Lebenszyklen von Insekten - Durchführung von Experimenten zur Beobachtung des Lebenszyklus eines Insekts, wo die verschiedenen Stadien zu finden sind (auf oder in der Pflanze, in der Umgebung) und wie lange die verschiedenen Stadien des Lebenszyklus dauern.

Begründung:

Natürliche Gegenspieler sind ein natürlicher Mechanismus zur Schädlingsbekämpfung. Auf unseren Feldern gibt es ein breites Spektrum natürlicher Gegenspieler (Insekten-Prädatoren, Parasitoide, Vögel, Frösche und Mikroorganismen - Pilze, Viren, Bakterien, Nematoden). Viele von ihnen können bei der Bekämpfung von FAW helfen. Die Landwirte sind sich in der Regel nicht der Präsenz und des Nutzens der Freunde des Landwirts (natürliche Gegenspieler) bei der Kontrolle der Schädlingspopulationen auf ihren Feldern bewusst.

Zielsetzungen:

Die Landwirte sollen in die Lage versetzt werden, natürliche Gegenspieler im Maisfeld und deren Auswirkungen zu erkennen, indem sie:

- Die Funktion eines Insekts auf dem Feld kennenlernen (z. B. was frisst oder tut es)
- Verständnis/Beobachtung von Prädation, Parasitierung und Pathogeninfektion
- Beobachtung der Prädations- und Parasitierungsraten
- Verständnis des Lebenszyklus durch Lebenszyklusstudien
-

Erforderliche Zeit:

Eine ganze Saison lang

Benötigte Materialien:

Feldparzellen; Handlinsen/Lupen; Fläschchen oder Plastikflaschen für die Feldsammlung; Insektennetze; kleines Messer; Entermesser; Stöcke.

Methoden und Parameter für die Beobachtung:

- Sammeln Sie verschiedene Insekten und Spinnentiere (z. B. „Spinnen“), die Sie finden können, und beobachten Sie direkt vor Ort, was sie tun.
- Bauen Sie ein einfaches Experiment mit leeren Flaschen oder Gläsern auf (stellen Sie sicher, dass die Flasche kleine Belüftungslöcher hat oder decken Sie den Deckel mit einem Schleier/Netz ab)
- Räuber: Setzen Sie eine Raupe und/oder Eigelege mit dem vermuteten Räuber in einen Behälter und machen Sie Beobachtungen (ca. 5 Minuten). Die Beobachtungen können täglich wiederholt werden, als Hausaufgabe für interessierte FFS-Teilnehmer zur Beobachtung der Räuberaktivitäten. Notieren Sie, wie viele FAW pro Tag gefressen werden. Beachten Sie jedoch, dass ein Räuber unter diesen Umständen möglicherweise nicht in der Lage ist, sein

natürliches Verhalten zu zeigen. Dies kann zu einer erheblichen Unterschätzung der Wirksamkeit führen. Sie können auch einfach nur beobachten, z. B. indem Sie Grabwespen zählen, die ihre Löcher besuchen, und die Anzahl der Larven zählen.

- Eiparasitismus: Parasitierte Eier sind oft dunkler gefärbt und können manchmal mit kurz vor dem Schlüpfen stehenden Eiern verwechselt werden. Wenn der Verdacht auf Parasitismus besteht, sammeln Sie die Eigelege mit dem Blatt ein, geben Sie sie in eine durchsichtige, belüftete Plastikbox und beobachten Sie sie täglich und diskutieren Sie die Ergebnisse. Was geschieht? Was sind die Unterschiede zum Schlüpfen von nicht parasitierten Eigelegen?
- Larvalparasitismus und Krankheiten: Suchen Sie nach Larven mit abnormalem Verhalten; sammeln Sie jede dieser Larven in einer einzelnen durchsichtigen Flasche oder einem Glas mit einigen Blättern und machen Sie Beobachtungen.
- Die Überwachung von Feldstudien zur Beobachtung, Datenerfassung und -analyse für das Lernen und die fundierte Entscheidungsfindung wird regelmäßig im Rahmen des AESA-Prozesses durchgeführt.
- Es ist möglich, im Rahmen der AESA einen systematischen Vergleich zwischen IPM und lokaler Praxis (LP) durchzuführen, indem auf jedem Feld eine bestimmte Anzahl von Eigelegen gesammelt und beobachtet wird, ob es einen Unterschied zwischen den Behandlungen gibt.

Ergebnisse und Diskussion:

- Vielfalt und Anzahl der natürlichen Gegenspieler
- Funktion und Verhalten der natürlichen Gegenspieler; Räuber vs. Parasitoide
- Vielfalt der Schadinsekten
- Wachstum und Vitalität der Pflanzen
- Ertrag

Tabelle 1.10 Tätigkeitsmatrix für Sonderthemen

Sonderthemen Aktivität			
Aktion	Entscheidende Schritte	Anmerkungen	Indikatoren
Sonderthemen konzentrieren sich auf Themen wie Ökologie, Biologie, andere Bereiche usw.	Zielsetzung	Die Teilnehmer müssen den Zweck der Übung kennen und wissen, was sie lernen werden.	1. Erklären Sie den Teilnehmern vor Beginn der Übung, was das Ziel der Übung ist.
	Kleingruppe	Es ist den Teilnehmern klar, was sie tun müssen und warum. Das benötigte Material steht zur Verfügung.	1. Alle Teilnehmer sind aktiv und an der Übung beteiligt. 2. Keine Kleingruppe wird von einer Person unter völligem Ausschluss der anderen dominiert.
	Präsentation	Die Übung wird von den Teilnehmern analysiert. Der Moderator stellt Leitfragen, damit die Teilnehmer wissen, was während der Übung passiert ist und warum. Spezielle Themen bieten die Möglichkeit, etwas über Themen zu erfahren, die für das Thema wichtig sind.	1. Die Teilnehmer präsentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit während der Übung und fassen zusammen, was passiert ist und warum. 2. Der Moderator stellt Leitfragen, um den Teilnehmern zu helfen, über die Schritte im Aktivitätsprozess nachzudenken und das Gelernte auf das „echte Leben“ anzuwenden.

Quelle: FAO. Fisheries and Aquaculture Management Division, 2008

Gruppendynamik

Die Dynamik der Gruppe oder die Durchführung des Lernprozesses und der Aktivitäten werden von den Gruppenmitgliedern gemeinsam mit partizipativen Methoden während der gemeinsamen Planung, Verwaltung, Durchführung, Überwachung und Bewertung durchgeführt.

Die Beteiligung erfordert eine kollektive Analyse und ein gutes Verhältnis. Die Moderatoren müssen eng mit den Menschen vor Ort zusammenarbeiten. Idealerweise arbeiten die Teilnehmer jedoch in interdisziplinären und Sektor übergreifenden Teams zusammen. Durch die Arbeit als Gruppe können die Teilnehmer eine Situation aus verschiedenen Blickwinkeln betrachten, die Arbeit der anderen sorgfältig verfolgen und eine Vielzahl von Aufgaben gleichzeitig erledigen. Gruppen können sehr leistungsfähig sein, wenn sie gut funktionieren, da die Leistung und der Output wahrscheinlich größer sind als die Summe der einzelnen Teilnehmer. Gemeinsame Wahrnehmungen, die für Gruppen- oder Gemeinschaftsaktionen unerlässlich sind, müssen jedoch sorgfältig ausgehandelt werden. Verschiedene Workshop- und Feldmethoden werden eingesetzt, um diesen Prozess der Gruppenbildung zu erleichtern.

Der kreative Einfallsreichtum von Praktikern in aller Welt hat das Spektrum der angewandten partizipativen Methoden erheblich erweitert. Viele stammen aus einem breiten Spektrum nicht landwirtschaftlicher Kontexte und wurden an neue Bedürfnisse angepasst.

Anwendung von partizipativen Methoden

Einige gruppendynamische Übungen sind körperlich und aktiv, während andere eher als „Denksportaufgaben“ zu verstehen sind. Die Rolle des Moderators besteht darin, den Teilnehmern zu helfen, ihre eigenen Erfahrungen zu analysieren, um besser zu verstehen, wie sich Menschen in verschiedenen Situationen verhalten.

Viele didaktische Übungen und Spiele können eingesetzt werden, um den Lernprozess in der Gruppe zu fördern. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Schaffung eines Umfelds, in dem Einzelne und Gruppen Erfahrungen machen, reflektieren und sich verändern können. Weitere Informationen zu den einzelnen Übungen finden Sie im Internet unter: [www.researchgate.net/publication/288832171 Trainers' Guide for Participatory Learning and Action](http://www.researchgate.net/publication/288832171_Trainers'_Guide_for_Participatory_Learning_and_Action) <http://danadeclaration.org/pdf/ChattyBaasFleig.pdf>.

Es gibt elf Hauptkategorien von Übungen und Spielen für Gruppenprozesse, die sich für das partizipative Lernen eignen (Tabelle 1.11).

Tabelle 1.11 Beschreibung der Hauptkategorien von Gruppenprozessen und Beispiele von Spielen

Kategorie des Gruppenprozesses	Beschreibung	Beispiele für Übungen
--------------------------------	--------------	-----------------------

Einführung und Eisbrecher	Es ist wichtig, dass sich alle willkommen und als Teil einer Gruppe fühlen. Es ist von entscheidender Bedeutung, dass alle, insbesondere die schüchternen Personen, sich beteiligen und miteinander reden, indem die Spannungen und die Nervosität zu Beginn abgebaut werden.	Paarinterviews, Erwartungen und Grundregeln beim Schreiben, Vorstellung beim Vornamen, Hoffnungen und Ängste, Selbstporträts, Etwas von zu Hause, Trittsteine, Symbolische Vorstellung, Zeichnen von Konzepten, Die Saatgutmischung, Namensspiel, Wer sind wir?
Energizer	Energizer sind Spiele, die die Gruppe in Schwung bringen. Dies kann entscheidend sein, um den Schwung der Schulung aufrechtzuerhalten. Ein schnelles, amüsantes Spiel, das die Teilnehmer in Bewegung bringt, reaktiviert ihren Geist.	Obstsalat, A's und B's, Zahlenspiel, Auf den Punkt gebracht, Bewegen wenn, Straßen und Alleen, Roboter, Familienmitglieder, Durchbruch, Statuenstopp, Countdown, Selbstwahl der Gruppe, Gruppenskulptur
Gruppenbildung	Die Gruppenbildung ist bei partizipativen Methoden notwendig, da sie viel intensive Gruppenarbeit beinhalten sollten. Spiele können zur zufälligen Mischung oder zur gezielten Bildung von Gruppen verwendet werden. Es gibt Zeiten, in denen es gut ist, Menschen zu erlauben und zu ermutigen, Themengruppen mit Teilnehmern mit den gleichen Interessen zu bilden.	Obstsalat, Zahlenspiel, Move if, Count down, Selbstwahl der Gruppe, Postkarte oder Puzzle
Gruppensdynamische Übung	Diese Übungen können wertvoll sein, um die Teilnehmer durch die verschiedenen Phasen der Gruppenentwicklung zu begleiten. Das allgemeine Ziel dieser Übungen ist es, die Kraft der Gruppenarbeit zu demonstrieren und den Einzelnen zu ermutigen, offen auf andere zu reagieren. Solche Übungen können schwierige Konflikt- und Dominanzthemen auf eine nicht bedrohliche Weise ans Licht bringen.	Nominale Gruppentechnik, Gruppenprofile, Kmotty-Problem, Vertrauensspaziergang, Gruppenproblemlösung und Teamkontrast, Stühle, Gruppenstrategien: Gefangenendilemma, Kooperative Quadrate, Postkarte oder Puzzle, Look who's talking, Seilquadrat, Meine Ecke, Gruppenrollen, Zahlen ausschließen
Übungen zum Zuhören und Beobachten	Eine Haltung des Zuhörens und Lernens ist von zentraler Bedeutung für die Ausbildung im Bereich des partizipativen Lernens, insbesondere wenn es um die Arbeit vor Ort und die direkte Arbeit mit den Menschen vor Ort geht. Diese Übungen können dazu beitragen, die Sichtweise der Menschen zu verändern, und geben den Teilnehmern die Möglichkeit, über ihr Verhalten in der Übung nachzudenken. Nachbesprechungen im	Streichhölzer, Kissenspiel, Watch it, Nonverbale Kreise, Abstimmungsdebatte, Faltpapierspiel, Bausteine malen, Empathisches Zuhören, Wackelpeter, Flüstern und Erzählsequenzen

	Anschluss an Zuhör- und Beobachtungsspiele sind von entscheidender Bedeutung.	
Analytische Übungen	Partizipatives Training sollte die Reflexion darüber ermöglichen und fördern, wie wir lernen und beobachten, einschließlich der Erkenntnis, wie unsere persönlichen Erfahrungen und unsere Persönlichkeit das, was wir sehen, beeinflussen. Diese Übungen konzentrieren sich darauf, wie wir beobachten und uns erinnern, was wir ignorieren, wie wir neue Informationen aufnehmen und wie schwierig es ist, objektiv zu sein.	Lernen durch Assoziation, Die Ks oder Hs sehen, Tatsache, Meinung, Gerücht, Tauschen, Detektiv spielen, Der Mantel des Rucksacks, Welche Uhr? Wessen Schuh? Margolis-Rad, Joharis Fenster, Bohnen im Glas, Kartenumkehrung, Handspange
Bewertungsübung	Als Schulungsleiter ist es wichtig, die Entwicklung der Schulung kontinuierlich zu bewerten und das Programm an die veränderten Bedingungen anzupassen. Die Übungen sind hilfreich für schnelle Updates zur Stimmung der Gruppe und für gründlichere Bewertungen am Ende des Trainings.	Margolis-Rad, Bewertung von Einzelpersonen und Gruppen, Ablehnung und Wertschätzung, Stimmungsmesser, Graffiti-Feedback-Tafeln, Beobachtung von Vertretern, Bewertung der Sitzung, Bewertungsrad, Bewertung von Hoffnungen und Ängsten, Rollenspiel zur kreativen Bewertung, Problemhut, Mentale Geschenke
Halbstrukturierte Befragung	Es handelt sich um einen geführten Befragungs-/Interview- und Zuhörprozess, bei dem nur einige Fragen und Themen im Voraus festgelegt werden, während sich andere Fragen während des Gesprächs ergeben. Die Interviews erscheinen informell und ungezwungen, sind aber in Wirklichkeit sorgfältig kontrolliert und strukturiert. Das multidisziplinäre Team stellt anhand eines Leitfadens oder einer Checkliste offene Fragen und prüft Themen, sobald sie auftauchen. Während des Gesprächs werden neue Möglichkeiten der Fragestellung erkundet.	Viele Arten von Interviews können in Sequenzen und Verläufen kombiniert werden. Dazu gehören Interviews mit Schlüsselinformanten, bei denen wir fragen, wer die Experten sind, und dann eine Reihe von Interviews konstruieren, und Gruppeninterviews, bei denen Gruppen einberufen werden, um ein bestimmtes Thema zu diskutieren.
Diagrammdarstellung und Visualisierung	Die Erstellung von Diagrammen ist eine Möglichkeit, Informationen klar zu strukturieren, die Verbindungen zwischen bestimmten Objekten oder Faktoren zu visualisieren und eine Grundlage für weitere Analysen zu schaffen. Diagramme können Tabellen, „Bäume“, Tortendiagramme oder jedes andere Format sein, das geeignet ist, eine Diskussion über ein bestimmtes Thema zu unterstützen. Das Flussdiagramm und das Beziehungsdiagramm oder Venn-Diagramm sind am weitesten verbreitet. Versuchen Sie, beide in jede Schulung zu partizipatorischen Instrumenten einzubeziehen, da sie für die Analyse von Problemen und die Identifizierung von Mustern sozialer Interaktion/Konflikte wesentlich sind. Bei Venn-Diagrammen werden Kreise aus Papier oder Pappe verwendet, um Personen, Gruppen und Institutionen darzustellen. Diese werden so angeordnet, dass sie reale	

	<p>Verbindungen und Abstände zwischen Personen und Institutionen darstellen. Flussdiagramm ist ein Sammelbegriff für ein Diagramm, das einen Fluss oder eine Reihe von dynamischen Beziehungen in einem System darstellt. Überschneidungen zeigen Informationsflüsse an, und die Entfernung im Diagramm steht für fehlenden Kontakt.</p> <p>Das Element ist die Betonung von Diagrammen und visuellen Konstruktionen. Bei formellen Erhebungen werden die Informationen von Interviewern aufgenommen, die das, was die Menschen sagen, in ihre eigene Sprache übertragen. Die Erstellung von Diagrammen durch die Menschen vor Ort hingegen lässt sie an der Schaffung und Analyse von Wissen teilhaben und bietet einen Schwerpunkt für den Dialog, der nach und nach geändert und erweitert werden kann. Bei der Erstellung von Diagrammen werden lokale Kategorien, Kriterien und Symbole verwendet. Anstatt Fragen zu beantworten, die von den Werten der externen Fachleute geleitet werden, können die Menschen vor Ort kreativ ihre eigenen Versionen ihrer Welt erkunden. Visualisierungen tragen somit zu einem ausgewogenen Dialog bei und erhöhen die Tiefe und Intensität der Diskussion.</p>
Rangfolge und Bewertung	<p>Diese Methoden dienen dazu, die Kategorien, Kriterien, Wahlmöglichkeiten und Prioritäten der Menschen vor Ort kennenzulernen. Bei der paarweisen Einstufung werden die interessierenden Elemente paarweise verglichen; die Befragten werden gefragt, welches der beiden Elemente sie bevorzugen und warum. Bei der Bewertung werden Kriterien für die Zeilen einer Matrix und Elemente für die Spalten verwendet, und die Befragten füllen die Felder Zeile für Zeile aus. Die Elemente können für jedes Kriterium geordnet werden (z. B. bei sechs Bäumen von der besten bis zur schlechtesten Bewertung für Brennholz, Futtermittel, Erosionsschutz und Obstversorgung).</p>
Kartierung und Modellierung	<p>Dazu gehört das Konstruieren, vor Ort oder auf dem Papier. Sie bietet einen guten Ausgangspunkt für Diskussionen mit den Menschen vor Ort über ihre Probleme, Möglichkeiten und Bedürfnisse. Es wird empfohlen, dass die Moderatoren einen Überblick über die verschiedenen Arten der Kartierung und ihre Ziele geben. Karten oder Modelle werden auf Papier mit Materialien wie Stöcken, Steinen, Gras, Holz, Kisten, Baumblättern, Sand und Erde, farbiger Kreide und Stiften erstellt. Je mehr Karten erstellt werden, desto mehr Menschen werden einbezogen und wollen ihren Beitrag leisten und ihrerseits Veränderungen vornehmen. Es gibt viele Arten von Karten: Ressourcenkarten, die Wassereinzugsgebiete, Dörfer, Wälder, Felder, Bauernhöfe, Hausgärten zeigen; Sozialkarten von Wohngebieten; thematische Karten, wie z. B. von einem Brunnenbauer gezeichnete Grundwasserkarten oder von Bodenexperten gezeichnete Bodenkarten; Karten zur Überwachung der Auswirkungen, in denen die Dorfbewohner das Auftreten von Schädlingen, die Verwendung von Rohstoffen, das Vorkommen von Unkraut, die Qualität des Bodens usw. aufzeichnen oder kartieren. Einige der informativsten Karten kombinieren historische Ansichten mit Ansichten aus der Gegenwart.</p>

Tabelle 1.12 Gruppendynamik Aktivitätsmatrix

Gruppendynamische Aktivität

Aktion	Entscheidende Schritte	Anmerkungen	Indikatoren
Gruppendynamik (Verbesserung der Teamarbeit und Problemlösungskompetenz)	Prozess	Die Teilnehmer werden vor Beginn der Aktivitäten über die Ziele und den Ablauf informiert. Die Materialien für die Aktivitäten stehen, falls erforderlich, vor Beginn der Aktivität zur Verfügung. Die für die Aktivität vorgesehene Zeit ist ausreichend, um das Ziel zu erreichen.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vor Beginn der Aktivität teilen die Teilnehmer das Ziel und die Aktivität mit. 2. Alle Teilnehmer sind beteiligt/aktiv, keine einzelne Person dominiert die Aktivität.
	Synthese	Die Leiter nehmen sich Zeit, um: das Ziel der Aktivität zu besprechen; eine Diskussion darüber zu führen, was während der Aktivität passiert ist; den Teilnehmern zu helfen, Schlussfolgerungen aus ihren Erfahrungen während der Aktivität zu ziehen.	<p>Leitende Person:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Überprüft Ziel und Ablauf der Aktivität 2. Hilft den Teilnehmern, die wichtigsten Lernpunkte der Aktivität zu identifizieren 3. Stellt Fragen, die den Teilnehmern helfen, aus ihren Erfahrungen zu lernen

Quelle: FAO. Fisheries and Aquaculture Management Division, 2008

1.5.4 Ideen für die Strukturierung des Lehrplans

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, wie der Lehrplan strukturiert werden kann. Die Rolle des Moderators besteht darin, die Gruppe zu unterstützen und die Diskussion und den Prozess der Lehrplanstrukturierung zu erleichtern und sicherzustellen, dass er alle notwendigen Elemente enthält. Einige Beispiele finden Sie in den Tabellen 1.13 bis 1.15.

Tabelle 1.13 Ideen zur Strukturierung des Lehrplans -Beispiel 1

Woche	Stadium	Aktivität	Thema	Lernziel	Inhalt	Methode	Material	Zeit	Verantwortliche Person	Bewertungsdiktoren
1.	Vor der Anpflanzung	Einführendes Schulung über den FAW		Bewusstsein schaffen, wie man FAW erkennen kann und Umsetzen von Präventionsmaßnahmen	Identifizierung von FAW, Lebenszyklus (Biologie) und Ökologie; Prävention, Scouting und Maßnahmen zur Bekämpfung von FAW; Biologische und kulturelle Kontrolle; Falls bereits vorhanden; Sammeln von FAW-Exemplaren in verschiedenen Stadien (Eigelege, Larvenstadien, erwachsene männliche und weibliche Falter), geschädigte Pflanzen, natürliche Feinde, potenzielle lokale Pflanzen mit Insektiziden Inhaltsstoffen, Unkraut usw. zur Beobachtung und Diskussion; Sammlung einer grünen Liste der verfügbaren Botanicals und Erstellung einfacher Informationsblätter über die einzelnen Pflanzen und ihre Zubereitung; Integration einheimischer Praktiken in die überprüften Listen von Pestiziden und Erstellung einer grünen Liste für jeden Standort/jedes Land	Brainstorming Diskussion, wann immer wenn möglich: Besuch befallener Felder/ Vegetation, Gruppenarbeit, praktische Demonstration	Flipchart, Marker, Abdeckfolie Klebeband, Messer, Plastik Flaschen/Gefäße; Gaze zum Verschließen, Lupe, Netze zum Sammeln erwachsener Motten	2 Tage á 4 Stunden	Vermittler/ Ressource Person	Rückmeldung wie man FAW erkennt und mit ihm umgeht
8.	Sämling bis Reife	Regelmäßiges Feld Scouting / Überwachung (vom Sämling bis zum Reife Stadium)	Kulturpflanzung & FAW Bewirtschaftungsanforderungen	Schädlinge und natürliche Gegenspieler identifizieren; notwendige Sofortmaßnahmen für eventuell auftretende Probleme; Bewertung der Wirksamkeit der durchgeführten Management-Optionen; Aufzeichnungen, um Probleme auf dem Feld/der Kultur zu erkennen; Bewertung früherer Bewirtschaftungsentscheidungen	Agrar-Ökosystemanalyse (AESA); Wachstums/Entwicklungsstadien; Schädlinge, Unkräuter und Krankheitsinfektionen, Schädlingsbefall, Wirtspflanzen und natürliche Gegenspieler; Identifizierung/Sammeln von FAW und natürlichen Gegenspielern in verschiedenen Stadien, geschädigten Pflanzen, potenziellen Wirkstoffhaltige Pflanzen, Unkräuter usw. zur Beobachtung und Diskussion; Bewertung des Befalls: Auftreten und Schweregrad; Bewertung und Vergleich der Wirksamkeit der Überwachung der FAW-Population; Witterungseinflüsse Boden-/Wasser-/Pflanzenbedingungen: Bodenstruktur, Drainage und organische Substanz.	Brainstorming, Gruppendiskussionen und Feldpraxis	Flipchart, Marker, Kreppband Klebeband, Feld für Feldübungen, Messer, Plastik Flaschen/Gefäße, Netze, Fläschchen, Lupen...	2-3 Stunden /Sitzung	Moderator	Rückmeldung Wissen, wie man mit den wichtigsten Schädlingen und Krankheiten managt.
11.	Sämling bis Vegetativ	Bodengesundheit und	Fruchtbarkeit des Bodens	Verstehen der Bodengesundheit	Konzept der Bodengesundheit Bodeneigenschaften: Zusammensetzung, Textur, Struktur, Wasserhaltevermögen usw.; Bedeutung von organischen Stoffen, Kompostierung, Dünger; Arten von organischen und anorganischen	Brainstorming, Diskussionen und praktische	Flipchart, Marker, Kreppband	3,0 Stunden /Sitzung	Moderator	Rückmeldung Wissen, wie man mit der Bodenfrucht-

		und Düngereinsatz	und Feuchtigkeits-Management	in der Lage sein, Dünger korrekt auszubringen	Düngemitteln und ihre Eigenschaften; Düngerquellen; Methoden und Zeitpunkt der Ausbringung; organische und anorganische Düngemittel; geeignete Stickstoffdüngung. Eigenschaften; Quellen von Düngemitteln; Methoden, Mengen und Zeitpunkt der Ausbringung; Grund- und Aufbaudüngung; organische und anorganische Düngemittel; geeignete Stickstoffdüngermenge.	Übungen vor Ort	Klebeband, Feld für die Praxis, Material für Übungen zur Bodengesundheit	(mehrmals)		barkeit umgeht.
--	--	-------------------	------------------------------	---	--	-----------------	--	------------	--	-----------------

Tabelle 1.14 Ideen zur Strukturierung des Lehrplans Beispiel 2

Zeitplan	Hauptaktivitäten	FAW IPM Einbindung	Lernziele
Saisonvorbereitung, Vorbereitung auf die FFS	Sensibilisierung für FFS Organisation der FFS-Gruppe, Problemanalyse mit der FFS-Gruppe, Feinabstimmung des Lehrplans, Gestaltung von Lernparzellen, Ermittlung von FFS-Parzellen	Einführung bezüglich FAW; Gibt es FAW in der Gemeinde? Feldbeobachtungen mit FFS-Gruppen, um FAW auf Feldern und in der umgebenden Vegetation zu finden. Integration des FAW-Schwerpunkts in Lernparzellen - IPM- und LP-Parzellen; Kompensationsstudien; Studien zur Düngung, andere relevante Studien	Sensibilisierung für die Erkennung von FAW, Sicherstellung, dass FAW in geeigneter Weise in die Problemanalyse einbezogen wird, Diskussion von Studiendesigns für FFS
Vorsaison, Vorbereitung auf die FFS	Vorbereitung des Geländes und Vorbereitung der Versuchsfelder für die FFS Saatgutauswahl	Berücksichtigung von FAW-Managementoptionen in ausgewählten Studiendesigns. Gesundes Saatgut als Ausgangspunkt für eine gesunde Ernte, die Schäden kompensieren kann. Gibt es Sorten oder Kulturen, die resistent/tolerant gegen FAW sind? Wie können sie in Lernparzellen eingesetzt werden? Ist Saatgutbeizung eine Option für das FAW-Management - im Feld testen und vergleichen? Was ist Bodengesundheit? Gesunde Böden für gesunde Pflanzen	Wie man Felder anlegt, wie man IPM-Parzellen und LP-Parzellen vorbereitet; Diskutieren von Unterschieden bezüglich Saatgutqualität (Keimfähigkeit) und wie eine gute Saatgutqualität zu einer guten Ernte beitragen kann. Wie gesunde Böden die Grundlage für eine gesunde Ernte sind.
Aussaat/Pflanzung der Feldstudien	Aussaat der Studienfelder. Was sind IPM-Grundsätze? - Diskussion über das „Was“ und „Warum“	FAW im Studiendesign berücksichtigen, IPM-Ansatz verstehen und Verbindung von FAW zu anderen Schädlingen und Krankheiten im Agrarökosystem herstellen	Wie man ein Feld anlegt, vorbereitet und sät: IPM im Vergleich zu LP-Parzellen. Unterschiede durch Saatgut, Linien, Abstände, Saatgutbeizung usw.; IPM-Grundsätze, Relevanz der Grundsätze besser verständlich

FFS-Sitzung 1- Pflanzenkeimung	Einführung in AESA, einschließlich Beobachtungen zum Gruppendynamischen Sonderthema FAW	Wenn FAW vorhanden ist - welche Stadien, welche Kulturen, wo in der Kultur, wo auf der Kulturpflanze und der umgebenden Vegetation	Aufbau eines Verständnisses bezüglich FAW - Entwicklungsstadien, Lebenszyklus, natürliche Feinde, Wirtspflanzen; wo FAW auf der Pflanze zu finden ist
FFS-Sitzung 2	AESA Gruppendynamik Beginn der Studie zur Kompensation der Ernte und der Düngestudien; FAW - Beobachtungen und Insektenzoo	Kompensationsstudie für FAW Insektenzoo, wenn FAW vorhanden ist. Lebenszyklus, natürliche Gegenspieler	Nicht alle Pflanzenschäden führen zu Ertragseinbußen. Dies soll in Kompensationsstudien untersucht werden. Wie kann Düngung die Eiablage von FAW und die Erträge beeinflussen?
etc.			

Tabelle 1.15 Ideen zur Strukturierung des Lehrplans Beispiel 3

Tag	Thema	Lernziele	Tätigkeit
1	Einordnung des Problems in den Kontext	Identifizieren der Wissenslücken um die Teilnehmer zu einem gemeinsamen Verständnis des Problems zu bringen.	Brainstorming über den bestehenden Maisschädling Komplex und bestehende Managementpraktiken; Nullpunkt für FAW (Geschichte und Situation im Land); Ergebnisse der Grundlagenforschung (falls vorhanden); Kartierung des Problems in den Arbeitsbereichen der Moderatoren; FAW-Bewirtschaftung - was geschieht derzeit auf der Ebene der Landwirte und auf Regierungsebene; Vorstellung des FAO-Aktionsprogramms zum FAW-Management, falls relevant
	Biologie und Ökologie	Kenntnis des Lebenszyklus von FAW und der bevorzugten Entwicklungsbedingungen des Schädling	Feldarbeit: Sammeln von FAW auf dem Feld und in der umliegenden Vegetation; auffinden möglichst vieler Stadien; Gruppenarbeit zum Sortieren der gefundenen Insekten (FAW und möglicherweise andere Insekten - wie kann man sie unterscheiden; verschiedene Entwicklungsstadien) Gruppen schlagen Insektenzoo-Übungen vor, um etwas über den Lebenszyklus von FAW zu lernen. Präsentationen - wie erkennt man FAW; Lebenszyklus und günstige Umgebungen; Die Gruppen richten einen Insektenzoo ein.
	Identifizierung des Schädling und des Schadens	Identifizierung/Erkennen des Schädling und seines Verhaltens, sowie die Unterscheidung von	Feldarbeit: Sammeln von FAW und anderen Schädlingen sowie Probennahme von Schäden an Mais und anderen Pflanzen.

		anderen Schädlingen/Armywürmern	<p>Gruppenarbeit: Beschreiben und Zeichnen von Merkmalen und Symptomen; Erörterung des Fressverhaltens: Welches Stadium des FAW ernährt sich von welchen Pflanzenteilen und warum? Wo findet man Eier, Larven, Puppen, erwachsene Tiere? (Bevorzugt auf jungen, weichen Blättern; wenn nicht, wandern sie zu den Quasten und Kolben) Wanderverhalten, Eiablage; Welche anderen Insekten sind zu finden? Welche Funktionen haben sie? Welche Insektenzoos sind nützlich? Unterscheidung von FAW, AAW (<i>Spodoptera exempta</i>), anderen Larven; Einrichten/Beobachten von Insektenzoos</p>
2	Management von FAW Überwachung und Frühwarnung	Wissen, wie man eine regelmäßige Feldüberwachung mit AESA durchführt	<p>Werkzeuge (Pheromonfallen...), Verfahren zur Erkundung zu beobachtender Parameter; Techniken für die Sammlung und Handhabung von Proben; Vorbereitung der Feldfläche</p>
3	Vertiefung im Feld	Aufbau der Kapazitäten der Teilnehmer für regelmäßige Feldbeobachtungen und fundierte Entscheidungen zum FAW-Management.	<p>AESA (Identifizierung, Probenahme, Sammlung, Entscheidungsfindung - Beobachtung und korrekte Identifizierung von FAW-Eigelegen, jungen Larven und Schäden; Beobachtung natürlicher Gegenspieler wie Marienkäfer, Ohrwürmer, Florfliegen, Ameisen, Eiparasitode usw.) Datenanalyse, Präsentation und Zusammenfassung der wichtigsten Lernpunkte; Einrichtung neuer Insektenzoos, Bericht über frühere Insektenzoos</p>
	Arbeit im Feld	Pflanzenkompensation	<p>Einführung und Diskussion über Pflanzenkompensation. Wie man eine Studie in der FFS einrichtet; Studie zur Pflanzenkompensation im Lernfeld einrichten, um zu wissen, wie sie in der FFS durchgeführt werden kann.</p>

Überprüfungsfragen

1) Trage die vier Elemente des Lehrplans ein

- a) _____
- b) _____
- c) _____
- d) _____

2) Die Lernerfahrung ... (Kreuzen Sie die richtige Aussage an - mehrere sind möglich)

- a) muss den Teilnehmern die Möglichkeit geben, das gewünschte Verhalten zu üben.
- b) muss den Teilnehmern befriedigende Erfahrungen bieten, um das Interesse am Lernen zu entwickeln und zu erhalten.

- c) muss zu den Bedürfnissen und Fähigkeiten der Teilnehmer „passen“.
- d) sollte mehrere Lernergebnisse erreichen.
- e) mehrere Lernerfahrungen können das gleiche Ziel erreichen.

3) Was sind die vier wichtigsten Aktivitäten in FFS-Lerneinheiten? (Kreuzen Sie die richtigen Antworten an)

- a) Feldstudien
- b) Berichte
- c) Praktika
- d) Seminare
- e) Vorlesungen
- f) Agrarökosystem-Analyse (AESA)
- g) Portfolio
- h) Sonderthemen
- i) Bewertung
- j) Gruppendynamik, Eisbrecher und Energizer
- k) Mentoring

4) Verbinden Sie die Aktivität (Nummer vor der Aktivität) mit der entsprechenden Aussage

Aktivität	Nr.	Merkmal
1. Feldstudien		Technische Informationen zur Ergänzung des „Learning by doing“ und der Feldversuche. Dies bietet dem Moderator, Forscher oder Spezialisten die Möglichkeit, die für ein allgemeines Verständnis erforderlichen technischen Informationen zu vermitteln.
2. Sonderthemen		Bietet eine Entscheidungshilfe für die wöchentliche Feldbeobachtung während des gesamten Lebenszyklus der Pflanzen.
3. Agrar-Ökosystem-Analyse		Die Methode hilft den Teilnehmern, ihre eigenen Erfahrungen zu analysieren, um besser zu verstehen, wie sie sich in verschiedenen Situationen verhalten.
4. Gruppendynamik, Eisbrecher und Energizer		Es handelt sich um eine ursprüngliche Form der Forschung, da die gesammelten Daten nur für den Zweck bestimmt sind, für den sie gesammelt wurden. Originaldaten werden gesammelt oder unkonventionelle über persönliche Interviews, Umfragen oder direkte Beobachtung gewonnen.

1.6 Partizipative Bewertung des Projekts

Lernziele

- Skizzieren der Gründe für die Durchführung der partizipativen Evaluation.
- Erläutern der Komponenten und notwendigen Aktivitäten, die bei einer partizipativen Evaluation durchgeführt werden müssen.
- Planen und durchführen einer partizipativen Evaluierung.

Eine partizipative Evaluierung ist eine Gelegenheit für die Beteiligten eines Projekts, innezuhalten und über die Vergangenheit nachzudenken, um Entscheidungen für die Zukunft zu treffen.

Durch den Bewertungsprozess teilen sich die Teilnehmer die Kontrolle und die Verantwortung für:

- Entscheidung darüber, was bewertet werden soll. Auswahl der Methoden und Datenquellen; Durchführung der Bewertung.
- Analyse der Informationen und Präsentation der Bewertungsergebnisse

Die partizipative Evaluierung kann idealerweise als Teil eines umfassenderen partizipativen Prozesses oder als separate Übung durchgeführt werden. Eine partizipative Evaluierung kann aus den folgenden Gründen durchgeführt werden:

Die Bewertung wurde zu Beginn des Projekts geplant

Die partizipative Evaluierung kann zu verschiedenen Zeitpunkten im Projekt geplant werden. Dies kann in der Mitte einer Projektaktivität oder nach jeder Aktivität sein, je nachdem, wann die Gemeinschaft beschließt, eine Pause einzulegen und die bisherigen Leistungen zu überprüfen.

Eine potenzielle Krise steht unmittelbar bevor

Die partizipative Bewertung kann dazu beitragen, eine potenzielle Krise abzuwenden, indem sie die Menschen zusammenbringt, um Lösungen für wichtige Fragen zu diskutieren und zu vermitteln.

Das Problem ist offensichtlich geworden

Probleme wie ein allgemeiner Mangel an Interesse der Gemeinschaft/Teilnehmer an den Aktivitäten können offensichtlich sein. Die partizipative Evaluierung kann weitere Informationen liefern, die den Teilnehmern helfen, herauszufinden, warum das Problem aufgetreten ist und wie es gelöst werden kann.

Einführung und Etablierung eines partizipativen Ansatzes

Die partizipative Evaluierung kann das Problem aufzeigen, warum das Projekt nicht gut funktioniert. Die Ergebnisse der partizipativen Evaluierung können ein Ausgangspunkt für einen kooperativeren Ansatz für das Projekt im Allgemeinen sein.

Die umfangreiche Planungsphase einer partizipativen Evaluierung umfasst die Einstellung von Personal, das die folgenden Schritte durchführt:

- Überprüfung der Ziele und Aktivitäten
- Überprüfung der Gründe für die Bewertung
- Bewertungsfragen entwickeln
- Entscheidung, wer die Evaluierung durchführen soll
- Ermittlung direkter und indirekter Indikatoren
- Identifizierung der Informationsquellen

- Bestimmung der Fähigkeiten und des Arbeitsaufwands, die für die Informationsbeschaffung erforderlich sind
- Festlegen, wann die Informationsbeschaffung und -analyse durchgeführt werden kann
- Bestimmen, wer die Informationen sammeln soll.

Die Informationen werden dann in einer Datenbank gesammelt, teilweise analysiert und dann der entsprechenden Öffentlichkeit vorgestellt, die die Informationen gemeinsam weiter auswertet (Tabelle 1.16). Schließlich werden aus den gewonnenen Erkenntnissen Schlussfolgerungen gezogen und Aktionspläne entwickelt.

Tabelle 1.16 Durchführung der Bewertung

DURCHFÜHRUNG DER BEWERTUNG	Quellen	Aktivitäten
	PERSONEN UND AUFGABEN Der für die Durchführung einer Bewertung erforderliche Personalaufwand ist sehr unterschiedlich und hängt von Variablen wie dem Umfang des zu bewertenden Projekts, seiner geografischen Reichweite und der Anzahl und Art der zur Datenerfassung und -analyse verwendeten Methoden ab.	Wer wird gebraucht um: <ul style="list-style-type: none"> – die Gesamtbewertung zu überwachen und sicherzustellen, dass die verschiedenen Teile zu einem zusammenhängenden Ganzen zusammengefügt werden – die Techniken der Datenerhebung in der Gruppe zu erleichtern. – die Durchführung von Analysen und die Unterstützung von Gruppenanalysen, eventuell in Zusammenarbeit mit einem Moderator – logistische Angelegenheiten zu organisieren, wie z. B. Treffpunkte usw.
	PLANUNG DER BEWERTUNG Einen Plan machen: Der Vorbereitungsprozess hilft den Teilnehmern zu verstehen, was sie evaluieren, warum und wie sie es tun werden.	<ul style="list-style-type: none"> – Überprüfung der Ziele und Aktivitäten – Überprüfung der Gründe für die Bewertung – Bewertungsfragen entwickeln – Entscheidung, wer die Evaluierung durchführen soll – Identifizierung direkter und indirekter Indikatoren – Identifizierung von Informationsquellen – Bestimmung der Fähigkeiten und des Arbeitsaufwandes, die für die Informationsbeschaffung erforderlich sind – Bestimmung des Zeitpunkts der Informationsbeschaffung und -analyse – Bestimmung wer die Informationen sammeln soll
	DATENSAMMLUNG	<ul style="list-style-type: none"> – Sammeln der Informationen – Datenbank bilden
	DATENANALYSE	<ul style="list-style-type: none"> – Überprüfung der Fragen – Organisieren der Informationen – Entscheidung wie die Informationen analysiert werden sollen – Quantitative Informationen auswerten – Qualitative Informationen auswerten – Integration der Informationen

	PRÄSENTATION UND AKTIONSPLAN	<ul style="list-style-type: none"> – Präsentation der ersten Ergebnisse – Entwicklung eines künftigen Aktionsplans – Verfassen eines Abschlussberichts
--	------------------------------	---

Quelle: Elliot et al., 2006

Überprüfungsfragen

1) Geben Sie in der Reihenfolge von 1 bis 9 die Abfolge der folgenden Schritte der partizipativen Bewertung an.

Nr.	Schritt
	Identifizierung direkter und indirekter Indikatoren
	Festlegen, wann die Informationsbeschaffung und -analyse erfolgen kann
	Überprüfung der Gründe für die Bewertung
	Bestimmung der Fähigkeiten und den Arbeitsaufwand, die zur Informationsbeschaffung erforderlich sind
	Identifizierung der Informationsquellen
	Entscheidung, wer die Bewertung durchführen soll
	Bewertungsfragen entwickeln
	Überprüfung der Ziele und Aktivitäten
	Bestimmung, wer Informationen sammeln soll

2 ALLGEMEINES KONZEPT FÜR DIE KONTROLLE VON SCHÄDLINGEN, KRANKHEITEN UND UNKRAUT IM ÖKOLOGISCHEN LANDBAU

2.1 Grundprinzipien des Pflanzenschutzes im ökologischen Landbau

Lernziele

- Definieren der Hauptunterschiede im Pflanzenschutz zwischen konventionellem und ökologischem Landbau.
- Erläutern des dreistufigen Ansatz zur Schädlings-, Krankheits- und Unkrautbekämpfung im ökologischen Landbau.
- Nennen der EU-Verordnung über den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im ökologischen Landbau.

Der Schutz der Kulturen vor Krankheiten, Schädlingen und Unkräutern ist das anspruchsvollste Segment des ökologischen Landbaus. Aufgrund des ganzheitlichen Ansatzes erfordert er viel Wissen und Erfahrung der Erzeuger bei der Planung der Produktion und der Umsetzung aller technischen Maßnahmen und deren Auswirkungen auf die Entwicklung bestimmter Gruppen von Schadorganismen. Die Befürchtung, dass es bei Einhaltung der Richtlinien für den ökologischen Anbau nicht möglich sein wird, die Kulturen vor Schädlingen zu schützen, ist oft der Hauptgrund, warum sich die Erzeuger scheuen, auf den ökologischen Anbau umzustellen. Man kann sich nicht mehr auf wirksame Pflanzenschutzmittel aus dem konventionellen Anbau verlassen und muss neue Wege des Pflanzenschutzes erschließen.

Der ökologische Pflanzenschutz wird jedoch nicht als eine Veränderung der Pflanzenschutzmittel verstanden, d.h. von wirksamen zu weniger wirksamen. Er bedeutet eine Änderung des gesamten Produktionssystems und die Einführung einiger neuer Maßnahmen, die unseren Betrieb, unsere Kulturen und einzelne Pflanzen widerstandsfähiger gegen Schädlingsbefall machen. Der ökologische Pflanzenschutz stützt sich in erster Linie auf vorbeugende Maßnahmen und die sorgfältige Überwachung der Bedingungen für die Entwicklung von Schadorganismen und ihrer Populationen. Nur wenn die Schwelle des wirtschaftlichen Schadens überschritten wird, werden direkte Maßnahmen ergriffen, einschließlich der Verwendung von zugelassenen Pflanzenschutzmitteln.

Das Problem des Schädlingsmanagements ist in der Zeit der Umstellung des Betriebs besonders ausgeprägt, wenn die Selbstregulierung des Ökosystems unterentwickelt ist und die Erzeuger noch unerfahren sind. Daher ist es notwendig, vor der Umstellung einen detaillierten Plan für die Umstellung zu erstellen, der für jedes Produktionssegment die Auswirkungen auf die Entwicklung von Schädlingen berücksichtigt.

Der Pflanzenschutz im ökologischen Landbau beruht auf einem dreistufigen Ansatz (Abbildung 2.1).

2.1.1 Schaffung guter Wachstumsbedingungen für Pflanzen, um ihre Widerstandsfähigkeit und Resistenz zu erhöhen

Durch die Wahl des geeigneten Standorts, des Produktionssystems, der Sorte und der Technologie müssen günstige Bedingungen für die Entwicklung gesunder und widerstandsfähiger Pflanzen und ungünstige Bedingungen für die Entwicklung von Krankheiten, Schädlingen und Unkraut geschaffen werden. Verschiedene landwirtschaftliche Kulturen, insbesondere ein- und mehrjährige Arten, haben spezifische Wachstumsanforderungen, an die technologische Lösungen angepasst werden müssen, aber die

Grundsätze, von denen wir uns leiten lassen, sind allgemein. Die Wahl des richtigen Standorts sollte eine ausreichende Beleuchtung, Belüftung und Drainage gewährleisten, während die Nähe zu potenziellen Infektionsquellen vermieden werden muss. Durch den Anbau von Sorten, die gegen die wichtigsten Schädlinge resistent sind, wird die Möglichkeit von Schäden und wirtschaftlichen Verlusten verringert. Die Anpflanzung und Aussaat von gesundem Vermehrungsmaterial verhindert das Eindringen der Infektionsquelle. Ein geeignetes System der Bodenpflege und eine ausgewogene organische Düngung verbessern die Bodenfruchtbarkeit und erhöhen die Vielfalt der Mikroorganismen im Boden. Pflanzen, die auf fruchtbaren Böden wachsen, sind widerstandsfähiger, und in der vielfältigen mikrobiologischen Population entwickeln sich auch natürliche Gegenspieler von Bodenschädlingen. Durch die Organisation der Fruchtfolge und den Anbau mehrerer Kulturen auf demselben Feld wird die Ansammlung von Schadorganismen vermieden. Durch die Wahl des richtigen Pflanzabstandes und die Bewirtschaftung des Feldes wird ein ungünstiges Mikroklima für die Entwicklung von Krankheiten und Unkräutern geschaffen, während die Überwachung von Infektionssymptomen und Schädlingspopulationen sowie der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln erleichtert wird.

Bei der Einrichtung eines landwirtschaftlichen Betriebs und der Durchführung technologischer Maßnahmen sollte stets bedacht werden, dass alle durchgeführten Maßnahmen einen wichtigen Einfluss auf die Entwicklung von Krankheits-, Schädlings- und Unkrautpopulationen auf dem Feld haben. Durch die richtige Umsetzung dieser Maßnahmen kann das Problem der wichtigen Schadfaktoren in den Kulturen dauerhaft reduziert werden.

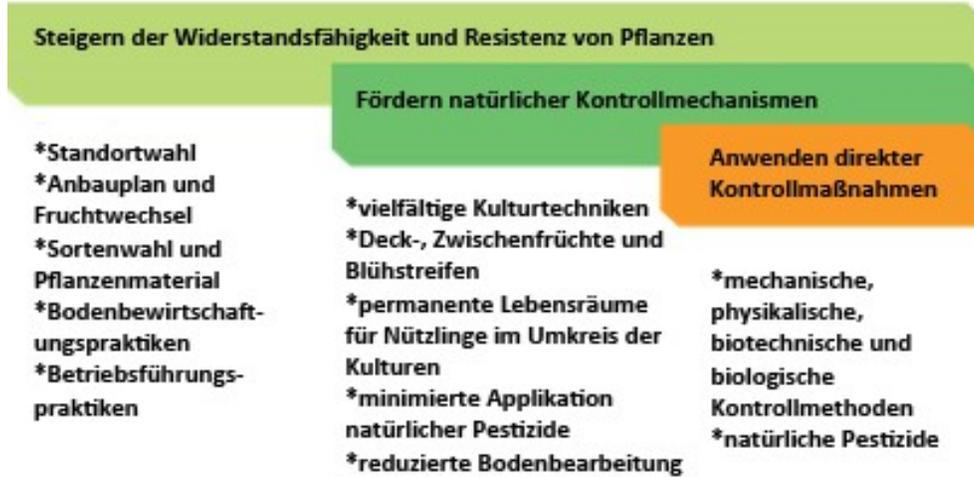
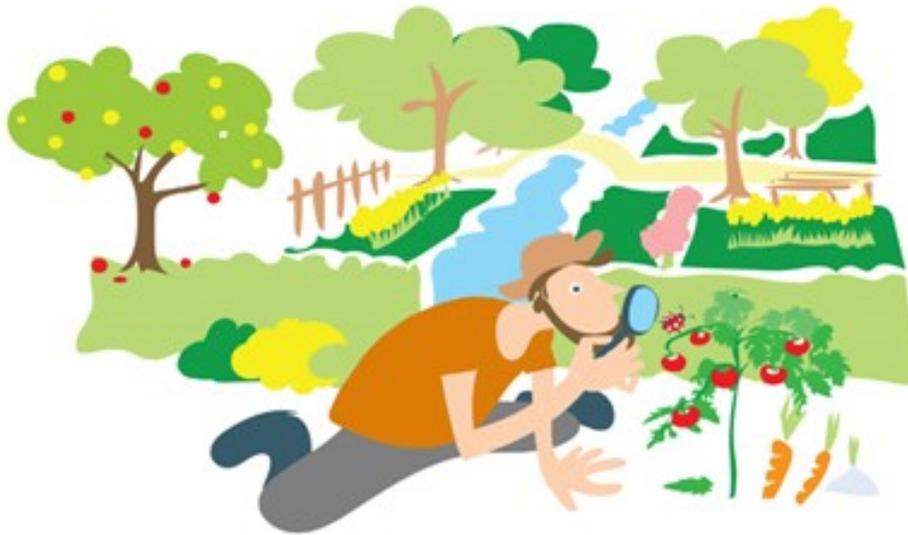


Abbildung 2.1 Dreistufiger Ansatz zur Schädlings-, Krankheits- und Unkrautkontrolle im ökologischen Landbau

2.1.2 Förderung der natürlichen Kontrollmechanismen des Ökosystems durch Förderung natürlicher Gegenspieler

Eines der Hauptmerkmale natürlicher Ökosysteme ist die Fähigkeit zur Selbstregulierung. Diese Ökosysteme existieren völlig ohne äußere Einflüsse und bieten einen natürlichen Nährstoffkreislauf, der die Entwicklung von Pflanzen ermöglicht, die als Nahrungsquelle für verschiedene Tiere, Insekten und Mikroorganismen dienen. Die Arten, die im selben Lebensraum leben, stehen in unterschiedlichen Beziehungen zueinander, wobei sie die Rollen von Räubern, Parasitoiden, Beutetieren und Zersettern (Destruenten) einnehmen. Ihre Beziehungen ermöglichen die Selbstregulierung von Ökosystemen, die es nicht zulassen, dass die Population einer Art so stark ansteigt, dass die Überlebensfähigkeit der anderen Arten infrage gestellt wird.

Die moderne landwirtschaftliche Produktion, bei der wir oft endlose Felder mit ein und derselben Kultur anbauen, kräftige und ertragreiche Sorten wählen, intensiv mit Mineraldünger düngen und die Population von Schadorganismen mit wirksamen Pflanzenschutzmitteln regulieren, steht im völligen Gegensatz zu den Bedingungen natürlicher Ökosysteme. Durch verschiedene technologische Eingriffe werden alle Organismen aus dem „Ökosystem“ neben der Kultur, die wir anbauen, eliminiert, sowohl die schädlichen als auch die nützlichen. Unter diesen Umständen sind die angebauten Pflanzen sehr anfällig für Schädlingsattacken, denen eine unerschöpfliche Nahrungsquelle zur Verfügung steht. Da wir alle ihre natürlichen Feinde beseitigt haben, kann ihre Population so weit anwachsen, dass die gesamte Ernte vernichtet wird. Solche Produktionssysteme sind ohne den ständigen Einfluss des Menschen und die Einführung verschiedener Inputs außerhalb des landwirtschaftlichen Betriebs völlig unhaltbar.

Daher besteht eines der Hauptziele des ökologischen Landbaus darin, die Artenvielfalt auf den Feldern und deren Umgebung zu fördern und Lebensräume zu schaffen, die für natürliche Gegenspieler attraktiv sind und zur Regulierung von Schädlingen beitragen. Darüber hinaus ist es wünschenswert, dass ökologische Betriebe gemischt bewirtschaftet werden, um große Flächen mit ein und derselben Kultur zu vermeiden, und es wird empfohlen, neben der pflanzlichen Erzeugung auch Viehzucht zu betreiben.

Die Artenvielfalt wird durch die Schaffung verschiedener ökologischer Infrastrukturen gefördert, die für die einzelnen Kulturpflanzen geeignet sind. Dauerhafte Lebensräume rund um die Felder, wie Wiesen, Felsen, Wälder, Seen usw., Hecken und Trockenmauern am Feldrand, Blühstreifen und Deckfrüchte in Wein- und Obstgärten dienen als ökologische Infrastruktur. Die ökologische Infrastruktur sollte natürlichen Gegenspielern Nahrung und Unterschlupf bieten, solange nicht geerntet wird. Eine hohe Vegetation um die Felder herum dient auch als Barriere gegen das Einschleppen von Schädlingen von außen. Sie verhindert die Abdrift von Pflanzenschutzmitteln, verringert Windböen usw. Darüber hinaus wirkt sich die Begrünung positiv auf die Bodenfruchtbarkeit und die Wasserspeicherung im Boden aus und verhindert Erosion und die schädlichen Auswirkungen von direkter Sonneneinstrahlung und Niederschlägen auf den nackten Boden. Die Wahl der Infrastruktur muss an die von uns angebaute Kultur angepasst werden, um mögliche negative Auswirkungen zu vermeiden. Der Lebensraum von Nützlingen kann auch ein Lebensraum für Schädlinge oder virale Vektoren sein, da einige Pflanzenarten alternative Wirte für Krankheiten von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen darstellen. Außerdem sollte ein Konkurrenzverhältnis um Wasser und Nährstoffe mit Kulturpflanzen sowie eine Beschattung der landwirtschaftlichen Fläche vermieden werden.

2.1.3 Anwendung direkter Bekämpfungsmaßnahmen zur Bekämpfung von Schädlingen, Krankheiten oder Unkräutern auf eine Weise, die minimale Rückstände im Ökosystem hinterlässt

Direkte Maßnahmen zur Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen werden eingesetzt, wenn vorbeugende Maßnahmen nicht zu einem zufriedenstellenden Ergebnis geführt haben. Um zu entscheiden, ob eine Bekämpfung erforderlich ist, und um Fristen festzulegen, muss ein System zur Überwachung der Umweltbedingungen eingerichtet werden. So soll die Entwicklung von Krankheiten und Schädlingen, die Population von Schädlingen und ihrer natürlichen Feinde, das Auftreten von Krankheitssymptomen und die Schwellenwerte für wirtschaftliche Schäden vorhergesagt werden. Für eine erfolgreiche Überwachung ist es notwendig, die Biologie der Schädlinge und die Symptome, die sie an den Pflanzen verursachen, zu kennen. Direkte Maßnahmen zielen darauf ab, die Population mit möglichst geringen negativen Auswirkungen auf das Ökosystem unter die kritische Zahl zu senken. Dazu gehören physische Maßnahmen (Absammeln von Insekten, Jäten, Verbrennen, Hacken, Mähen, Bodenbearbeitung) und der Einsatz von Produkten unterschiedlicher Herkunft. Dies sollen die

Widerstandsfähigkeit von Pflanzen und Ökosystemen erhöhen, während sie auf die Umwelt, natürliche Gegenspieler und andere Organismen ein geringes Risiko darstellen. Botanische Pestizide, Biopestizide, Pheromone, mineralische Präparate usw. sind die am häufigsten verwendeten Produkte, deren Anwendung nach den Vorschriften für den ökologischen Landbau zulässig ist.

Der Schutz vor Krankheiten und Schädlingen im ökologischen Landbau wird durch die Verordnung (EU) 834/2007 definiert, die am 1. Januar 2022 durch die Verordnung (EU) 848/2018 des Europäischen Parlaments und des Rates ersetzt wird. Neben den Grundprinzipien des Pflanzenschutzes, der sich vor allem auf die zuvor beschriebenen vorbeugenden Maßnahmen stützt, regelt die Verordnung auch die Zulassung von Produkten und Wirkstoffen, die in Pflanzenschutzmitteln verwendet werden.

Zugelassen sind Produkte, deren Einsatz für die Bekämpfung eines Schadorganismus erforderlich ist, für den es keine alternativen biologischen, physikalischen oder anbautechnischen Lösungen, Anbaupraktiken oder andere wirksame Bewirtschaftungsverfahren gibt. Diese Produkte und Stoffe stammen von Pflanzen, Algen, Tieren, Mikroben oder Mineralien. Ausnahmsweise können auch andere Erzeugnisse zugelassen werden, wenn ihre Verwendung für die Bekämpfung eines Schadorganismus, für den es keine alternativen biologischen, physikalischen oder Anbaulösungen, Anbaupraktiken oder andere wirksame Bewirtschaftungsverfahren gibt, entscheidend ist. Bei der Verwendung solcher Mittel müssen die erforderlichen Wartezeiten nach dem Kontakt mit essbaren Teilen der Kultur eingehalten werden. Pflanzenschutzmittel, die im ökologischen Landbau verwendet werden, müssen gemäß der oben genannten Verordnung registriert oder zugelassen sein.

Überprüfungsfragen

1. Welcher der Sätze über den ökologischen Landbau ist falsch?

- a) Der ökologische Landbau fördert die Artenvielfalt.
- b) Ökologische Betriebe sind überwiegend gemischt (Pflanzen und Nutztiere).
- c) Der ökologische Landbau fördert die biologischen Kreisläufe und die biologische Aktivität des Bodens.
- d) Der ökologische Landbau erfordert einen hohen Einsatz und bringt hohe Erträge.
- e) Der ökologische Landbau beruht auf der Selbstregulierung eines Ökosystems.

2. Welche der Sätze über den Pflanzenschutz im ökologischen Landbau sind richtig?

- a) Der Pflanzenschutz im ökologischen Landbau stützt sich hauptsächlich auf chemische Pflanzenschutzmittel.
- b) Gesunde Pflanzen werden mit der geringstmöglichen Beeinträchtigung der Agrarökosysteme angebaut.
- c) Der ökologische Landbau verfolgt einen ganzheitlichen Ansatz beim Pflanzenschutz.
- d) Im ökologischen Landbau werden hochwirksame chemische Pflanzenschutzmittel eingesetzt.
- e) Der Pflanzenschutz im ökologischen Landbau stützt sich auf natürliche Schädlingsbekämpfungsmechanismen.

3. Kreuzen Sie die richtigen Aussagen an. In der ökologischen Landwirtschaft ...

- a) ist der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln nicht erlaubt.
- b) werden Pflanzenschutzmittel nur dann eingesetzt, wenn es mit vorbeugenden Maßnahmen nicht gelungen ist, die Schädlingspopulation unter der wirtschaftlichen Schwelle zu halten.
- c) müssen Pflanzenschutzmittel von der Europäischen Kommission vorab zugelassen werden.

4. Welche drei Schritte müssen für einen erfolgreichen Pflanzenschutz im ökologischen Landbau unternommen werden?

- a) Schaffung guter Wachstumsbedingungen für die Pflanzen, um ihre Widerstandsfähigkeit und Resistenz zu erhöhen.
- b) Anbau großer Flächen der gleichen Kultur, Auswahl wüchsiger und ertragreicher Sorten und Regulierung der Population von Schadorganismen durch wirksame Pflanzenschutzmittel.
- c) Förderung der natürlichen Kontrollmechanismen des Ökosystems durch die Förderung natürlicher Gegenspieler.
- d) Anwendung direkter Bekämpfungsmaßnahmen zur Abtötung von Schädlingen, Krankheiten oder Unkräutern in einer Weise, die minimale Rückwirkungen auf das Ökosystem hat.

5. Natürliche Kontrollmechanismen des Ökosystems können gefördert werden durch: (Kreuzen Sie die richtigen Optionen an):

- a) Deckfruchtanbau
- b) Anbau von Einzelkulturen auf dem Feld
- c) Schaffung von Lebensräumen, die für natürliche Gegenspieler attraktiv sind
- d) Erhaltung von Wiesen, Felsen, Wäldern, Hecken und Trockenmauern am Rande eines Feldes
- e) Einrichtung eines vielfältigen Anbausystems
- f) Ausrottung aller anderen Pflanzenarten aus den Anpflanzungen durch intensive Bodenbearbeitung

2.2 Verbesserung der Widerstandsfähigkeit und Resistenz von Pflanzen

Lernziele

- Erläutern der Bedeutung der Verbesserung der Widerstandsfähigkeit und Resistenz von Pflanzen im ökologischen Pflanzenschutz.
- Erläutern des Einflusses der Standort- und Sortenwahl sowie der Anbauplanung auf die Vermeidung des Ausbruchs von Schädlingen.
- Beschreiben der Boden- und Pflanzenbewirtschaftungspraktiken, die für die Regulierung von Schädlingspopulationen im ökologischen Landbau günstig sind.

2.2.1 Standortwahl

Die Wahl des Standorts für die Anlage von Kulturen ist für den wirtschaftlichen Erfolg jeder Pflanzenproduktion sehr wichtig. Im ökologischen Landbau wird der Standortwahl sogar noch mehr Aufmerksamkeit geschenkt, da sie die Entwicklung von Krankheiten, Schädlingen und Unkraut erheblich beeinflussen kann. Generell lässt sich sagen, dass ökologische Felder auf den für eine bestimmte Produktionsart besten Anbaustandorten angelegt werden sollten. Eine geeignete Topografie, z. B. flaches Gelände für Gemüse oder Hügel und Hänge mit geeigneter Ausrichtung für Weinberge, gewährleistet gute Licht- und Luftverhältnisse. Unter solchen Bedingungen trocknet die Vegetationsmasse nach Niederschlägen schnell ab, sodass die Bedingungen für die Entwicklung von Pilzkrankheiten ungünstig sind. Der Boden, auf dem ökologische Kulturen angebaut werden, sollte mäßig fruchtbar und gut entwässert sein und einen hohen Gehalt an organischen Stoffen aufweisen. Auf diese Weise werden die Wuchskraft der Pflanzen und damit das Risiko von Pilzkrankheiten gemindert. Günstige Bodenbedingungen sind wichtig für die Entwicklung der Pflanzenwurzeln, aber auch für die Erhöhung der Vielfalt der Population nützlicher Mikroorganismen und anderer Tierarten, die dazu beitragen, die Population von Unkraut und bodenbürtigen Krankheiten zu regulieren. Es ist wichtig, die natürliche Vegetation oder die landwirtschaftlichen Flächen in der Umgebung des künftigen Feldes sowie die Vegetation auf dem künftigen Feld selbst zu berücksichtigen. Sie können Quellen von Krankheiten darstellen oder Wirtspflanzen für problematische Schädlinge und Krankheitsüberträger enthalten. Außerdem ist es notwendig, den Anbau in der Nähe aufgegebener Felder zu vermeiden. Es wird empfohlen, Kulturen in Gebieten anzulegen, in denen die Vielfalt der landwirtschaftlichen Kulturen groß ist und landwirtschaftliche Flächen mit natürlichen Lebensräumen kombiniert werden, um ein aktiveres Ökosystem zu schaffen.

2.2.2 Anbauplanung und Fruchtfolge

Die Anordnung der Fruchtfolge, d.h. der räumliche und zeitliche Wechsel der Kulturen, ist eine unumgängliche Maßnahme in der Produktion von Acker- und Gartenbaukulturen. Im ökologischen Landbau hat sie große Bedeutung, da sie eine grundlegende Maßnahme zur Schädlingsbekämpfung darstellt. Es ist eine uralte menschliche Erfahrung, dass der langfristige Anbau derselben Kultur Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter im Boden anreichert, und dies war der Grund für die Einführung der Fruchtfolge.

Der aufeinanderfolgende Anbau derselben Kultur beeinträchtigt die Struktur der Mikroorganismenpopulation im Boden, d. h. er führt zu einem Rückgang der Zahl der nützlichen Mikroorganismen und der Fauna sowie zur Ausbreitung von Krankheitserregern im Boden. Bodenkrankheiten werden nur langsam übertragen und sind zunächst auf kleinere Flächen und eine geringere Anzahl infizierter Pflanzen beschränkt. Trotzdem nimmt die Zahl der Krankheitserreger und der infizierten Pflanzen von Jahr zu Jahr zu, wenn dieselben oder verwandte Kulturen auf demselben Land angebaut werden. Ein besonderes Problem ist die Anhäufung von parasitären Nematoden und werden Virusübertragenden Nematoden im Boden. Einige Kulturen, wie z. B. Kartoffeln, sind besonders anfällig für Nematoden, während die Nematoden als Vektoren in anderen Kulturen, wie z. B. Weinreben, Viren übertragen. Die erfolgreichste Methode zur Bekämpfung von Nematoden ist der Wechsel von Kulturen, der Anbau resistenter Sorten und die Vernichtung ihrer Wirtsunkräuter.

Im kontinuierlichen Anbau sind Beikräuter weit verbreitet. Daher ist es erforderlich, einkeimblättrige Pflanzen mit zweikeimblättrigen abzuwechseln, Kulturen mit engen Abständen mit solchen mit breiteren Abständen, Aussaat von breitblättrigen Arten nach schmalblättrigen Arten, usw.

Bei der Zusammenstellung der Fruchtfolge muss man die Eigenschaften der einzelnen Arten, ihre Toleranz gegenüber wiederholtem Anbau sowie ihre Wechselbeziehungen kennen. Es ist zwingend erforderlich, nicht verwandte Arten mit unterschiedlichen Anbaubedürfnissen und Eigenschaften wie Getreide, Gemüse und Wurzelarten abzuwechseln und den Anbau von verwandten Arten (Kartoffel/Tomate, Sellerie/Karotte) nacheinander zu vermeiden. Getreide kann in der Fruchtfolge häufiger angebaut werden, da es die Entwicklung von Krankheiten im Boden nicht begünstigt, während die für Bodenkrankheiten anfälligen Kulturen in der Fruchtfolge selten oder immer auf einer neuen Fläche angebaut werden sollten. Eine langfristige Strategie zur Reduzierung der Schädlingspopulation ist der Wechsel von Arten, die ein bestimmter Schädling frisst, mit solchen, die ein Schädling nicht frisst.

Eine gut durchdachte Fruchtfolge verringert die Anhäufung von Unkrautsamen im Boden, reduziert aber auch das Aufkommen neuer Samen. Es wird empfohlen, schnell wachsende Arten, die eine hohe Pflanzdichte ermöglichen, abwechselnd mit Arten anzubauen, die über einen langen Zeitraum hinweg gegraben werden können. Wenn die Population mehrjähriger Unkräuter trotz aller Maßnahmen zunimmt, ist die Fruchtfolge eine der wenigen Möglichkeiten, sie zu reduzieren.

Der gleichzeitige Anbau von zwei oder mehr Kulturen auf derselben Parzelle (Verbund) hat viele positive Fruchtfolgeeigenschaften, da er eine optimale Nutzung des verfügbaren Platzes auf dem Feld ermöglicht und zur Schädlingsbekämpfung beiträgt. Er kann auf unterschiedliche Weise organisiert werden. Von der Aussaat von zwei oder mehr Arten zusammen auf derselben Fläche, über die Aussaat von Zwischenfrüchten einer Art im Reihenabstand einer anderen, bis hin zum Wechsel mehrerer Reihen einer Art mit mehreren Reihen einer anderen Art. Das Wachstum von Pflanzen im Verbund regt ein reiches und vielfältiges Leben im Boden an und hilft so, sowohl Schadorganismen im Boden als auch Unkraut zu bekämpfen. Die verschiedenen Arten auf dem Feld bilden eine schnell wachsende und gut deckende Vegetationsschicht, die die Entwicklung von Unkraut verhindert. Wird zusätzlich zu einer Kultur mit einem großen Abstand zwischen den Pflanzen eine weitere Kultur angebaut, entwickelt sich die Vegetationsschicht auf dem Boden schneller und es ist weniger Aufwand nötig, um das Unkraut zu regulieren. Wenn zum Beispiel hohe, früher reifende Pflanzen mit solchen angebaut werden, die niedrig am Boden bleiben und später reifen, wird das Wachstum der zweiten Pflanze zunächst langsamer sein. Nach dem Ende einer langen Vegetationsperiode wird jedoch die zweite Pflanze intensiver wachsen und so das Unkrautwachstum verhindern.

Die Zweitfrucht kann als Vegetation um das Feld herum als Barriere für Pilzsporen, Schädlinge und Virusvektoren dienen. Außerdem können einige Arten natürliche Gegenspieler anlocken oder Schädlinge der Arten, mit denen sie gemeinsam angebaut werden, abwehren.

2.2.3 Sortenwahl, Saat- und Pflanzgut

In Anbetracht des engen Spektrums an zulässigen Maßnahmen und Pflanzenschutzmitteln im ökologischen Landbau ist eine der wirksamsten Strategien zur Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen der Anbau resistenter Sorten. Natürlich gibt es weder resistente Sorten für alle Arten noch solche, die gegen alle Krankheitserreger einer Art resistent wären. Dennoch sollten resistente Sorten, wann immer möglich, ausgesät/gepflanzt werden, und sie sollten bevorzugt werden, selbst wenn dies zulasten anderer wichtiger wirtschaftlicher Merkmale geht. Hierfür gibt es zwei Hauptgründe. Weniger anfällige Sorten sind weniger anfällig für Infektionen als anfällige Sorten und können in Gegenwart bestimmter Krankheitserreger ohne größere Schäden angebaut werden. Die Population der

Krankheitserreger wird durch ihren Anbau reduziert, was den Anbau von etwas anfälligeren Sorten nach einigen Vegetationsperioden ermöglicht. Es ist auch sinnvoll, gleichzeitig mehrere Sorten mit unterschiedlicher Resistenz anzubauen, was der traditionellen Anbaumethode näher kommt, bei der das Pflanzmaterial genetisch nicht so einheitlich war. Auf diese Weise entwickeln die weniger anfälligen Pflanzen keine oder weniger Symptome und ein Teil der Sporen bleiben auf ihnen anstelle der anfälligen Pflanzen erhalten. Der Anbau resistenter Sorten führt jedoch zu einer Anpassung der Krankheitserreger durch die Entwicklung neuer Stämme, die die Resistenz überwinden können. Daher wird der gemeinsame Anbau von resistenten und weniger resistenten Sorten das Auftreten solcher Stämme verlangsamen.

Eine der strategischen Maßnahmen zur Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen im Boden ist das Pfropfen auf resistente Unterlagen; ein gutes Beispiel dafür ist die Veredelung von Weinreben auf *Phylloxera*-resistente Unterlagen.

Das Pflanzen/Säen von gesundem Pflanzgut gehört zu den Standardmaßnahmen des Pflanzenschutzes in der modernen Landwirtschaft. Im ökologischen Landbau hat sie zusätzliche Bedeutung. Infiziertes Pflanzmaterial bringt die Infektionsquelle und Unkrautsamen in die Anpflanzung und ermöglicht die Entwicklung von Krankheiten und Unkräutern zu einem frühen Zeitpunkt in der Vegetationsperiode, wenn die jungen Pflanzen besonders anfällig sind, was zu schweren Schäden führen kann. Diese Schädlinge sind in der Regel gut an eine bestimmte Art angepasst. Einige neue Krankheiten, Schädlinge oder Unkräuter, die vorher nicht vorhanden waren und an welche die Erzeuger nicht gewöhnt sind, können jedoch durch infiziertes Material in den Betrieb eingeschleppt werden.

2.2.4 Bodenbewirtschaftung

Ein fruchtbarer Boden ist der wichtigste Faktor für jede Pflanzenproduktion. In der konventionellen Landwirtschaft werden günstige Bedingungen für das Wachstum und die Entwicklung von Kulturpflanzen durch intensive mechanische Bodenbearbeitung und die Zugabe von leicht verfügbaren Nährstoffen in Form von Mineraldüngern geschaffen. Der ökologische Landbau beruht auf einem völlig anderen Paradigma. Hier wird der Boden als lebender Organismus betrachtet. Alle Maßnahmen zielen darauf ab, günstige Bedingungen für die Entwicklung einer vielfältigen Mikroorganismen- und Tierwelt im Boden zu schaffen, die durch komplexe Prozesse, wie die Produktion und Zersetzung organischer Stoffe, notwendige Nährstoffe für Kulturpflanzen liefern.

Fruchtbare und gut strukturierte Böden bieten optimale Bedingungen für das Pflanzenwachstum, was ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Schädlingen erhöht. Es ist wichtig, ausgewogen zu düngen, um einen ausreichenden P- und K-Gehalt zu gewährleisten, während der Stickstoffgehalt nicht zu hoch sein sollte. Ein Übermaß an N macht die Pflanzen für Insekten schmackhafter. Er führt zu einer hohen Pflanzendichte und einer starken Wuchsleistung. Hohe Luftfeuchtigkeit bietet günstige Bedingungen für die Entwicklung der Krankheit. Außerdem ist es unter solchen Bedingungen schwierig, die Symptome von Krankheiten und Schädlingen zu überwachen und Pflanzenschutzmittel anzuwenden, während es für natürliche Gegenspieler schwieriger ist, Schädlinge zu finden. Deshalb wird im ökologischen Landbau fast ausschließlich mit organischen Düngemitteln gedüngt (Stallmist, Kompost aus dem eigenen Betrieb usw.), die allmählich mineralisiert werden und mineralische Nährstoffe freisetzen. Die Düngung mit organischen Düngern sorgt für die Erhaltung und Erhöhung des Humusgehalts, der für die Fruchtbarkeit und die mikrobiologische Aktivität des Bodens unerlässlich ist.

Die Erhöhung der Artenvielfalt im Boden ist eine wichtige Aufgabe im ökologischen Landbau, da einige der Bodenmikroorganismen, natürlichen Gegenspieler oder Kleintiere im Boden durch ihren Einfluss auf den Nährstoffkreislauf Schädlinge direkt angreifen und Unkrautsamen vernichten. Die Bodenbearbeitung und insbesondere die Durchmischung der Bodenhorizonte werden auf ein Minimum reduziert, um die

Bedingungen für die Bodenorganismen so günstig wie möglich zu gestalten. Wo immer möglich, wird der Boden durch Deckfruchtanbau oder Mulchen erhalten, wodurch eine Bodenschicht mit einer krümeligen Struktur entsteht, die reich an organischer Substanz und Bodenorganismen ist.

Vielfältige Deckfrüchte sind auch Lebensraum für natürliche Gegenspieler, die oberhalb des Bodens leben. Der Deckfruchtanbau mit schnell wachsenden Arten, die den Boden bedecken, ist eine der erfolgreichsten Strategien zur Unkrautbekämpfung, insbesondere auf Feldern, auf denen Pflanzen mit großen Reihenabständen angebaut werden.

Der Deckfruchtanbau mit einjährigen Arten (Gründüngung) kann auch zwischen der Ernte und dem Beginn der neuen Vegetationsperiode bzw. der Aussaat neuer Dauerkulturen durchgeführt werden. Dies ist eine gute Möglichkeit, den Boden in Gebieten zu erhalten, in denen es aufgrund der geringen Niederschlagsmenge nicht möglich ist, zusammen mit Dauerkulturen dauerhaft Deckfrüchte anzubauen. Durch die Auswahl geeigneter Arten für die Gründüngung kann die Schädlingspopulation, die von der Vorfrucht übrig geblieben ist, reduziert, Unkrautwachstum und Nährstoffauswaschung im Boden verhindert werden. Durch das Pflügen wird frisches organisches Material eingebracht, das als Nahrung für Mikroorganismen und andere nützliche Organismen im Boden dient.

Viele der Vorteile der Bodenbedeckung, besonders die Verbesserung der biologischen Vielfalt im Boden, werden auch durch Mulchen erreicht. Im ökologischen Landbau wird mit organischem Material gemulcht, meist mit Stroh oder frisch geschnittenem Gras. Diese Art der Abdeckung beeinträchtigt die Entwicklung von Unkräutern erheblich, da sie es ihnen schwer machen, durch die Schicht aus organischem Material hindurchzuwachsen und das für die Keimung notwendige Licht zu verhindern.

Eine geeignete Bewässerungsmethode kann sich ebenfalls auf die Entwicklung von Krankheiten auswirken und sollte an die jeweiligen Kulturen angepasst werden. Die Wassermenge pro Bewässerungsrunde, die Bewässerungshäufigkeit und die Bewässerungstechnik können die Ausbreitung von Krankheiten und die Schwere der von ihnen verursachten Schäden beeinflussen. Werden beispielsweise Furchen bewässert, ist es sinnvoll, sie häufiger mit kleineren Wassermengen zu bewässern, während die Beregnungsanlage besser am späten Abend oder in der Nacht eingesetzt werden sollte, wenn sich bereits Tau bildet. Zur Krankheitsvorbeugung eignet sich am besten eine örtliche Bewässerung (Tropfbewässerung), bei der kleine Wassermengen auf die Pflanzenwurzeln aufgebracht werden, während die oberirdischen Pflanzenorgane nicht befeuchtet werden.

2.2.5 Feldbewirtschaftung

Die Entwicklung von Krankheiten und Schädlingen, ihre Überwachung und die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln werden maßgeblich von den verschiedenen Pflanzenschutzmaßnahmen beeinflusst, die an den von uns angebauten Pflanzen durchgeführt werden. Für die verschiedenen Kulturen werden unterschiedliche Maßnahmen durchgeführt, die jedoch bei allen Kulturen für ein ausgewogenes vegetatives und generatives Wachstum sorgen sollen. So wird in bestimmten kritischen Entwicklungsphasen die Wuchskraft reduziert, während die Früchte besser ernährt werden, was ihre Fruchtbarkeit und Qualität erhöht. Durch die Entfernung überflüssiger vegetativer Organe (wie Seitentriebe, Triebspitzen, Blätter in der Fruchtzone oder Triebe am Stamm) kommt es außerdem zu einer Belüftung und schnellen Trocknung, die ungünstige Bedingungen für die Entwicklung von Pilzkrankheiten schaffen.

Der Winterschnitt wird regelmäßig in Dauerkulturen wie Weinbergen und Obstplantagen durchgeführt und hat einen ähnlichen Zweck wie die Eingriffe während der Vegetationsperiode. Beim Winterschnitt ist es aus phytosanitärer Sicht wichtig, nur die Triebe ohne Krankheitssymptome zu belassen und alle

unnötigen Teile zu entfernen, in denen Schädlinge überwintern können. Es ist nicht sinnvoll, die Schnittreste zu häckseln und als Mulch auf dem Boden liegenzulassen oder sie in den Boden zu pflügen, da sie eine Infektionsquelle für die nächste Vegetation darstellen können.

Auf Feldern mit mehrjährigen Kulturen müssen alle durch den Schnitt abgeworfenen Triebe und nach der Ernte von einjährigen Kulturen alle Reste entfernt werden, da sie in der nächsten Vegetationsperiode eine Infektionsquelle darstellen können. Dies ist besonders wichtig für hochinfektiöse Krankheitserreger, die sich zu Beginn der Vegetationsperiode aus den Abfällen der vorangegangenen Saison entwickeln. Durch die Kompostierung von Pflanzenresten wird die Zirkulation von Nährstoffen im Betrieb sichergestellt. Bei der Herstellung von Kompost entsteht eine hohe Temperatur, die Schädlinge abtötet, sodass der gewonnene organische Dünger in den Boden eingearbeitet werden kann, ohne dass die Gefahr einer Ausbreitung der Infektion besteht.

Es wird empfohlen, befallene Pflanzenteile kontinuierlich zu entfernen, solange der Befall während der Vegetationsperiode noch gering ist.

Überprüfungsfragen

1. Kreuzen Sie die richtigen Optionen an. Die Widerstandsfähigkeit von Pflanzen und ihre Resistenz gegen den Ausbruch von Schädlingen kann beeinflusst werden durch:

- a) Standortwahl
- b) Sortenwahl
- c) Bodensystem
- d) Vermarktungsstrategien
- e) Feldbewirtschaftung

2. Welche der folgenden Eigenschaften machen einen guten Standort für den ökologischen Landbau aus?

- a) Geeignete Topografie für eine bestimmte Kultur
- b) Nähe zu stillgelegten Feldern
- c) Gute Beleuchtung und Luftzirkulation
- d) Gut entwässerte Böden mit einem geringen Gehalt an organischen Stoffen
- e) Landwirtschaftliche Flächen, die mit natürlichen Lebensräumen kombiniert sind

3. Kreuzen Sie die richtigen Optionen an. Eine gut etablierte Fruchtfolge ...

- a) reduziert die Anhäufung von Unkrautsamen.
- b) erhöht die Zahl der nützlichen Mikroorganismen im Boden.
- c) reichert Krankheiten, Schädlinge und Unkraut im Boden an.
- d) kontrolliert die Nematodenpopulation im Boden.

4. Verbinden Sie die Anbaupraxis in der linken Spalte mit dem positiven Einfluss, den sie auf den Pflanzenschutz hat, in der rechten Spalte. Mehrfachnennungen sind möglich.

1	Deckfruchtanbau und organische Düngung
2	Abstand zwischen den Pflanzen
3	Feldbewirtschaftung
4	Fruchtfolge und Pflanzenverbund

Verhinderung der Ansammlung von Schädlingen	a
Schaffung eines ungünstigen Mikroklimas für die Entwicklung von Krankheiten und Unkraut	b
Leichtere Überwachung von Infektionssymptomen und Schädlingspopulationen	c
Bessere Anwendung von Pflanzenschutzmitteln	d
Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit und der Vielfalt der Bodenmikroorganismen	e
Regulierung der Pflanzenvitalität	f

5. Welche der folgenden Aussagen über die Sortenwahl und das Saat- und Pflanzgut im ökologischen Landbau ist richtig?

- a) Von allen agronomisch wichtigen Arten gibt es resistente Sorten.
- b) Weniger anfällige Sorten können in Gegenwart bestimmter Krankheitserreger ohne größere Schäden angebaut werden.
- c) Der Anbau resistenter Sorten führt zu einer Anpassung der Krankheitserreger, da neue Stämme entwickelt werden, die die Resistenz der Sorten überwinden können.
- d) Mit dem Pflanzgut können Unkrautsamen in die Anpflanzung gelangen.

2.3 Förderung der Artenvielfalt

Lernziele

- Definieren, welche Bestandteile die biologische Vielfalt umfasst.
- Erläutern der Vorteile der Erhöhung der biologischen Vielfalt.
- Beschreiben der Strategien zur Erhöhung der biologischen Vielfalt im ökologischen Landbau.

2.3.1 Die Rolle der biologischen Artenvielfalt

Die biologische Vielfalt spielt eine entscheidende Rolle für die Lebensmittelsicherheit, die Ernährung und den Lebensunterhalt sowie für die Bereitstellung von Ökosystemleistungen. Die biologische Vielfalt umfasst alle Arten von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen sowie die Ökosysteme und ökologischen Prozesse, von denen sie ein Teil sind. Im allgemeinen Sprachgebrauch kann die biologische Vielfalt als

Artenreichtum (Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen) in einem bestimmten Lebensraum definiert werden. Sie kann an Land, im Süßwasser oder im Meer, als Parasiten oder in Symbiose auftreten. Die biologische Vielfalt umfasst die Vielfalt des Lebens auf allen Ebenen: Artenvielfalt, genetische Vielfalt sowie die Vielfalt der Lebensräume und Ökosysteme. Eine reiche biologische Vielfalt ist wesentlich für die Erhaltung natürlicher Prozesse, die zur Lebensfähigkeit des Menschen beitragen, wie die natürliche Schädlingsregulierung, die Bestäubung der Fruchtbioasse durch Insekten und die Zersetzung organischer Stoffe. Die Agrarpolitik fördert zunehmend ökologisch orientierte Anbaumethoden, die die biologische Vielfalt erhalten und die natürlichen Ressourcen schonen. In historischer Zeit hat sich durch die Landwirtschaft aus einer einst undifferenzierten, von Wäldern dominierten Landschaft eine vielfältigere Landschaft entwickelt. Auch heute sind regional angepasste und extensive Bewirtschaftungsformen eine wesentliche Voraussetzung für eine vielfältige, artenreiche Landschaft.

Ein wichtiger Grundsatz der nachhaltigen Landwirtschaft ist die Nachahmung der Vielfalt, die in natürlichen Ökosystemen häufig vorkommt, auf landwirtschaftlichen Flächen jedoch verloren gehen kann. Biodiversität bezieht sich auf die Vielfalt der Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen über und unter dem Boden, die in einem Ökosystem zusammenwirken. Pflanzen und Tiere sind durchwegs in vielfältige Landschaften integriert. Infolgedessen sind diese Systeme in der Regel stabiler, widerstehen Störungen und erholen sich besser als weniger vielfältige Systeme. Ökologische Anbausysteme fördern ein vielfältiges, ausgewogenes Ökosystem, um den Boden anzureichern und Unkraut-, Insekten- und Krankheitsprobleme zu vermeiden. Kulturpflanzenvielfalt, Fruchtfolgen, Zwischenfruchtanbau, Deckfrüchte, konservierende Bodenbearbeitung und die Einarbeitung organischer Stoffe sind wichtige Bestandteile der biologischen Vielfalt in der Landwirtschaft.

Vorteile der Förderung der Biodiversität:

- Verbessert die Bodenqualität

Vielfältige Fruchtfolgen verbessern die Böden, erhöhen die Artenvielfalt in den Betrieben und steigern die Ernteerträge. Qualitativ hochwertige Böden fördern dichte Populationen von Mikroorganismen, verbessern die natürliche biologische Kontrolle von Krankheitserregern, verlangsamen den Nährstoffumsatz, fördern Gemeinschaften nützlicher Insekten und verbessern die Bodenbelüftung und -drainage. Fruchtfolgen, die Bewirtschaftung von Ernterückständen, konservierende Bodenbearbeitung, die Einarbeitung von Tierdung und der Einsatz von stickstoffbindenden Pflanzen können die Gesundheit und Produktivität des Bodens verbessern.

- Verbessert die Bekämpfung von Insekten, Unkraut und Krankheiten

Vielfältige Anpflanzungen führen häufig zu einem Rückgang der Schädlingspopulationen. Spezialisierte Pflanzenfresser finden und halten sich eher in reinen Pflanzenbeständen auf, in denen die Nahrungsquellen konzentriert sind. Felder mit einer Vielzahl von Pflanzen sind oft reich an ober- und unterirdischen Nützlingen, die Schädlinge auf natürliche Weise bekämpfen, das Wachstum von Krankheitsorganismen hemmen, die natürlichen Abwehrkräfte der Pflanzen stärken und bestimmte Unkräuter unterdrücken. Die Vielfalt der Kulturen, Fruchtfolgen, verstreut liegende Felder, angrenzende nicht bewirtschaftete Flächen und mehrjährige Kulturen sind Methoden, mit denen sich der Schädlingsdruck verringern lässt.

- Fördert Nützlinge

Der Anbau von Pflanzen, die natürliche Gegenspieler unterstützen oder den Insektenbefall direkt verhindern, trägt zur Stabilisierung von Schädlingsgemeinschaften bei. Räumlich und zeitlich unterschiedliche Anpflanzungen stellen sicher, dass die Populationen natürlicher Gegenspieler kontinuierlich mit Ressourcen versorgt werden. Nützliche Insekten, Milben und Nematoden können auch durch die Einbeziehung von angrenzenden, nicht bewirtschafteten Flächen und Wildpflanzen Nahrung und Lebensraum finden. Darüber hinaus kann die Verwendung von Bodendeckern und oberflächlichen Rückständen die Häufigkeit und Effizienz von Räubern und Parasitoiden erhöhen.

- Streut das wirtschaftliche Risiko

Eine größere Betriebsvielfalt bietet die Möglichkeit, die Gewinne zu steigern und gleichzeitig die Produktionskosten zu senken. Das Hinzufügen neuer Kulturen, die zu Klima, Geografie und Bewirtschaftungsanforderungen passen, kann die Gewinne steigern, indem es die Möglichkeit bietet, Nischenmärkte zu nutzen, die Vermarktungsmöglichkeiten zu erweitern und Schwankungen der Rohstoffpreise auszugleichen.

2.3.2 Strategien zur Erhöhung der biologischen Vielfalt

Gesunde Pflanzen sind weniger anfällig für den Befall durch Schädlinge und Krankheiten. Ein wichtiges Ziel für den ökologischen Landbau ist es daher, Bedingungen zu schaffen, die eine Pflanze gesund erhalten. Die Interaktion zwischen lebenden Organismen und ihrer Umwelt ist entscheidend für die Gesundheit einer Pflanze. Die Gesundheit der Pflanzen ist in Monokulturen stärker gefährdet, und die Diversifizierung im Betrieb sorgt für eine ausgewogene Interaktion zwischen verschiedenen Pflanzen, Schädlingen und Räubern. Deshalb kann ein gut verwaltetes Ökosystem ein erfolgreicher Weg sein, um die Schädlings- oder Krankheitspopulation zu reduzieren. Bestimmte Pflanzensorten verfügen aufgrund ihrer Anpassungsfähigkeit an die Umwelt über wirksamere Mechanismen als andere und haben daher ein geringeres Infektionsrisiko.

Der Gesundheitszustand einer Pflanze hängt in hohem Maße von der Fruchtbarkeit des Bodens ab. Wenn Nährstoffgehalt und pH-Wert ausgewogen sind, wird die Pflanze widerstandsfähiger und ist daher weniger anfällig für Infektionen. Klimatische Bedingungen wie geeignete Temperaturen und ausreichende Wasserversorgung sind weitere Faktoren, die für eine gesunde Pflanze entscheidend sind. Ist eine dieser Bedingungen ungeeignet, kann die Pflanze in Stress geraten. Stress schwächt die Abwehrmechanismen der Pflanzen und macht sie zu einem leichten Ziel für Schädlinge und Krankheiten. Einer der wichtigsten Punkte für einen Ökobauern ist es daher, vielfältige und gesunde Pflanzen anzubauen. So lassen sich viele Probleme mit Schädlingen und Krankheiten vermeiden. Strategien zur Erhöhung der Artenvielfalt im ökologischen Landbau sind in Abbildung 2.2 dargestellt.

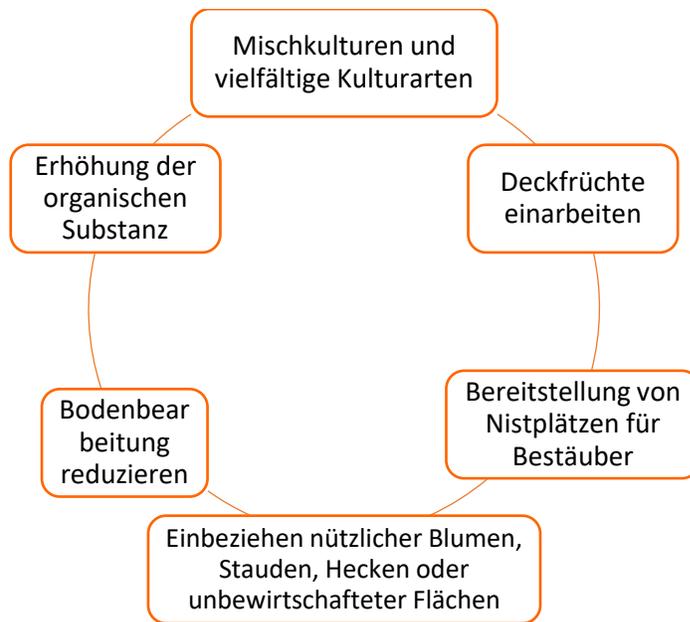


Abbildung 2.2 Strategien zur Erhöhung der Biodiversität im ökologischen Landbau

Wie kann die biologische Vielfalt in landwirtschaftlichen Betrieben erhöht werden?

- Sicherstellung der Vielfalt der Pflanzenarten

Eine Erhöhung der biologischen Vielfalt innerhalb des Feldes kann durch den Anbau von Pflanzenmischungen und mehreren Pflanzensorten erreicht werden. Auch die Anlage vielfältiger Bepflanzungen an Feldrändern sollte in Betracht gezogen werden. Die Anpflanzung von Blühstreifen, die Einbindung von Stauden, das Anlegen von Hecken (eine Reihe von Bäumen oder Sträuchern, die Felder voneinander trennen) und das Belassen von nicht bewirtschafteten Flächen sind Methoden zur Erhöhung der Vielfalt auf nicht bewirtschafteten Flächen.

- Förderung von Bestäubern und natürlichen Gegenspielern

Um die Vielfalt der einheimischen Bestäuber zu erhöhen, sollten Sie Nistblöcke anbieten und den Zugang zu Bodenbereichen, wie z. B. offenem Boden, für Nistplätze ermöglichen. Eine Wasserquelle ist ebenfalls wichtig. Zweige von Bäumen und Sträuchern, z. B. in Hecken, bieten ebenfalls Nistplätze für Bestäuber. Der Ökolandwirt sollte versuchen, die natürlichen Gegenspieler, die bereits im Umfeld der Kulturen vorhanden sind, zu erhalten und ihre Wirkung zu verstärken. Dies kann mit den folgenden Methoden erreicht werden:

- Minimierung des Einsatzes natürlicher Pestizide (chemische Pestizide sind im ökologischen Landbau ohnehin nicht erlaubt);
- Zulassen, dass einige Schädlinge auf dem Feld leben, die als Nahrung oder Wirt für natürliche Gegenspieler dienen;
- Einführung eines vielfältigen Anbausystems (z. B. Mischkulturen);

d) Einbeziehung von Wirtspflanzen, die natürlichen Gegenspielern als Nahrung oder Unterschlupf dienen (z. B. Blumen, von denen sich erwachsene Nützlinge ernähren).

Es gibt viele Möglichkeiten, die Pflanzenvielfalt innerhalb und entlang der Grenzen von Feldern zu verbessern:

Hecken - Verwenden Sie einheimische Sträucher, von denen bekannt ist, dass sie Schädlingsräuber und Parasitoide anziehen, indem sie Nektar, Pollen, alternative Wirte und/oder Beutetiere anbieten. Die meisten blühenden Straucharten haben diese Eigenschaft. Es sollte jedoch darauf geachtet werden, dass keine Pflanzenarten verwendet werden, die bekanntermaßen alternative Wirte für Schädlinge oder Krankheiten sind.

Käferbänke - Grasstreifen in der Nähe von Feldern beherbergen verschiedene Gruppen natürlicher Schädlingsfeinde wie Laufkäfer, Kurzflügler und Spinnen. Um das Risiko von Unkräutern und Pflanzen, die als Wirtspflanzen von Pflanzenschädlingen und -krankheiten bekannt sind, zu verringern, können ein bis drei einheimische Grasarten in Streifen von 1 bis 3 m gesät werden.

Blühstreifen - Verwenden Sie einheimische Blütenpflanzenarten, von denen bekannt ist, dass sie Räuber und Parasitoide anlocken, indem sie Nektar, Pollen, alternative Wirte und/oder Beutetiere bieten. Die meisten blühenden Pflanzenarten haben diese Eigenschaft. Es sollte jedoch darauf geachtet werden, dass keine alternativen Wirte für Schädlinge oder Krankheiten verwendet werden. Drei bis fünf einheimische Blütenpflanzenarten können in gut vorbereiteten Saatbeeten ausgesät werden, die in Streifen von 1 bis 3 m am Rand des Erntefeldes angeordnet sind. Nach der Blüte können die Samen gesammelt werden, um den Streifen zu erneuern oder neue Streifen anzulegen.

Begleitpflanzen - Natürliche Gegenspieler können auch durch Begleitpflanzen innerhalb einer Kultur angelockt werden. Diese Begleitpflanzen können die gleichen sein wie die in den Blühstreifen verwendeten. Einige wenige (1 oder 2 pro 10 m²) blühende Begleitpflanzen in einer Kultur dienen als „Servicestation“ für natürliche Gegenspieler.

- Fruchtwechsel

Unter Fruchtwechsel versteht man die Abfolge der auf einem bestimmten Feld angebauten Kulturen und Deckfrüchte. Die Fruchtfolge sollte mehrere Pflanzenfamilien umfassen, den kurz- und langfristigen Fruchtbarkeitsbedarf der Pflanzen decken, den Unkrautdruck verringern, die Unkraut- und Krankheitszyklen unterbrechen und die Pflanzenproduktion optimieren.

- Zwischenfruchtanbau

Zwei oder mehr Kulturen, die in unmittelbarer Nähe zueinander angebaut werden, können zu positiven Wechselwirkungen führen. Der Zwischenfruchtanbau kann durch den Anbau von Kulturen in abwechselnden Reihen (Reihenzwischenfruchtanbau), den Anbau von Kulturen in größeren abwechselnden Streifen (Streifenzwischenfruchtanbau), den gemeinsamen Anbau von Kulturen ohne eindeutige Reihenanordnung (gemischter Zwischenfruchtanbau) oder durch das Einpflanzen einer zweiten Kultur in eine bestehende Kultur im Reifestadium (Staffelzwischenfruchtanbau) erfolgen. Besonderes Augenmerk sollte auf die räumliche Anordnung, die Pflanzendichte und den voraussichtlichen Reifezeitpunkt der ausgewählten Kulturen gelegt werden.

- Deckfrüchte

Deckfrüchte werden verwendet, um den Boden in den Zeiten, in denen ein Feld nicht bewirtschaftet wird, vor Erosion zu schützen. Es sollten Pflanzen gewählt werden, die leicht zu pflanzen, zu etablieren und zu kontrollieren oder abzutöten sind. Geeignete Sorten bieten eine zuverlässige Bodenbedeckung und haben keine negativen Auswirkungen auf die nachfolgende Kultur. Es ist wichtig, die Durchwurzelungstiefe und die Eigenschaften der Pflanzen zu bewerten, z. B. die Unterdrückung von Unkraut und Krankheiten, die Stickstofffixierung und die Anziehungskraft auf Bestäuber und natürliche Gegenspieler. Auch die Pflanztermine und die klimatischen Anforderungen müssen berücksichtigt werden, da geeignete Pflanzenarten je nach geografischen und klimatischen Bedingungen variieren.

- Konservierende Bodenbearbeitung

Bei der konservierenden Bodenbearbeitung wird der Boden nur minimal gestört, wobei mindestens 30 Prozent des Bodens von Ernterückständen bedeckt bleiben. Nach der Ernte werden die Ernterückstände belassen oder es werden Deckfrüchte angebaut, bis die nächste Kultur gepflanzt wird. Es haben sich mehrere Methoden der konservierenden Bodenbearbeitung etabliert. Bei der Direktsaat werden spezielle Geräte eingesetzt, die nur einen kleinen Bereich stören, in dem das Saat- oder Pflanzgut ausgebracht wird. Bei der Streifen- oder Zonenbearbeitung wird ein 5 bis 7 Zoll (ca. 13 – 18 cm) breites Saatbett entlang der Wurzelzone der Pflanzen angelegt, während der Rest des Feldes ungestört bleibt. Bei der Dammsaat werden permanente Bodenwälle geschaffen, auf denen die Kulturpflanzen angebaut werden.

- Einarbeitung von organischem Material

Die Erhöhung der organischen Substanz bietet Unterschlupf für Bodenmikroben und intensiviert die biologische Aktivität des Bodens, was dazu beiträgt, das Risiko von Krankheiten zu verringern. Durch den Abbau organischer Stoffe durch Bodenmikroben werden dem Boden Nährstoffe wieder zugeführt, die ihm bei der Pflanzenproduktion entzogen wurden. Tierische Dünger, Deckfrüchte, Ernterückstände und organische Zusatzstoffe können in den Boden eingearbeitet werden, um den Gehalt an organischer Substanz mit der Zeit zu erhöhen.

Überprüfungsfragen

1. Die biologische Vielfalt umfasst:

- a) alle in einem bestimmten Ökosystem vorkommenden Pflanzenarten.
- b) alle Tierarten, die in einem bestimmten Ökosystem vorkommen.
- c) alle Arten von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen sowie die Ökosysteme und ökologischen Prozesse, zu denen sie gehören.

2. Ökologische Anbausysteme fördern ein vielfältiges, ausgewogenes Ökosystem, um den Boden anzureichern und Unkraut-, Insekten- und Krankheitsprobleme zu vermeiden.

- a) richtig
- b) falsch

3. Die Erhöhung der Artenvielfalt in ökologischen Anbausystemen

- a) verbessert die Bodenqualität.
- b) verbessert die Bekämpfung von Insekten, Unkraut und Krankheiten.

- c) fördert Nutzorganismen.
- d) bietet die Möglichkeit, den Gewinn zu steigern und gleichzeitig die Produktionskosten zu senken.
- e) vereint alle der oben genannten Punkte.

4. Zu den Strategien zur Erhöhung der biologischen Vielfalt im ökologischen Landbau gehören:

- a) Pflanzung von Mischkulturen und mehreren Pflanzensorten
- b) Nützliche Blumen, Stauden, Hecken oder nicht bewirtschaftete Flächen einbeziehen
- c) Bereitstellung von Nistplätzen für Bestäuber
- d) Einarbeiten von Deckfrüchten, Verringern der Bodenbearbeitung und Erhöhen der organischen Substanz
- e) Alle oben genannten Punkte

5. Wie kann die Vielfalt der Pflanzenarten erhöht werden?

- a) Vermeidung von Hecken
- b) Anpflanzung von Mischkulturen und Mehrfachkulturen
- c) nie Flächen unbewirtschaftet lassen
- d) Anlegen von Blühstreifen mit mehrjährigen Pflanzen

6. Beschreiben Sie, was getan werden kann, um die Bestäuber und natürlichen Gegenspieler zu fördern.

- a) _____
- b) _____
- c) _____
- d) _____

7. Die biologische Vielfalt kann durch eine Fruchtfolge gefördert werden, da sie den Unkrautdruck verringert, die Zyklen von Unkraut, Insekten und Krankheiten unterbricht und die Pflanzenproduktion optimiert.

- a) falsch
- b) richtig

8. Zwischenfruchtanbau (zwei oder mehr Kulturen, die in unmittelbarer Nähe zueinander angebaut werden)

- a) fördert nützliche Wechselwirkungen.
- b) kann zur Verbesserung der Schädlingsbekämpfung beitragen, z. B. zur Verringerung von Schädlingsbefall.
- c) wird vom ökologischen Landbau nicht unterstützt, da er wirtschaftliche Verluste verursacht.

9. Erläutern Sie, wie die konservierende Bodenbearbeitung zur Erhaltung der Artenvielfalt beitragen kann.

10. Die Einarbeitung von organischem Material ist eine Strategie zur Erhöhung der biologischen Vielfalt im ökologischen Landbau. Durch die Zersetzung organischen Materials durch Bodenmikroben werden dem Boden Nährstoffe zurückgegeben, die ihm durch die Pflanzenproduktion entzogen wurden. Dies trägt dazu bei, den Reichtum und die Gesundheit des Bodens wiederherzustellen.

- a) Richtig
- b) Falsch

2.4 Schädlingsmonitoring und -prognose

Lernziele

- Kennenlernen der Bedeutung des Schädlingsmonitorings und der Schädlingsprognose.
- Definieren der gängigsten und am weitesten verbreiteten Monitoring-Techniken und erläutern ihrer Anwendung im integrierten Pflanzenschutz.

Viele Erzeuger wenden Pflanzenschutzmittel (PSM) routinemäßig nach einem bestimmten Zeitplan an, wenn ein Schädlingsbefall vermutet wird oder wenn die Schädlingspopulationen bereits hoch und schwer zu kontrollieren sind. Die Gesamtkosten für die Schädlingsbekämpfung über den gesamten Produktionszyklus können bei der Anwendung nach Kalender sehr hoch sein. Übermäßiges Sprühen kann PSM unwirksam machen, da es die Resistenz von Schädlingen gegenüber Pestiziden fördert; Anwendungen können Phytotoxizität verursachen; zunehmende Vorschriften erschweren das Sprühen.

In der Europäischen Union wird die integrierte Schädlingsbekämpfung (integrated pest management, IPM) in der konventionellen landwirtschaftlichen Produktion eingesetzt. Die integrierte Schädlingsbekämpfung basiert auf der Integration aller verfügbaren Methoden und Instrumente mit dem Ziel, die Schädlingspopulation unter einem bestimmten Schwellenwert zu halten. Der gleiche Ansatz wird im ökologischen Landbau angewandt. Der Unterschied zur konventionellen Erzeugung, wie sie in der EU praktiziert wird, besteht darin, dass im IPM der Einsatz chemischer Pestizide erlaubt ist, während im ökologischen Landbau nur eine begrenzte Anzahl von Produkten verwendet werden kann. Daher sollte das Schädlingsmonitoring als eines der Grundprinzipien des IPM auch für die Schädlingsbekämpfung im ökologischen Landbau eingesetzt werden.

In vielen Fällen kann eine bestimmte Anzahl von Schädlingen und ein geringes Schadensniveau toleriert werden; dieses Konzept ist für den integrierten Pflanzenschutz (IPM) von grundlegender Bedeutung. Es ist schwierig, spezifische Schwellenwerte und Leitlinien festzulegen, da die Bedeutung des Auftretens von Schädlingen oder Schäden von vielen Faktoren abhängt, darunter auch von der Toleranz des Landwirts.

Am besten ist es, mit der Überwachung von Schädlingspopulationen zu beginnen, bevor Maßnahmen zur Schädlingsbekämpfung eingeführt oder geändert werden. Unter Monitoring versteht man die systematische Sammlung, Aufzeichnung und Analyse von Beobachtungen im Laufe der Zeit. Das Wichtigste ist, herauszufinden, was die Fallenfänge im Vergleich zu Schädlingsbefall und Erntequalität

widerspiegeln. Entsprechend dieser Informationen müssen dann die Bekämpfungsmaßnahmen angepasst werden. Landwirte, die ihre Kulturen systematisch überwachen, können ihre eigenen Schwellenwerte entwickeln. Für die meisten Überwachungsmethoden können zahlreiche numerische Schwellenwerte ermittelt werden.

2.4.1 Monitoring

2.4.1.1 Monitoring von Schädlingen

Für die Bekämpfung von Schadinsekten ist es notwendig, zunächst die Schadenssituation zu ermitteln und einen optimalen Bekämpfungsplan zu erstellen, der die Umweltbedingungen und -merkmale berücksichtigt. Die Überwachung von Schadinsekten ist der erste grundlegende Schritt zu einer angemessenen integrierten Schädlingsbekämpfung und für einen angemessenen Pflanzenschutz im ökologischen Landbau. Insekten können mit einer Vielzahl von Überwachungsmethoden erfasst werden, z. B. mit Pheromonfallen, Lichtfallen, farbigen Klebefallen, Saugfallen usw. Schädlingsüberwachungsmethoden sind in der Regel sehr zeitaufwändig und erfordern erhebliche Investitionen für die Identifizierung der Arten nach dem Absammeln von Hand im Feld.

Fallenfangdaten dienen mehreren Zwecken: 1. ökologische Studien 2. Überwachung von Insektenwanderungen 3. Neueinwanderungen in Agrarökosystemen 4. Durchführung von Felduntersuchungen und Probenahmen 5. zeitliche Planung von PSM-Anwendungen 6. Definieren von Phänologiemodellen 7. Vorhersage von Generationenstärken 8. Schädlingsbekämpfung.

Die Vorhersage von Schädlingen ist ein wichtiger Teil der IPM-Strategie sowie im ökologischen Landbau. Frühzeitige Frühwarnungen und Vorhersagen, die auf biophysikalischen Methoden beruhen, bieten eine Vorlaufzeit für die Bewältigung eines drohenden Schädlingsbefalls und können so Ernteverluste minimieren, die Schädlingsbekämpfung optimieren und die Kosten für den Anbau senken.

Außerdem ist es notwendig, Sekundärschäden und die Ausbreitung von Schädlingen durch eine kontinuierliche Überwachung zu verhindern, indem die Primärbekämpfung durch eine gewissenhafte Überwachung gemäß den geplanten Schädlingsbekämpfungsmethoden ergänzt wird. Da die Überwachung über die gesamte Vegetationsperiode hinweg erfolgt, ist es notwendig, sich in einem kurzen Zeitraum auf eine große Fläche zu konzentrieren. Der Zeitpunkt, an dem die Schäden vermehrt auftreten, und der Zeitpunkt, an dem die Bekämpfung durchgeführt werden kann, ist dabei zu berücksichtigen.

Monitoring von Schadinsekten mithilfe von Fallen

Fallenfänge können vor dem Vorhandensein von Schädlingen, Hotspots, Insektenwanderung und -aktivität warnen und ein relatives Maß für die Insektendichte liefern. Vergleiche der Anzahl erwachsener Schädlinge, die zu bestimmten Probenentnahmedaten gefangen wurden, können Aufschluss darüber geben, ob sich die Schädlingsdichte in den Kulturen verändert oder langfristig relativ konstant bleibt. Die Auswertung der Fallenfänge kann helfen, den Behandlungsbedarf, den Zeitpunkt der Anwendungen und die Wirksamkeit früherer Bekämpfungsmaßnahmen zu bestimmen.

Verschiedenen Methoden und Vorrichtungen werden bei der Schädlingsüberwachung eingesetzt. Die beliebtesten und am weitesten verbreiteten sind sowohl Sexualpheromonfallen für die selektive

Überwachung einzelner fliegender Arten, als auch Lichtfallen für fliegende Arten, die von Licht angezogen werden, und Farbklebefallen für Arten, die von Farbe angezogen werden. Während in Sexualpheromonfallen in der Regel erwachsene Männchen gefangen werden, werden in Lichtfallen und farbigen Klebefallen erwachsene Tiere beider Geschlechter gefangen. Mithilfe von Lichtfallen und farbigen Klebefallen lassen sich die Anwesenheit von Arten feststellen und die Verteilung der Populationen und ihre Bewegungen (Wanderungen im Ökosystem) in einem bestimmten Gebiet untersuchen. Klebefallen liefern interessante Ergebnisse und können als unvoreingenommene Aufzeichnungssysteme betrachtet werden. Sie benötigen keine Stromquelle und sind kostengünstig, aber ihre Inspektion zur Identifizierung und eventuellen Sammlung der gefangenen Insekten kann schwierig und zeitaufwendig sein, und ihre Handhabung ist relativ umständlich.

a) Sexualpheromonfallen

Pheromone sind Botenstoffe, die der artspezifischen Kommunikation dienen. Normalerweise werden diese Pheromone von Weibchen produziert, um Männchen anzulocken. Kommerziell werden sie hergestellt, indem die entsprechenden Komponenten synthetisiert und in Dispenser gefüllt werden, die je nach Produktion in Fallen unterschiedlicher Bauart eingesetzt werden können.



Abbildung 2.3 Falle mit Pheromon (Foto: Lemic, D.)

Sexualpheromonfallen sind nützlich für die Überwachung von Schädlingen, die sich einer frühzeitigen Erkennung von wirtschaftlichen Schäden entziehen. Mithilfe von Pheromonfallen (Abbildung 2.3) ist es möglich, das Auftreten und die Häufigkeit erwachsener Schädlinge zu überwachen und Ernteschäden für das folgende Jahr vorherzusagen. Sobald die wichtigsten Habitatparameter ermittelt sind, kann das Befallsniveau auf jährlicher Basis vorhergesagt werden, sodass die Landwirte über geeignete Bekämpfungsstrategien für die dies- und nächstjährige Kultur informiert werden. So kann beispielsweise das Auftreten von Larven auf der Grundlage der Häufigkeit von adulten Tieren und Eiern im Jahr vor der erneuten Aussaat einer bestimmten Kultur vorhergesagt werden.

Gemäß der guten landwirtschaftlichen Praxis (z. B. Landwirtschaftsministerium) muss die Schädlingsbekämpfung auf Populationsentwicklungsprognosen beruhen, die den Grundsätzen der integrierten Schädlingsbekämpfung (IPM) entsprechen. Die Bestimmung der Faktoren, die das Wachstum von Schädlingspopulationen positiv oder negativ beeinflussen oder einschränken, erleichtert die Entwicklung von IPM-Strategien. Diese zielen darauf ab, die Ausbreitung von Individuen zu verlangsamen und so die Schäden an Kulturen auf nationaler und möglicherweise internationaler Ebene zu verringern.

b) Farbige Klebefallen

Die Farbfalle ist die effizienteste Methode zur Überwachung der Kulturen auf Schadinsekten und kann das Vorhandensein eines Insekts oft früh genug anzeigen, damit andere Bekämpfungsmaßnahmen ergriffen werden können. Klebefallen werden als eine der wirksamen Strategien zur Überwachung verschiedener Insektenarten eingesetzt. Sie bieten eine einfache Methode zur Schätzung der Schädlingspopulationsdichte, erfordern geringe Kosten und wenig qualifizierte Arbeitskräfte und sind hilfreich bei der Entwicklung einer umweltfreundlichen Bekämpfungsstrategie. Die Überwachung mit Klebefallen führt in der Regel zu einer Verringerung des PSM-Einsatzes, was wiederum zu niedrigeren Inputkosten, einer geringeren Belastung der Arbeiter mit PSM und letztlich zu einer geringeren PSM-bedingten Phytotoxizität und geringeren Kosten führt. Dies wirkt sich unmittelbar auf die Quantität und Qualität der Erträge aus. Klebefallen sind wirtschaftlich erschwinglich, da sie weniger Kosten und weniger technischen Aufwand erfordern.

Bei der Schädlingsbekämpfung mit Klebefallen werden Fallen auf Klebstoffbasis verwendet, um Schädlinge zu überwachen, zu fangen und unschädlich zu machen. Diese Arten von Fallen bestehen in der Regel aus Pappe mit einer Klebeschicht oder aus Kunststofffallen mit erneuerbarer Klebeschicht. Die Pappe kann auch zeltförmig gefaltet oder flach gelegt werden. Die Zeltabdeckung schützt die Klebefläche vor Staub und anderen Materialien. Einige Klebefallen enthalten auch eine Art Duftstoff, um bestimmte Schädlinge anzulocken.

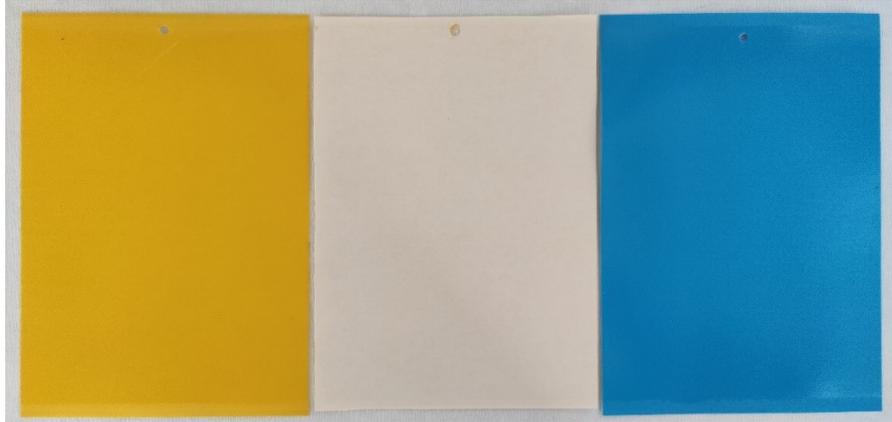


Abbildung 2.4 Farbige Klebefallen (Foto: Lemic, D.)

Klebefallen locken Schadinsekten mit einem bestimmten Farbspektrum an (Abbildung 2.4). Sie benötigen keine Köder oder Lockstoffe, können aber mit ätherischen Ölen wie Melissen-, Zitronen- oder Zimtöl verstärkt werden. Die meisten Tiere weisen eine artspezifische Farbpräferenz auf, d. h. sie reagieren auf einen bestimmten Bereich des sichtbaren Lichtspektrums. Die Farbpräferenz von Insekten ist ein recht auffälliges Phänomen, das in der Grundlagenforschung und den angewandten Wissenschaften Aufmerksamkeit erregt hat.

Leuchtendes Gelb (etwa 550 bis 600 nm Wellenlänge) ist für viele Insekten sehr attraktiv. Ausgewachsene Weiße Fliegen, Thripse, Minierfliegen, Blattläuse, Uferfliegen, geflügelte Blattläuse und Parasitoiden können mit gelben Klebefallen überwacht werden. Zum Beispiel kann der Einsatz von gelben Klebefallen in der Sämlingsproduktion mit 1 bis 2 Fallen/50-100 m² eine beträchtliche Anzahl von Weißen Fliegen fangen. Blaue Klebefallen sind am attraktivsten für den Westlichen Blüenthrips und einige andere Thripsarten.

Die Fallen liefern ein relatives Maß für die Insektendichte; ein Vergleich der Anzahl der gefangenen erwachsenen Tiere zwischen den Probenahmeterminen kann Aufschluss darüber geben, ob sich die Schädlingsdichte ändert oder langfristig relativ konstant bleibt.

c) Lichtfallen

Der Einsatz von Licht zur Erfassung nachtfligender Insekten ist eine seit langem etablierte Technik. Lichtfallen werden am häufigsten zur Untersuchung der Mottenfauna (z. B. des Maiszünslers *Ostrinia nubilalis*) eingesetzt, erfassen aber auch andere Insekten, wie z. B. erwachsene Wasserinsekten wie Eintagsfliegen, Dickkopffliegen und Köcherfliegen.

Je nach Verwendungszweck gibt es viele Methoden und Varianten, die eine sich ständig verändernde Technologie nutzen. Lichtfallen eignen sich am besten für Bestandserhebungen oder die Bestimmung der geografischen Verteilung von nachtflegenden Insekten. Dies liegt daran, dass viele Arten, die nachts gefangen werden, mit anderen Probenahmeverfahren praktisch nicht nachweisbar sind. Lichtfallen für einheimische Insekten können eine reiche Vielfalt vieler verschiedener Insekten aufdecken. Sie liefern Informationen über die Artenvielfalt in allen Jahreszeiten, Landschaften, ökologischen Gebieten, Höhenlagen und Nachtzeiten. Das Licht lockt die Insekten nicht an - es verwirrt sie und bringt sie von ihrer

Flugroute ab. Einige Insekten fliegen wiederholt um das Licht herum, andere lassen sich einfach in unterschiedlichen Abständen vom Licht nieder und fliegen nach unterschiedlichen Zeiten weiter. Insekten sehen grünes, blaues und nahes ultraviolettes (UV) Licht sehr gut, während sie das gelbe und orangefarbene Licht nur schlecht und das rote oder infrarote Licht gar nicht sehen können. Verschiedene Arten von Lichtquellen erzeugen Licht mit unterschiedlichen Wellenlängen (Farben) und sind daher für den Fang von Insekten unterschiedlich wirksam. Lichtfallen sind am effektivsten für die Entnahme von Proben nachfliegender Insekten in unmittelbarer Nähe - bis zu 500 m von der Lichtquelle entfernt. Eine Leuchte kann über größere Entfernungen - bis zu 1 km oder mehr - wirksam sein, wenn sie leicht erhöht aufgestellt wird. Die Effektivität hängt von der Windrichtung ab, da die Insekten in den Wind fliegen, und von der Windgeschwindigkeit, da sich viele Insekten bei starkem Wind niederlassen. Die Flugaktivität hängt auch von der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit ab, und Regen kann sie unterbrechen oder verringern. Daher ist bei der Verwendung von Lichtfallen für vergleichende Zwecke wie die Überwachung Vorsicht geboten. Dazu ist es erforderlich, so viele Variable wie möglich jedes Mal gleich oder so nah wie möglich zu halten. Dies wird als Standardisierung bezeichnet.



Abbildung 2.5 Lichtfalle (Foto: Virić Gašparić, H.)

Es gibt viele Arten von Lichtfallen; sie können mit 240 V Wechselstrom oder 12 V Gleichstrom betrieben werden, mit UV- oder Weißlichtlampen (Vollspektrum), und sie können Insekten lebend sammeln oder als Tötungsfalle dienen.

Die mit einer Lichtfalle gesammelten Daten liefern wichtige Informationen über die Vielfalt der nachtaktiven Insekten, ihre jeweilige Vorliebe für verschiedene Wellenlängen des Lichts und ermöglichen es, die Funktionsweise von Populationen zu verstehen und vorherzusagen. Solche Informationen können, wenn sie ordnungsgemäß dokumentiert sind, von Feldforschern auf vielfältige Weise genutzt werden, z. B. bei der Auswahl von Lichtfallen, um bestimmte Insektenordnungen anzulocken.

Die passive Probenahme, die Erhaltung lebender Exemplare und die geringen Kosten der Lichtfalle haben dazu geführt, dass sie zur Erfassung der Insektenvielfalt in terrestrischen Umgebungen weit verbreitet ist. So werden Lichtfallen seit den 1940er Jahren konsequent und in großem Umfang für die standardisierte Mückenüberwachung sowie für die Überwachung von Motten und anderen als Schädlinge geltenden Arten eingesetzt.

2.4.1.2 Monitoring von Krankheiten

Die Überwachung von Pflanzen und Krankheiten im Frühstadium ist von größter Bedeutung, da dies Schäden verhindern und frühzeitige Maßnahmen ermöglichen kann. In der Vergangenheit wurden die Erkennung und die Behandlung von Pflanzenkrankheiten von Experten vor Ort durchgeführt. Die Krankheitsüberwachung erfordert einen enormen Arbeits- und Zeitaufwand. Die Identifizierung und Diagnose von Krankheiten kann direkt an der Pflanze vorgenommen werden. Die manuelle Überwachung von Krankheiten führt nicht zu den gewünschten Ergebnissen, da die Beobachtung mit bloßem Auge unzuverlässig ist und die Gefahr von Fehldiagnosen erhöht. Außerdem ist die Unterstützung durch einen Experten erforderlich, was zeitaufwendig und teuer ist. Daher sind manuelle Methoden unwirksam. Die automatische und sofortige Erkennung von Pflanzenkrankheiten ist wichtig, um die Krankheitssymptome in einem frühen Stadium zu erkennen, wenn sie auf dem wachsenden Blatt der Pflanze auftreten. Sie wird verwendet, um das Blatt zu segmentieren, Merkmale zu extrahieren und es anhand seines Aussehens zu klassifizieren.

Einige Ansätze konzentrieren sich auf den Aufbau eines Netzwerks zur Überwachung von Pflanzenkrankheiten auf der Grundlage von Mobiltelefonen, während andere auf Satellitenbilder zurückgreifen. Der Aspekt der Krankheitserkennung des Überwachungsmoduls nutzt Computer Vision und maschinelles Lernen, um Pflanzenkrankheiten auf der Grundlage von Blattbildern zu erkennen. Blattbasierte Ansätze sind jedoch auf die Verwendung von bildgebenden Geräten in ressourcenarmen Gebieten angewiesen, die Smartphones verwenden. Dies kann in Gebieten ohne oder mit geringer Smartphone-Verfügbarkeit nur begrenzt möglich sein.

Bei der Beobachtung der Wechselwirkungen zwischen Erreger und Wirt würden verschiedene Pflanzenkrankheiten und Schädlinge eine Vielzahl von Symptomen und Pflanzenschäden verursachen, was eine physikalische Grundlage für ihre Fernüberwachung bietet. Es sei darauf hingewiesen, dass nicht alle Pflanzenkrankheiten für die Fernerkundung geeignet sind, da einige von ihnen keine identifizierbaren Merkmale aufweisen. Andererseits können einige bodenbürtige und Wurzelkrankheiten, die systemische Auswirkungen auf die Pflanzenphysiologie haben, erkannt werden. Eine wesentliche Voraussetzung für die Erkennung und Überwachung von Pflanzenkrankheiten und -schädlingen durch Fernerkundung ist daher das Vorhandensein einer spezifischen Reaktion, die von einem spezifischen Sensor oder Sensorsystem erkannt werden kann.

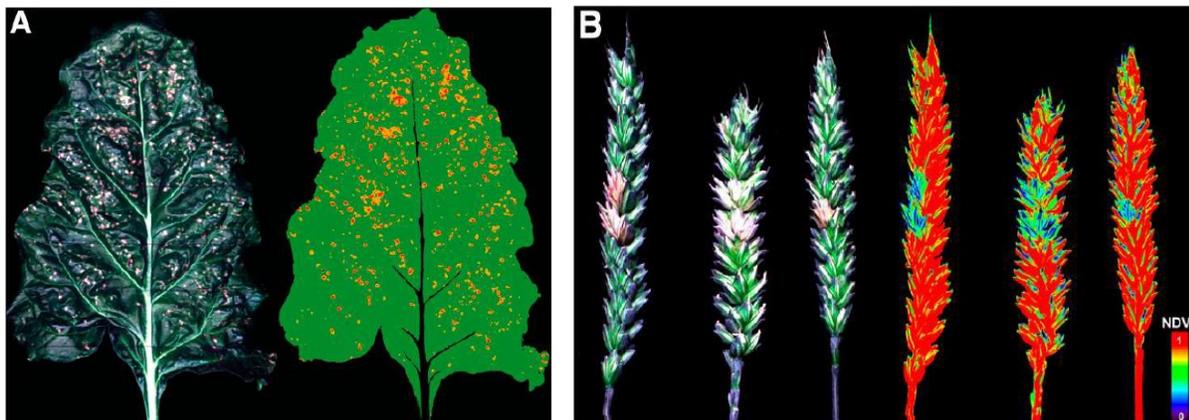


Abbildung 2.6 Erkennung von pilzlichen Pflanzenkrankheiten auf der Grundlage von Hyperspektralbildern. A: *Cercospora*-Blattfleckenkrankheit auf Zuckerrüben. B: *Fusarium* head blight auf Weizen (Mahlein, 2016)

2.4.1.3 Monitoring von Unkräutern

Die Unkrautüberwachung ist der erste Schritt in jedem standortspezifischen Unkrautbekämpfungsprogramm. Die standortspezifische Unkrautbekämpfung (SSWM) ist eine Strategie, bei der die Unkrautbekämpfung innerhalb eines Feldes variiert wird, um den Schwankungen bei Standort, Dichte und Zusammensetzung der Unkrautpopulation zu entsprechen. Dieses Konzept basiert auf der Tatsache, dass die Unkrautpopulationen innerhalb eines Feldes oft unregelmäßig verteilt sind.

Die meisten Herbizide sind nur gegen bestimmte Unkrautarten wirksam. Eine regelmäßige Überwachung wird eingesetzt, um festzustellen, ob die Behandlungen wirksam sind. Unkräuter wachsen oft in an einer Stelle konzentrierten Beständen, sodass es nicht unbedingt notwendig ist, Nachaustrieb-Herbizide zu spritzen oder das gesamte Feld zu pflügen, um sie zu bekämpfen. Eine punktuelle Behandlung kann Zeit und Geld sparen und gleichzeitig eine gute Unkrautbekämpfung bewirken.

Die genaueste Methode zur Abschätzung der Unkrautpopulation besteht darin, die Anzahl der Pflanzen in einem Gebiet bekannter Größe an mehreren Stellen zu zählen. Für die Zählung der Unkrautpflanzen sollte ein Quadrant verwendet werden, der beispielsweise quadratisch oder kreisförmig sein kann. Die Anzahl und der Ort der Zählungen, die zur Schätzung der Population erforderlich sind, hängen vom Verteilungsmuster ab.



Abbildung 2.7 Probenahme und Schätzung der Unkrautdichte (Foto: Lemic, D.)

Die Größe des Quadranten hängt von der Unkrautdichte ab. Kleine Quadranten ($0,1 \text{ m}^2$) sind ausreichend für Unkrautpopulationen von mehr als 200 Pflanzen pro Quadratmeter. Dies entspräche mehr als 20 Pflanzen pro Quadrat. Bei geringeren Unkrautdichten sollte die Quadrantengröße erhöht werden (bis zu 1 m^2), um Zählungen zwischen fünf und 50 Pflanzen pro Quadrat zu ermöglichen.

In je mindestens vier Feldabschnitten sollten mindestens fünf Zählungen durchgeführt werden, sodass sich 20 Zählungen für die Fläche ergeben. Je mehr Zählungen durchgeführt werden, desto genauer ist die Bewertung.

Die Anzahl der Pflanzen für jede gefundene Unkrautart aufzeichnen. Die Pflanzenzählung ist ein geeigneter Zeitpunkt, um verschiedene Aspekte der Unkräuter und des Bestandes zu erfassen. Notieren Sie, ob die Pflanzen klein und verkrüppelt erscheinen oder von Insekten oder Krankheiten befallen sind. Alle notierten Aufzeichnungen sollten abfragbar sein und Veränderungen der Unkrautdichte und des Unkrautspektrums im Laufe der Zeit aufzeigen. Diese Aufzeichnungen können eine Frühwarnung vor einem aufkommenden Problem sein.

2.4.2 Schädlingsprognose (Vorhersage)

Bei der Schädlingsprognose müssen mehrere charakteristische Merkmale der Schädlinge und die entscheidenden Umwelt- und Wirtsfaktoren berücksichtigt werden. Die meisten Modelle zur Schädlingsprognose berücksichtigen die Phänologie des Schädlings und seines Wirts. Eine genaue Vorhersage des Schädlingsbefalls, bevor er tatsächlich auftritt, ist in Schädlingsbekämpfungsprogrammen wünschenswert, damit Bekämpfungsmaßnahmen mit maximaler Effizienz geplant werden können. Die Schädlingsdynamik variiert je nach Standort und Jahreszeit in Bezug auf Zeitpunkt und Intensität.

Schädlinge in Agrarökosystemen unterliegen einem raschen Umweltwandel, der auf veränderte Anbausysteme und eine Vielzahl von Bewirtschaftungsmaßnahmen zurückzuführen ist. Infolgedessen weisen Pflanzenschädlinge ein höheres Maß an Instabilität der Populationsstärke auf. Schädlinge unterscheiden sich in ihrer Biologie und in ihrer Reaktion auf ihre Umwelt. Schädlinge in kälteren Klimazonen haben im Allgemeinen nur wenige Generationen und Ruheperioden in ihrem Lebenszyklus. Die meisten Arten in wärmeren Klimazonen weisen polymodale Muster mit mehreren Generationen pro Jahr auf. Dies ist auf kontinuierliche Reproduktionsmöglichkeiten und ständige Verfügbarkeit von Nahrung zurückzuführen. Auf globaler Ebene sind die saisonalen Temperaturen und Niederschlagsmuster wichtige Faktoren, die die Verteilung von Organismen bestimmen.

Ein wichtiges Ergebnis des Verständnisses der Populationsdynamik ist das Erarbeiten von Prognosemöglichkeiten, um geeignete Managemententscheidungen treffen zu können. Erfolgreiche Vorhersagetechniken sind solche, die so einfach wie möglich sind und auf der Kenntnis der Biologie und Ökologie der betreffenden Schädlinge beruhen.

Aufgrund der Klimaverhältnisse findet das Auftreten in der Regel in einem relativ kurzen Zeitraum statt und ist nicht allzu schwierig zu überwachen. Schädlinge, die auf alternativen Wirten überleben, können beprobt werden, sodass eine Schätzung ihrer wahrscheinlichen Schädlingsdichte auf der Hauptkultur möglich ist.

2.4.2.1 Modelle zur Vorhersage von Pflanzenschädlingen

Insekten sind nicht in der Lage, ihre Temperatur selbst zu regulieren, weshalb ihre Entwicklung von der Temperatur abhängt, der sie ausgesetzt sind. Bei Studien zur Populationsdynamik von Insekten wird häufig das Wachstum als Funktion der Umgebungstemperatur modelliert.

Das gebräuchlichste Modell für die Entwicklungsrate, das oft als Gradtagsummierung bezeichnet wird, geht von einer linearen Beziehung zwischen der Entwicklungsrate und der Temperatur zwischen unterer und oberer Entwicklungsschwelle aus. Diese Methode funktioniert gut bei optimalen Temperaturen. Die temperaturabhängige Entwicklung bei Insekten kann auch über die Entwicklungszeit betrachtet werden. Gradtagmodelle werden seit langem als Teil von Entscheidungshilfesystemen verwendet, um Landwirten bei der Vorhersage des richtigen Zeitpunkts für Spritzungen oder Schädlingsbekämpfung zu helfen.

Ökologische Lebenstabellen sind eines der nützlichsten Instrumente für die Untersuchung der Populationsdynamik von Insekten mit einzelnen Generationen. Solche Tabellen zeichnen eine Reihe von aufeinanderfolgenden Messungen auf, die die Populationsveränderungen während des Lebenszyklus einer Art in ihrer natürlichen Umgebung aufzeigen. Langfristige Daten aus sorgfältig konzipierten Populationsstudien, bei denen alle relevanten Faktoren genau gemessen wurden, sind wichtig, um Populationsmodelle zu erstellen, die der biologischen Realität entsprechen. Ziel der Lebensverlaufsanalyse ist die Entwicklung eines Populationsmodells, das die Realität nachahmt. Neben der Erstellung von Populationsgeschätzungen erfolgt diese Analyse am besten durch die sorgfältige Identifizierung und Messung unabhängiger Faktoren, die Sterberaten verursachen, wie Parasitoide, Räuber, Krankheitserreger und Wetterfaktoren. Anhand von Lebensverlaufsstudien kann der Schlüsselfaktor identifiziert werden, der für die Zunahme und Abnahme der Zahlen von Generation zu Generation verantwortlich ist.

2.4.2.2 Modelle zur Vorhersage von Pflanzenkrankheiten

Die Vorhersage von Pflanzenkrankheiten ist ein Managementsystem zur Vorhersage des Auftretens oder der Veränderung des Schweregrads von Pflanzenkrankheiten. Auf dem Feld werden diese Systeme von Landwirten eingesetzt, um wirtschaftliche Entscheidungen über Behandlungen zur Krankheitsbekämpfung zu treffen. Häufig stellen die Systeme dem Landwirt eine Reihe von Fragen zur Anfälligkeit der Wirtspflanzen und beziehen die aktuellen und vorhergesagten Wetterbedingungen ein, um eine Empfehlung abzugeben. In der Regel wird eine Empfehlung ausgesprochen, ob eine Krankheitsbehandlung notwendig ist.

Vorhersagesysteme beruhen auf Annahmen über die Wechselwirkungen des Erregers mit dem Wirt und der Umwelt. Ziel ist es, genau vorherzusagen, wann die drei Faktoren - Wirt, Umwelt und Erreger - so zusammenwirken, dass eine Krankheit auftreten und wirtschaftliche Verluste verursachen kann.

Vorhersagesysteme können zur Berechnung des Krankheitsrisikos einen von mehreren Parametern oder eine Kombination von Einzelfaktoren verwenden. Eines der ersten Vorhersagesysteme, welches für die Stewarts-Blattwelke (*Pantoea stewartii*) an Mais entwickelt wurde, basierte auf dem Wintertemperaturindex, da niedrige Temperaturen den Krankheitsüberträger abtöten würden, sodass es zu keinem Ausbruch kommen würde.

Eine rationelle Methode zur Vorhersage von Krankheiten sollte auf den folgenden Faktoren beruhen:

- (i) Faktoren (mikroklimatische Faktoren), die das anfängliche Auftreten und die anschließende Ausbreitung des Inokulums beeinflussen
- (ii) Gründliche Kenntnisse über den Lebenszyklus des Erregers
- (iii) Art und Weise der Ausbreitung des Erregers
- (iv) Grobe Schätzung der zu erwartenden Inokulummengen, die über Verbreitungswege, Boden, Luft, Vektoren usw. verbreitet werden
- (v) Mechanismus der Wirtsinfektion
- (vi) Kenntnisse über die Anfälligkeit der Wirtspflanze in verschiedenen Wachstumsstadien
- (vii) Meteorologische Daten (makroklimatische Bedingungen) des Gebiets.

2.4.2.3 Abschätzen der potenziellen Unkrautpopulationsdichte

Die potenzielle Unkrautpopulationsdichte kann auf verschiedene Weise geschätzt werden. Wenn Unkräuter Samen produzieren, zählen Sie die Anzahl der Samenköpfe oder Hülsen und die Anzahl der Samen pro Hülse oder Samenkopf auf einer bestimmten Probefläche. Daraus ergibt sich eine Schätzung der Gesamtzahl an produzierten Samen.

Eine komplexere, aber genauere Methode ist die Entnahme von Bodenkernen, das Sieben und Waschen dieser Proben und das Zählen der Samen in diesen Proben. Diese Technik ist als Forschungsinstrument oft

nur von begrenztem Nutzen, da sie zeitaufwendig ist und von der Fähigkeit zur Samenidentifizierung abhängt.

Bewässern Sie kleine Flächen und identifizieren und zählen Sie keimende Unkräuter. Dies kann im Herbst durchgeführt werden, liefert aber aufgrund der komplexen Natur der Samenruhe nicht immer einen realistischen Hinweis auf das potenzielle Aufkommen von Unkraut.

Die Verwendung von Aufzeichnungen aus früheren Überwachungen ermöglicht eine Bewertung von Aspekten wie Unkrautarten, Dichte, Samenansatz und Standort. Sie ermöglicht die Überwachung von Veränderungen im Laufe der Zeit.

Überprüfungsfragen

1. Monitoring ist:

- a) Die systematische Sammlung, Aufzeichnung und Analyse von Beobachtungen im Laufe der Zeit.
- b) Ein wirksamer und umweltfreundlicher Ansatz für die Schädlingsbekämpfung.
- c) Die Nutzung von Kulturpflanzen und tierischen Erzeugnissen zur nachhaltigen Verbesserung des menschlichen Lebens.

2. Zur Bekämpfung von Schadinsekten sind folgende Maßnahmen erforderlich:

- a) Ermittlung der Schadenssituation und Erstellung eines optimalen Bekämpfungsplans.
- b) Auswahl des wirksamsten Insektizides und Ausbringen bei geringer Schädlingspopulation.
- c) Eine vorbeugende Behandlung gegen Schädlinge durchführen.

3. Nennen Sie mindestens drei Instrumente zur Überwachung von Insekten.

- a) _____
- b) _____
- c) _____

4. Mithilfe von Pheromonfallen lassen sich das Auftreten und die Häufigkeit erwachsener Schädlinge überwachen und die Ernteschäden für das folgende Jahr vorhersagen.

- a) richtig
- b) falsch

5. Eine wesentliche Voraussetzung für die Erkennung und Überwachung von Pflanzenkrankheiten und -schädlingen durch Fernerkundung ist das Vorhandensein einer spezifischen Reaktion, die von einem spezifischen Sensor oder Sensorsystem erfasst werden kann.

- a) richtig
- b) falsch

6. Die potenzielle Unkrautpopulationsdichte kann geschätzt werden, indem die Anzahl der Samenköpfe oder Hülsen und die Anzahl der Samen pro Hülse oder Samenkopf auf einer bestimmten Probefläche gezählt wird.

- a) richtig
- b) falsch

7. Eine genaue Vorhersage des Schädlingsbefalls, bevor er auftritt, ist in Schädlingsbekämpfungsprogrammen wünschenswert:

- a) Damit Kontrollmaßnahmen mit maximaler Effizienz geplant werden können.
- b) Damit die Bekämpfungsmaßnahmen mit einem Minimum an Effizienz geplant werden können.
- c) Um zu wissen, wie die Fruchtfolge für das nächste Jahr zu planen ist.

8. Eine rationelle Methode zur Vorhersage von Krankheiten sollte auf der Kenntnis der Anfälligkeit der Wirtspflanze in verschiedenen Wachstumsstadien beruhen.

- a) Richtig
- b) Falsch

9. Die genaueste Methode zur Schätzung der Unkrautpopulation besteht darin, die Anzahl der Pflanzen in einem Gebiet bekannter Größe an mehreren Stellen zu zählen. Dies kann geschehen mithilfe von:

- a) Einem Quadranten, der quadratisch oder kreisförmig sein kann.
- b) Pheromon-Fallen.
- c) Dreiecken.

10. Landwirte, die ihre Ernten systematisch überwachen, können ihre eigenen Schwellenwerte entwickeln.

- a) Richtig
- b) Falsch

2.5 Direkte Kontrollmaßnahmen

Lernziele

- Erläutern der Schwerpunkte der direkten Kontrollmaßnahmen.
- Klassifizieren direkter Kontrollmaßnahmen.
- Beschreiben, welche Methoden jede direkte Kontrollmaßnahme beinhaltet.

Die Schädlings- und Krankheitsbekämpfung besteht aus einer Reihe von Maßnahmen, die sich gegenseitig unterstützen. Die meisten Bewirtschaftungspraktiken sind langfristige Maßnahmen, die verhindern sollen, dass Schädlinge und Krankheiten eine Kulturpflanze befallen. Das Management konzentriert sich darauf, bestehende Schädlingspopulationen und Krankheiten gering zu halten. Die Schädlingsbekämpfung hingegen ist eine kurzfristige Maßnahme, die sich auf die Abtötung von Schädlingen und Krankheiten konzentriert. Der allgemeine Ansatz im ökologischen Landbau, die Ursachen eines Problems zu bekämpfen, anstatt die Symptome zu behandeln, gilt auch für Schädlinge und Krankheiten. Daher hat das Management eine viel höhere Priorität als die Bekämpfung. Direkte Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen kontrollieren die Schädlingspopulation auf Feldern oder an jenen Orten, an denen die Schädlingspopulation aufrechterhalten wird und welche die Quelle der Infektion darstellen. Neben mechanischen und physikalischen Bekämpfungsmaßnahmen gehört zu den direkten Maßnahmen auch der Einsatz von anorganischen Pflanzenschutzmitteln oder von Erzeugnissen synthetischen oder biologischen Ursprungs. Werden Pflanzenschutzmittel biologischen Ursprungs eingesetzt, spricht man von biologischer Schädlingsbekämpfung.

2.5.1 Mechanische Kontrolle

Mechanische Bekämpfungsmaßnahmen umfassen eine Reihe von Verfahren, mit denen wir Schädlinge einsammeln und vernichten oder mithilfe verschiedener mechanischer Barrieren verhindern, dass sie in die Kulturen gelangen. Einige mechanische Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen werden durchgeführt, wenn die Schädlinge die Wirtspflanze angreifen, und zielen darauf ab, die Erträge zu erhalten. Andere Maßnahmen werden durchgeführt, wenn die Vegetation ruht oder wenn der Schädling keine direkten Schäden an den Pflanzen verursacht, und zielen darauf ab, die Population in Zukunft zu reduzieren.

Mechanische Maßnahmen verhindern die Ausbreitung von Schädlingen auf mechanischem Wege. Z. B. durch tiefes Unterpflügen von Pflanzenresten, Kultivierung, Bestäuben von Stoppeln, Hacken, Handpflücken, Beschneiden von Zweigen mit überwinterten Formen von Schädlingen oder Krankheitserregern, Sammeln auf kleinen Flächen oder Unterpflügen von verfaulten Früchten, Entfernen infizierter Blätter, befallene Pflanzen oder mögliche Wirte entfernen, Gräben zum Aufsammeln von Schädlingen ausheben, Klebefallen an den Stämmen anbringen, Samen und Unkraut entfernen, Wühlmausfallen und Netze zum Schutz vor Vögeln und Insekten aufstellen. Selbst das Besprühen der Pflanzen mit einem Wasserschlauch zur Bekämpfung von Blattläusen und Milben gilt als mechanische Methode.

- Zerstörung von Pflanzenresten

Pflanzenreste oder Rückstände, in denen einige Schädlinge überwintern können, müssen durch Zerkleinern und tiefes Unterpflügen (20-30 cm) vernichtet werden. Eine andere Lösung ist das Verbrennen; diese Methode wird jedoch nicht empfohlen, da das Verbrennen von Ernterückständen die Möglichkeit der Humusverbesserung ausschließt und möglicherweise zu erheblichen Nährstoffverlusten führen kann. Außerdem können dadurch andere Organismen, die auf oder im Boden leben, beeinträchtigt werden. In der Gewächshausproduktion ist die Vernichtung von Pflanzenrückständen notwendig und kann das Verbrennen von Pflanzenrückständen beinhalten.

- Manuelle oder maschinelle Sammlung und direkte Vernichtung

Die manuelle Vernichtung oder Entfernung von Insekten und Eigelegten gewährleistet eine schnelle und effektive Bekämpfung. Diese Methode ist besonders wirksam bei blattfressenden Insekten. Die händische

Entnahme ist auch bei Raupen, Blattrollern, der Tabakraupe, dem Kohlweißling, der Senfwespe, dem *Epilachna*-Bohnen-Käfer und Engerlingen usw. sinnvoll. Abgesehen vom Arbeitsaufwand ist die Handlese die kostengünstigste aller ökologischen oder natürlichen Bekämpfungsmethoden. Sie hat jedoch auch den Nachteil, dass sie lange vor dem Auftreten von Insektenschäden und im entscheidenden Entwicklungsstadium des Insekts durchgeführt werden muss. Die Landwirte müssen ihre Kulturen aktiv überwachen und auf die ersten Anzeichen von Schäden achten, bevor die Schädlingspopulationen zu groß werden. Das maschinelle Absammeln von Schädlingen erleichtert diese Methode erheblich, ist aber teurer.

- Mechanisches Fallenstellen

Für das Einsammeln von Schadinsekten werden verschiedene mechanische Vorrichtungen verwendet. Wellpappenbänder, die an den Stämmen der Wirtsbäume angebracht werden, dienen als Falle für viele Insektenlarven, die auf der Suche nach einem Platz zum Verpuppen und Überwintern auf dem Baum herumkrabbeln. Das Anbringen von Bändern ist ein nützliches Hilfsmittel, um das Vorhandensein von Schädlingen in bestimmten Bäumen festzustellen und sie zu bekämpfen. Einfache Gefäße oder Fallen, die mit Wasser oder einem Wasser-Essig-Gemisch gefüllt sind, können an für Insekten zugänglichen Stellen aufgestellt werden. Verschiedene Fallen können für Schaben, Wespen und Nagetiere verwendet werden. Die Zugabe eines Köders kann helfen, die Schädlinge anzulocken.

- Mechanische Barrieren

Zu den mechanischen Barrieren gehören verschiedene Arten von Barrieren wie mechanische Barrieren für Schnecken, Wildschutzzäune, Kanäle für Insekten, die krabbelnd Felder aufsuchen, Netze, die an Fenstern und Eingangsöffnungen von Gewächshäusern oder Lagerhallen angebracht werden, Netze oder andere Materialien, die Pflanzen abdecken oder zum Umhüllen von Pflanzen verwendet werden.

Mit den erforderlichen vorbeugenden Maßnahmen kann die Unkrautdichte zwar verringert werden, doch wird dies in den kritischen Perioden zu Beginn des Anbaus kaum ausreichen. Daher bleiben mechanische Methoden ein wichtiger Bestandteil der Unkrautbekämpfung.

- Manuelles Jäten und Abflammen

Die manuelle Unkrautbekämpfung ist wahrscheinlich die wichtigste Maßnahme. Da die Unkrautbekämpfung sehr arbeitsintensiv ist, ist es wichtig, die Unkrautdichte auf dem Feld so weit wie möglich zu reduzieren, um später weniger Arbeit zu haben, und sollte daher angestrebt werden. Es gibt verschiedene Werkzeuge zum Graben, Schneiden und Entwurzeln des Unkrauts: handgeführte, oxsengezogene und traktorgezogene Werkzeuge. Die Verwendung des richtigen Werkzeugs kann die Arbeitseffizienz erheblich steigern. Das Jäten sollte erfolgen, bevor das Unkraut blüht und Samen bildet.

Abflammen ist eine weitere Möglichkeit: Dabei werden die Pflanzen kurzzeitig auf 100 °C und mehr erhitzt. Dadurch gerinnen die Proteine in den Blättern und ihre Zellwände platzen auf. Dadurch trocknet das Unkraut aus und stirbt ab. Diese Methode ist zwar wirksam, aber recht teuer, da sie viel Brenngas verbraucht und Maschinen erfordert. Gegen Wurzelunkräuter ist sie nicht wirksam.

2.5.2 Physikalische Kontrolle

Physikalische Pflanzenschutzmaßnahmen umfassen die Anwendung von niedrigen und hohen Temperaturen, Bestrahlung, Hochfrequenztönen, Licht, Kohlendioxid, Ozon usw. sowie optische und olfaktorische Köder, die eine Reaktion der Schädlinge auf bestimmte Reize hervorrufen. Diese

Maßnahmen werden eher bei der Schädlingsbekämpfung als bei der Bekämpfung von Krankheiten eingesetzt. Die am häufigsten verwendeten sind:

- hohe Temperatur für die thermische Bodendesinfektion. Die Zerstörung von schädlichen Mikroorganismen, Schädlingen und Unkrautsamen wird durch Erhitzen des Bodens auf 95 °C bis zu einer Tiefe von 30 cm für 5 Minuten erreicht;
- Solarisation oder Nutzung der Sonnenenergie ist eine sehr wirksame Maßnahme zur Bodendesinfektion und wird durchgeführt, indem der Boden im Sommer für 1 bis 2 Monate mit einer dünnen, transparenten Polyethylenfolie abgedeckt wird;
- unterschiedlich gefärbte Klebetafeln (Klebefallen) locken Schädlinge an, die an der Klebefläche haften bleiben. Auf diese Weise kann der Befall reduziert und die Anzahl der Schädlingspopulationen sowie der Beginn der Bekämpfung bestimmt werden. Gelbe Klebefallen, die Blattläuse und Motten anlocken, und blaue Klebefallen, die Thripse anlocken, werden am häufigsten im geschützten Bereich eingesetzt. Im Obstbau werden gelbe Fallen verwendet, um Kirsch- und Olivenfliegen anzulocken, während weiße Fallen Wespen und rote Borkenkäfer anlocken;
- Lichtfallen können eingesetzt werden, um das Vorhandensein von Insekten auf landwirtschaftlichen Flächen und in Lagerhäusern festzustellen und so die Insektenpopulation zu reduzieren. Sie werden eingesetzt, um Motten wie den Fall Armyworm, Eulenfalter, Stängelbohrer und andere nachfliegende Insekten zu fangen. Lichtfallen haben jedoch den Nachteil, dass sie ein breites Spektrum an Insektenarten anlocken. Die meisten der angelockten Insekten sind keine Schädlinge. Außerdem fliegen viele Insekten, die von der Umgebung der Lichtfallen angelockt werden (manchmal aus beträchtlicher Entfernung), gar nicht in die Falle. Stattdessen bleiben sie in der Nähe und erhöhen so die Gesamtzahl der Insekten in der unmittelbaren Umgebung;
- Senkung der Feuchtigkeit und der Temperatur der in Silos gelagerten landwirtschaftlichen Erzeugnisse;
- kontrollierte Atmosphäre in Kühllhäusern für die Obstlagerung. Kohlendioxid ist für Insekten giftig, aber seine Wirkung ist gering. Beispielsweise sterben Eier und erwachsene Tiere des Hülsenfruchtkäfers ab, wenn sie 100 % CO₂ bei 32 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70 % ausgesetzt werden. Kohlendioxid unter hohem Druck erweist sich als wirksam gegen Getreideschädlinge. Die Behandlung mit Kohlendioxid und Stickstoff hat sich bei Getreidekäfern als wirksam erwiesen. Eine Stickstoffatmosphäre kontrolliert effektiv alle Stadien der Fruchtfliege;
- Bestrahlung (Mikrowellen und Gammastrahlung) werden wirksam gegen Getreideschädlinge eingesetzt. Infrarotstrahlung kann sowohl auf die Insekten als auch auf das mit Insekten befallene Getreide angewendet werden. Ionisierende Strahlung (Röntgenstrahlen) wirkt bei niedriger Dosierung sterilisierend, bei höherer Dosierung jedoch tödlich.
- Schall - niederfrequente Schallwellen wirken sich negativ auf die Entwicklung von Insekten aus. Die von den Männchen erzeugten Geräusche und die Reaktion der Weibchen einer Art auf diese Geräusche können zu deren Bekämpfung genutzt werden.

2.5.3 Biotechnische Kontrolle

Die Schädlingsbekämpfung mit Pheromonen wird häufig in biotechnische Bekämpfungsmethoden, die Anwendung biotechnischer Insektizide und einige andere Methoden unterteilt. Pheromone sind Botenstoffe, die von Insekten und anderen Tieren zur Kommunikation untereinander verwendet werden. Insekten senden diese biochemischen Signale aus, um Partner anzulocken, andere vor Fressfeinden zu warnen oder Nahrung zu finden. Mithilfe spezifischer Pheromone können Fallen zur Überwachung von Zielschädlingen in landwirtschaftlichen Gebieten oder zur Früherkennung von Quarantäneschädlingen eingesetzt werden. Durch die ständige Überwachung von Insekten ist es möglich, einen Befall zu erkennen, bevor er auftritt, und die Notwendigkeit einer Bekämpfung zu bestimmen. Die frühzeitige Erkennung von Schadinsekten mithilfe von Pheromonfallen kann auch den Schaden für die Landwirtschaft und andere Pflanzen verringern, da sie zur massiven Bekämpfung einiger Schädlinge eingesetzt werden können.

2.5.4 Biologische Kontrolle

Biologische Kontrolle umfasst den Einsatz natürlicher Feinde und natürlicher Produkte, um die Populationen von Schädlingen und Krankheiten zu kontrollieren. Es handelt sich dabei um Maßnahmen, die zur Erhaltung der natürlichen Gegenspieler beitragen und die gezielte Freisetzung von natürlichen Gegenspielern auf landwirtschaftlichen Flächen umfassen. Es gibt drei Arten des biologischen Schutzes: klassisch (Inokulation), augmentativ (saisonal) und konservierend. Die klassische Methode wird zur Bekämpfung gebietsfremder Schädlinge eingesetzt, die in neue Länder eingedrungen sind. Der ergänzende Schutz bezieht sich auf alle Formen des biologischen Schutzes, bei denen natürliche Gegenspieler kommerziell produziert werden, und der Erhaltungsschutz bezieht sich auf die Anwendung aller Techniken und Taktiken, die einheimische Räuber und Parasitoide erhalten.

Biologische Pflanzenschutzmittel werden gewöhnlich als Biopestizide bezeichnet. Biopestizide können in Massenproduktion hergestellt und als Produkte zur klassischen Schädlingsbekämpfung eingesetzt werden. Biopestizide werden meist in makrobiologische Wirkstoffe (Räuber, Parasitoide, Nematoden) und mikrobiologische Wirkstoffe (Bakterien, Pilze, Viren usw.), natürliche Pestizide und Derivate einiger Organismen unterteilt.

Makrobiologische Wirkstoffe

Sie umfassen räuberische und parasitische Makroorganismen. Zu den Raubtieren gehören Insekten (Wanzen, Coccinelliden, Chrysopiden), Raubmilben, Spinnen, insektenpathogene Nematoden, Vögel und Säugetiere. Von den Parasitoiden werden zum Beispiel Wespen, Raupenfliegen und Nematoden eingesetzt.

Sind die Populationen der natürlichen Gegenspieler auf dem Feld zu klein, um die Schädlinge ausreichend zu bekämpfen, können sie in einem Labor oder einer Zuchtstation gezüchtet werden. Die gezüchteten natürlichen Gegenspieler werden in der Kultur freigesetzt, um die Feldpopulationen zu erhöhen und die Schädlingspopulationen zu verringern. Es gibt zwei Ansätze für die biologische Bekämpfung durch die Freisetzung natürlicher Feinde:

a) Vorbeugende Freisetzung der natürlichen Gegenspieler zu Beginn einer jeden Saison. Diese Methode wird angewandt, wenn die natürlichen Gegenspieler aufgrund ungünstiger klimatischer Bedingungen oder der Abwesenheit des Schädlings nicht von einer Anbausaison zur nächsten überleben konnten. Populationen von natürlichen Gegenspielern etablieren sich dann und wachsen während der Saison.

b) Freisetzung natürlicher Gegenspieler, wenn die Schädlingspopulationen beginnen, Schäden an den Kulturen zu verursachen. In der Regel werden auf diese Weise Krankheitserreger eingesetzt, da sie ohne die Anwesenheit eines Wirts („Schädling“) in der Umgebung der Kulturpflanzen nicht überleben und sich nicht ausbreiten können. Außerdem sind sie oft kostengünstig in der Herstellung.

Mikrobiologische Wirkstoffe

Es handelt sich dabei um Mikroorganismen, die Krankheiten von Schadorganismen verursachen, und das können Bakterien, Pilze, Viren, Mykoplasmen und Mikrosporidien sein, die in Form von Präparaten auf den Markt kommen, die chemischen Pflanzenschutzmitteln ähneln.

Der bodenbürtige Pilz *Fusarium oxysporum* ist sehr wirksam bei der Reduzierung der parasitischen Sommerwurzgewächse *Striga hermonthica* und *S. asiatica* in verschiedenen Getreidekulturen, was in wissenschaftlichen Versuchen zu Ertragssteigerungen führte. Auch andere *Fusarium*-Arten sind sehr wirksam (*Fusarium nygamai*, *F. oxysporum* und *F. solani*). Rhizobakterien, die in der Lage sind, die Keimung von Unkrautsamen (*Striga* spp.) zu unterdrücken oder die Samen sogar zu zerstören, sind besonders vielversprechende biologische Bekämpfungsmittel, da sie leicht und kostengünstig in Saatgutinokulantien formuliert werden können. *Pseudomonas fluorescens putida*-Isolate hemmten die Keimung von *Striga hermonthica*-Samen erheblich. Derzeit ist jedoch noch kein formuliertes biologisches Bekämpfungsmittel verfügbar.

Natürliche Pestizide

Einige Pflanzen enthalten Inhaltsstoffe, die für Insekten giftig sind. Wenn diese Bestandteile aus den Pflanzen extrahiert und auf befallene Pflanzen aufgebracht werden, nennt man sie botanische Pestizide oder Botanicals. Die Verwendung von Pflanzenextrakten zur Schädlingsbekämpfung ist nicht neu. Rotenon (*Derris* sp.), Nikotin (Tabak) und Pyrethrine (*Chrysanthemum* sp.) wurden sowohl in der kleinbäuerlichen Selbsterhalterwirtschaft als auch in der kommerziellen Landwirtschaft in großem Umfang eingesetzt.

Die meisten pflanzlichen Pestizide sind Kontakt-, Atemwegs- oder Fraßgifte. Sie sind daher nicht sehr selektiv, sondern wirken auf ein breites Spektrum von Insekten. Das bedeutet, dass auch Nützlinge betroffen sein können. Dennoch ist die Toxizität pflanzlicher Pestizide in der Regel nicht sehr hoch, und ihre negativen Auswirkungen auf Nützlinge können durch eine selektive Anwendung deutlich verringert werden. Außerdem sind pflanzliche Pestizide im Allgemeinen gut biologisch abbaubar, sodass sie innerhalb von Stunden oder wenigen Tagen inaktiv werden. Dadurch werden die negativen Auswirkungen auf Nützlinge nochmals verringert, und sie sind im Vergleich zu chemischen Pestiziden relativ umweltverträglich.

Die Zubereitung und Verwendung pflanzlicher Wirkstoffe erfordert ein gewisses Know-how, aber nicht viel Material und Infrastrukturen. In vielen traditionellen landwirtschaftlichen Systemen ist dies eine gängige Praxis. Einige häufig verwendete pflanzliche Stoffe sind:

Neem: Neem wird aus dem Neem-Baum (*Azadirachta indica*) in trockenen tropischen Regionen gewonnen und enthält mehrere insektizide Verbindungen. Der Hauptwirkstoff ist Azadirachtin, das viele Arten von Raupen, Thripsen und Weißen Fliegen abschreckt und tötet. Für die Zubereitung der Neem-Lösung können sowohl Samen als auch Blätter verwendet werden. Neemsamen enthalten einen höheren Anteil an Neemöl, aber Blätter sind das ganze Jahr über verfügbar. Eine Neemlösung verliert ihre Wirksamkeit innerhalb von etwa 8 Stunden nach der Zubereitung und wenn sie direktem Sonnenlicht ausgesetzt wird.

Am wirksamsten ist die Anwendung von Neem am Abend, direkt nach der Zubereitung, unter feuchten Bedingungen oder wenn die Pflanzen und Insekten feucht sind.

Pyrethrum: Pyrethrum (*Tanacetum cinerariifolium*) ist eine gänseblümchenartige Chrysantheme. Pyrethrine sind insektizide Verbindungen, die aus den getrockneten Pyrethrumblüten gewonnen werden. Die Blütenköpfe werden zu einem Pulver verarbeitet, um einen Staub herzustellen. Dieser Staub kann direkt verwendet oder in Wasser zu einem Spray verarbeitet werden. Pyrethrine bewirken bei den meisten Insekten eine sofortige Lähmung. Niedrige Dosen sind nicht tödlich, haben aber eine „knock down“ Wirkung. Stärkere Dosen wirken tödlich. Pyrethrine zersetzen sich im Sonnenlicht sehr schnell, weshalb sie im Dunkeln gelagert werden sollten. Sowohl stark alkalische als auch stark saure Bedingungen beschleunigen den Abbau, sodass Pyrethrine nicht mit Kalk- oder Seifenlösungen gemischt werden sollten. Flüssige Formulierungen sind bei der Lagerung stabil, aber Pulver können innerhalb eines Jahres bis zu 20 % ihrer Wirksamkeit verlieren.

Es gibt viele andere Pflanzenextrakte mit bekannter insektizider Wirkung wie Tabak (*Nicotiana tabacum*), Gelbwurzel (*Xanthorhiza simplicissima*), Fischbohne (*Tephrosia vogelii*), Veilchenbaum (*Securidaca longepedunculata*) und Kapuzinerkresse (*Nasturtium tropaeolum*), die in Afrika traditionell zur Schädlingsbekämpfung eingesetzt werden. Man sollte jedoch sehr vorsichtig sein, da einige dieser Pflanzen sehr negative Auswirkungen auf den Menschen oder andere Nichtzielorganismen haben und eigentlich für den Pflanzenschutz verboten sind. Anis, Chili, Schnittlauch, Knoblauch, Koriander, Kapuzinerkresse, Minze und Ringelblume sind Pflanzen, die dafür bekannt sind, dass sie eine Repellentwirkung auf verschiedene Schadinsekten (Blattläuse, Motten, Wurzelfliegen usw.) haben, und können als Zwischenfrucht oder am Rande von Kulturen angebaut werden.

Zu den Pestiziden natürlichen Ursprungs zur Krankheitsbekämpfung gehören:

Schwefel wird meist gegen Pflanzenkrankheiten wie Mehltau, Falscher Mehltau und andere Krankheiten eingesetzt. Der Schlüssel zu seiner Wirksamkeit liegt darin, dass er die Sporenkeimung verhindert. Aus diesem Grund muss er vor der Entwicklung der Krankheit ausgebracht werden, um wirksame Ergebnisse zu erzielen. Schwefel kann als Staub oder in flüssiger Form ausgebracht werden. Er ist nicht mit anderen Pestiziden verträglich. Kalk-Schwefel entsteht, wenn dem Schwefel Kalk zugesetzt wird, damit er besser in das Pflanzengewebe eindringen kann. Er ist bei niedrigeren Konzentrationen wirksamer als elementarer Schwefel. Der Geruch nach faulen Eiern schreckt jedoch in der Regel von der Anwendung auf großen Flächen ab.

Die Bordeaux-Mischung (Kupfersulfat und Kalk) wird seit über 150 Jahren erfolgreich im Obst-, Gemüse- und Zierpflanzenbau eingesetzt. Im Gegensatz zu Schwefel wirkt die Bordeaux-Mischung sowohl fungizid als auch bakterizid. Daher kann sie wirksam gegen Krankheiten, wie durch Bakterien oder Pilze verursachte Blattflecken, Echten Mehltau, Falschen Mehltau und verschiedene Anthraknoseerreger eingesetzt werden. Die Fähigkeit der Bordeaux-Mischung, auch bei Regen zu überdauern und an den Pflanzen zu haften, ist ein Grund für ihre Wirksamkeit. Die Bordeaux-Mischung enthält Kupfersulfat, das sauer ist und durch Kalk (Calciumhydroxid) neutralisiert wird, der alkalisch ist.

Saure Tonerde hat aufgrund von Aluminiumoxid oder Aluminiumsulfat als Wirkstoffe eine pilztötende Wirkung. Sie wird als Alternative zu Kupferprodukten eingesetzt, ist aber oft weniger wirksam.

Milch wird auch gegen Krautfäule, Mehltau, Mosaikviren und andere Pilz- und Viruskrankheiten eingesetzt. Das Besprühen alle 10 Tage mit einer Mischung aus 1 l Milch auf 10 bis 15 l Wasser ist wirksam.

Backpulver wurde zur Bekämpfung von Mehltau- und Rostkrankheiten an Pflanzen verwendet. Besprühen mit einer Mischung aus 100 g Back- oder Waschsoda und 50 g Schmierseife. Mit 2 l Wasser verdünnen. Nach einer Spritzung sollte so lange wie möglich (mehrere Monate) nicht nachbehandelt werden. Nicht bei heißem Wetter anwenden und die Mischung wegen möglicher phytotoxischer Wirkungen an einigen Blättern testen.

2.5.5 Im ökologischen Landbau zugelassene Pflanzenschutzmittel und Wirkstoffe

Die Vorschriften der Europäischen Union für den ökologischen Landbau gelten für landwirtschaftliche Erzeugnisse, einschließlich Aquakultur und Hefe (EU-Verordnung 834/2007). Sie umfassen alle Stufen des Produktionsprozesses, vom Saatgut bis zum verarbeiteten Lebensmittel. Das bedeutet, dass es spezifische Bestimmungen für eine Vielzahl von Erzeugnissen gibt, wie z. B.:

- Saatgut und Vermehrungsmaterial wie Stecklinge, Rhizome usw., aus denen Pflanzen oder Nutzpflanzen gezogen werden;
- lebende Erzeugnisse oder Erzeugnisse, die keiner weiteren Verarbeitung bedürfen;
- Futtermittel;
- Erzeugnisse mit mehreren Zutaten oder verarbeitete landwirtschaftliche Erzeugnisse zur Verwendung als Lebensmittel.

Die EU-Verordnungen über den ökologischen Landbau schließen Erzeugnisse aus der Fischerei und der Jagd auf Wildtiere aus, lassen aber die Ernte von Wildpflanzen zu, wenn bestimmte Bedingungen des natürlichen Lebensraums eingehalten werden. Für Wein und Aquakultur gibt es besondere Vorschriften.

Eines der Ziele des ökologischen Landbaus ist es, den Einsatz externer Betriebsmittel zu reduzieren. Jeder Stoff, der im ökologischen Landbau zur Bekämpfung von Schädlingen oder Pflanzenkrankheiten eingesetzt wird, muss von der Europäischen Kommission vorab genehmigt werden.

Darüber hinaus gelten für die Zulassung externer Betriebsmittel wie Düngemittel, Pestizide und Lebensmittelzusatzstoffe besondere Grundsätze, sodass in der ökologischen Produktion nur Stoffe und Verbindungen verwendet werden dürfen, die in speziellen Rechtsvorschriften als zugelassen gelten.

Verarbeitete Lebensmittel dürfen hauptsächlich nur aus landwirtschaftlichen Zutaten hergestellt werden (zugesetztes Wasser und Kochsalz bleiben unberücksichtigt). Sie dürfen auch enthalten:

- Zubereitungen von Mikroorganismen und Enzymen, mineralische Spurenelemente, Zusatzstoffe, Verarbeitungshilfsstoffe und Aromastoffe, Vitamine sowie Aminosäuren und andere Mikronährstoffe, die Lebensmitteln zu besonderen Ernährungszwecken zugesetzt werden, können verwendet werden, jedoch nur, wenn sie nach den ökologischen Vorschriften zugelassen sind;
- Stoffe und Verfahren zur Wiederherstellung von Eigenschaften, die bei der Verarbeitung oder Lagerung verloren gegangen sind, zur Korrektur von Nachlässigkeiten bei der Verarbeitung oder zur anderweitigen Irreführung über die wahre Beschaffenheit der Erzeugnisse dürfen nicht verwendet werden;

- Nichtökologische landwirtschaftliche Zutaten dürfen nur verwendet werden, wenn sie in den Anhängen der Rechtsvorschriften zugelassen sind oder von einem EU-Land vorläufig zugelassen wurden.

Und vor allem muss jeder Stoff, der für die Verwendung im ökologischen Landbau aufgelistet wird, den grundlegenden EU-Vorschriften entsprechen und anschließend von der Europäischen Kommission gründlich geprüft und für die Verwendung im ökologischen Landbau zugelassen werden.

Überprüfungsfragen

- 1. Die Schädlingsbekämpfung konzentriert sich darauf, bestehende Schädlingspopulationen und Krankheiten gering zu halten, während die Bewirtschaftung eine kurzfristige Aktivität ist und sich auf die Abtötung von Schädlingen und Krankheiten konzentriert.**
 - a) richtig
 - b) falsch
- 2. Die mechanische Kontrolle umfasst ...**
 - a) Die Anwendung von niedrigen und hohen Temperaturen, Bestrahlung, Hochfrequenztönen, Licht, Kohlendioxid, Ozon, optischen und olfaktorischen Ködern.
 - b) Die Vernichtung von Pflanzenresten, manuelles oder maschinelles Einsammeln und direkte Vernichtung, mechanisches Fangen und Verwendung von Barrieren.
 - c) Alle oben genannten Maßnahmen.
- 3. Die Vernichtung von Pflanzenresten oder -abfällen ist wichtig, weil:**
 - a) Durch ihr Verbrennen die Humusbildung verbessert und der Nährstoffgehalt erhöht wird.
 - b) Damit das Material entfernt wird, in dem einige Schädlinge überwintern können.
- 4. Manuelle oder maschinelle Sammlung und unmittelbare Vernichtung müssen durchgeführt werden, ...**
 - a) Bevor Insektenschäden spürbar sind und im entscheidenden Entwicklungsstadium des Insekts.
 - b) Wenn die Schäden spürbar sind und die Schädlingspopulationen hoch sind.
- 5. Das mechanische Fallenstellen umfasst:**
 - a) Verwendung von optischen und olfaktorischen Ködern
 - b) Wellpappbinden, Gefäße oder Fallen, die mit Wasser oder einer Mischung aus Wasser und Essig gefüllt sind,
 - c) Verwendung von Pheromonen
- 6. Zu den mechanischen Barrieren gehören:**
 - a) Mechanische Barrieren für Schnecken, Wildschutzzäune, Kanäle für Insekten, krabbelnd auf die Felder kommen

- b) Netze an Fenstern und Eingangsöffnungen von Gewächshäusern oder Lagerhallen, Netze oder andere Materialien, die Kulturen abdecken oder zum Einwickeln von Pflanzen verwendet werden
- c) Alle oben genannten Punkte

7. Nennen Sie mindestens fünf physikalische Kontrollmaßnahmen:

- a) _____
- b) _____
- c) _____
- d) _____
- e) _____

8. Der Einsatz von spezifischen Pheromonfallen ist eine wichtige biotechnische Bekämpfungsmaßnahme, weil ...

- a) durch die ständige Überwachung von Insekten kann ein Befall möglicherweise erkannt werden, bevor er auftritt, und es kann festgestellt werden, ob eine Bekämpfung erforderlich ist.
- b) die frühzeitige Erkennung von Schadinsekten mithilfe von Pheromonfallen auch die Schäden in der Kultur und an anderen Pflanzen verringern kann.
- c) Pheromonfallen zur massiven Bekämpfung bestimmter Schädlinge eingesetzt werden können.
- d) alle oben genannten Punkte zutreffen.

9. Der Einsatz biologischer Bekämpfungsmaßnahmen umfasst ...

- a) nur mikrobiologische Wirkstoffe (Bakterien, Pilze, Viren, usw.).
- b) nur makrobiologische Wirkstoffe (Räuber, Parasitoide).
- c) nur natürliche Wirkstoffe und Derivate bestimmter Organismen.
- d) alle oben genannten Punkte.

10. Natürliche Pestizide, die Insekten töten, stammen von ...

- a) Bakterien.
- b) Pflanzen.
- c) anorganischem Material.

3 METHODEN UND WERKZEUGE ZUR SCHÄDLINGSKONTROLLE

Das Management von Schädlingspopulationen ist in jeder Pflanzenproduktion äußerst wichtig. Schädlinge können verschiedene Arten von Schäden verursachen, die wir grundsätzlich in direkte und indirekte Schäden unterteilen.

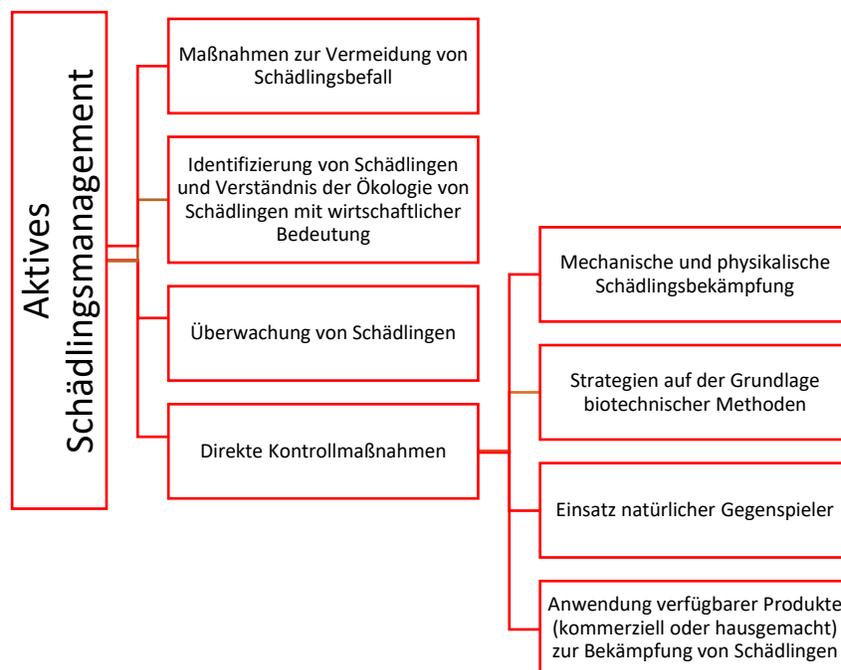
Direkte Schäden umfassen:

- (a) Ertragseinbußen, die dadurch entstehen, dass Pflanzen vollständig absterben (bei Schädigung des Saatguts an der Keimung oder an der Wurzel), ihre Blattmasse geschädigt ist (durch den Fraß der Schädlinge an den Blättern) oder sie ihre Vitalität verlieren (durch Fraß oder Saugen von Schädlingen an den Pflanzen), was die Assimilation erschwert. All dies führt zu geringeren Erträgen.
- (b) Minderung der Produktqualität, die qualitative Veränderungen in der Zusammensetzung der pflanzlichen Erzeugnisse einschließt (z. B. führt ein Blattlausbefall bei Karottenpflanzen zu einem schlechten Geschmack der Karottenwurzel).

Indirekte Schäden umfassen:

- (a) Übertragung von Pflanzenkrankheitserregern: In einigen Fällen öffnen Schädlingsschäden den Weg für Infektion mit Krankheitserregern, und in einigen Fällen (Blattläuse) übertragen Schädlinge aktiv Krankheitserreger (Viren).
- (b) Minderung des Marktwerts der Erzeugnisse aufgrund der Kontamination durch Schädlinge oder deren Ausscheidungen (im Falle von Raupen das Vorhandensein von Raupen und/oder deren Ausscheidungen, das Vorhandensein von Honigtau bei Befall durch Blattläusen, Motten, usw.).
- (c) Verminderte Assimilation aufgrund des Auftretens von Schimmelpilzen, die die Blätter und Früchte, die mit Honigtau überzogen sind, bedecken.

Um die oben beschriebenen Schäden zu verhindern und die Voraussetzungen für ein unkontrolliertes Wachstum der Schädlingspopulationen zu vermeiden, das in künftigen Jahren zu größeren Schäden führen kann, müssen die Schädlinge aktiv bekämpft werden. Die grundlegenden Komponenten der aktiven Schädlingsbekämpfung sind in Abbildung 3.1 dargestellt.



3.1 Maßnahmen zur Vermeidung von Schädlingsbefall

Lernziele

- Beschreiben von agrartechnischen Praktiken, die zur Verhinderung von Schädlingsbefall beitragen.
- Anwenden der geeigneten agrartechnischen Praxis, die zur Verhinderung von Schädlingsbefall beiträgt.

Maßnahmen zur Vorbeugung von Schädlingsbefall, wie z. B. die Gewährleistung guter Wachstumsbedingungen für Pflanzen zur Verbesserung ihrer Anpassungsfähigkeit und Widerstandsfähigkeit gegenüber Schädlingen, sowie Maßnahmen zur Verbesserung der natürlichen Mechanismen der Selbstregulierung des Ökosystems durch Förderung der Entwicklung natürlicher Gegenspieler werden in Modul 2 ausführlich beschrieben.

Im ökologischen Landbau muss aktiver Pflanzenschutz betrieben werden. Das bedeutet, dass der ökologische Landbau so organisiert ist, dass der Pflegeaufwand für die biologische Schädlingsbekämpfung während der Produktion jeder einzelnen Kultur durchgeführt wird. Die konservierende biologische Schädlingsbekämpfung ist nicht auf eine bestimmte, einzelne Schädlingsart ausgerichtet. Sie stellt einen ganzheitlichen Ansatz für die Produktion dar und umfasst die Umsetzung verschiedener Verfahren, die auf die Erhaltung der natürlichen Feinde von Schädlingsarten abzielen, was sich positiv auf die biologische Vielfalt auswirkt.

Die Einhaltung von Maßnahmen der guten landwirtschaftlichen Praxis wirkt sich im Allgemeinen positiv auf die natürlichen Gegenspieler aus. Von allen Maßnahmen der guten landwirtschaftlichen Praxis ist die Einhaltung der Fruchtfolge die wichtigste. Darüber hinaus wird besonderer Wert auf die Sicherstellung einer Mindestbodenbedeckung gelegt, die gute Bedingungen für die Entwicklung natürlicher Gegenspieler gewährleistet. Die Erhaltung von Landschaftselementen wirkt sich ebenfalls positiv auf natürliche Gegenspieler aus, z. B. die Erhaltung von Hecken, die wichtige Rückzugsgebiete für diese bieten. Der Schutz von Dauergrünland ist ebenfalls wichtig für die Erhaltung der Population natürlicher Gegenspieler. Andererseits kann auch eine ordnungsgemäße Aufbereitung von Ernterückständen den Schädlingsbefall reduzieren. Zusätzlich zu diesen Maßnahmen gibt es eine Reihe von Praktiken, die die natürlichen Mechanismen der Selbstregulierung weiter sicherstellen und stärken.

Eine wichtige Maßnahme ist das Anlocken von insektenfressenden Vögeln zu den Kulturen, da sie die Zahl der Schädlinge erheblich reduzieren können. Zu ihrer Unterstützung können Baumalleen entlang der Felder gepflanzt und Vogelhäuser in den Plantagen aufgestellt werden. Um Raubvögel anzulocken, die größere Insektenarten, schädliche Vogelarten (z. B. *Sturnus vulgaris*), Mäuse, Ratten usw. jagen, können T-förmige Pfähle in oder neben den Kulturen aufgestellt werden.

Eine weitere wichtige Maßnahme ist die Erhaltung von linearen oder flächigen Strukturen oder Maßnahmen, die als Erhaltung der ökologischen Infrastruktur bezeichnet werden. Die unbebauten und unbesäten Ränder entlang der Kulturen begünstigen die Entwicklung der natürlichen Flora und Fauna,

erhalten das Gleichgewicht und erhöhen die Zahl der natürlichen Gegenspieler. Es ist erwiesen, dass die Aktivitätszone von Ameisen und Laufkäfern 50 m vom Wohnort entfernt ist. Wiesel und Schildkröten sind in einem Radius von 150 m und Igel in einem Radius von 250 m aktiv. Nach Erkenntnissen aus Frankreich sind in von Hecken umgebenen Obstgärten 2-3-mal mehr Tierarten zu finden, was sich positiv auf die Selbstregulierungsmechanismen auswirkt.

Überprüfungsfragen

1. Wählen Sie die richtige Aussage.

- a. Wir setzen bei der aktiven Schädlingsbekämpfung immer Pestizide ein.
- b. Bei der aktiven Schädlingsbekämpfung halten wir den Prozess der biologischen Kontrolle aufrecht

2. Die biologische Schädlingsbekämpfung hat positive Auswirkungen auf die Artenvielfalt.

- a. Richtig
- b. Falsch

3. Verbinden Sie die Maßnahmen der guten landwirtschaftlichen Praxis mit den jeweiligen Auswirkungen auf die natürlichen Gegenspieler.

a) Fruchtwechsel	A) Sicherung des Lebensraums für natürliche Gegenspieler
b) Gewährleistung einer Mindestbedeckung des Bodens	B) Vernichtung der Schädlinge in ihrem spezifischen Lebensstadium
c) die Erhaltung von Hecken	C) Sicherstellung des Rückzugsgebiets für natürliche Gegenspieler
d) die Verwertung von Ernterückständen	D) Erhöhung der Artenvielfalt
e) Erhaltung von Dauergrünland	E) Unterbrechung des Lebenszyklus des Schädlings

4. Nennen Sie drei Praktiken, die insektenfressende Vögel in die Plantage locken können.

- a) _____
- b) _____
- c) _____

5. Wählen Sie die richtige/n Aussage/n aus. Der Erhalt der ökologischen Infrastruktur ist eine Maßnahme, die Folgendes unterstützt:

- a) Anzahl der Schadinsekten
- b) Ernteertrag
- c) Entwicklung der natürlichen Flora und Fauna
- d) Aufrechterhaltung des Gleichgewichts und Erhöhung der Zahl der natürlichen Feinde

3.2 Identifizierung von Schädlingen und Verständnis der Ökologie von wirtschaftlich wichtigen Arten

Lernziele

- Beschreiben des Lebenszyklus der Insekten.
- Einteilen der Schädlinge anhand ihrer Morphologie und Schäden in verschiedene Gruppen.
- Identifizieren des Schädlings anhand seiner morphologischen Merkmale und der Schadenssymptome.

Die Identifizierung von Schädlingen und das Verständnis ihres Lebenszyklus und ihrer Ökologie (der Einfluss des Klimas und anderer Faktoren auf ihre Entwicklung) ermöglicht es den Landwirten, die richtigen Maßnahmen zu ergreifen und Strategien zur Eindämmung und - falls erforderlich - zur direkten Bekämpfung zu planen. Insekten- und Milbenarten, die sich ausschließlich von pflanzlicher Nahrung ernähren und die wir auf Nutzpflanzen finden, werden je nach ihrer Schädlichkeit in drei Kategorien eingeteilt:

Wirtschaftlich wichtige Schädlinge sind Arten, die sich, wenn wir sie nicht bekämpfen, zu Populationen vermehren können, die die Schwellenwerte für Entscheidungen überschreiten und wirtschaftlich wichtige Schäden verursachen können.

Sekundäre Schädlinge sind Arten, die häufig vorkommen, deren Population jedoch selten das Niveau überschreitet, bei dem wirtschaftliche Schäden zu erwarten sind. In der Regel handelt es sich dabei um Arten, die von ihren natürlichen Gegenspielern reguliert werden, sodass ihre Überpopulation in der Regel durch den Einsatz einiger Breitbandinsektizide verursacht wird, die sich negativ auf ihre natürlichen Gegenspieler auswirken. In diesem Fall können diese Schädlinge problematisch werden.

Zufällige Schädlinge sind Schädlinge, die sehr selten auftreten. Sie können einmal in mehreren Jahren große Schäden verursachen; In der Regel, wenn für sie extrem günstige Umweltbedingungen herrschen.

Wenn wir ein Insekt auf einer Pflanze finden, finden wir normalerweise nur ein Stadium seiner Entwicklung. Das bedeutet, dass wir durch diese Untersuchung nur einen kleinen Teil seines gesamten Lebenszyklus erfassen. Die Schädlingsbekämpfung basiert auf einer Taktik, bei der wir nach dem „schwächsten Glied“ suchen, d. h. dem Entwicklungsstadium, das wir am leichtesten beeinflussen können. Im Lebenszyklus von Schädlingen unterscheiden wir die folgenden Stadien:

(a) Insekteneier sind oft ein schwaches Glied, da sie unbeweglich sind und sich nicht selbst verteidigen können. Sie werden häufig von Räubern und Parasitoiden angegriffen, aber die direkte Schädlingsbekämpfung konzentriert sich selten auf die Eier.

(b) Insektenlarven, die eine unvollständige Metamorphose durchlaufen - sie ähneln in ihrem Aussehen den erwachsenen Insekten, haben keine entwickelten Flügel, fliegen also nicht. Manche Arten sind stationär an der Pflanze, von der sie sich ernähren, befestigt. Sie ernähren sich auf die gleiche Weise wie die erwachsenen Tiere und richten in der Regel einen größeren Schaden an, da sie viel zahlreicher

sind. Da sie sich weniger (oder gar nicht) bewegen, sind sie oft ein geeignetes Ziel für Parasitoiden und Räuber. Larven sind auch das häufigste Ziel von Bekämpfungsprogrammen.

(c) Larven von Insekten, die eine vollständige Metamorphose durchlaufen - sie sehen völlig anders aus als erwachsene Insekten und ernähren sich oft anders als die Erwachsenen. Sehr oft sind es sogar die Larven, die die Pflanzen schädigen. Diese Larven sind manchmal schwer zu erkennen. Um die Art zu bestimmen, ist es manchmal notwendig, sie zu einem erwachsenen Insekt heranzuziehen. Da diese Larven auch wenig mobil sind, sind sie ein gutes Ziel für Parasitoide und Räuber, und auch die Bekämpfungsmaßnahmen richten sich hauptsächlich gegen sie.

(d) Puppen - Insekten, die eine vollständige Metamorphose durchlaufen, durchlaufen das Puppenstadium. Das Puppenstadium ist stationär und während dieses Stadiums nehmen die Insekten keine Nahrung auf. In der Puppe finden jedoch bedeutende Veränderungen statt, die zur Entwicklung eines erwachsenen Insekts führen. Puppen können sich nicht aktiv gegen Parasitoide und Räuber verteidigen und sind kein häufiges Ziel von Bekämpfungsprogrammen (da der Stoffwechsel mit der Umwelt minimiert ist). Sehr oft ist die Puppe ein Stadium, in dem das Insekt eine Diapause (Ruhephase) verbringt. Die Diapause tritt je nach Art bei niedrigen oder hohen Temperaturen ein.

(e) Adulte Insekten - da einige von ihnen keine direkten Schäden verursachen (sie ernähren sich nicht von Pflanzen) und sie in der Regel sehr mobil sind, bekämpfen wir sie in der Regel nicht (außer in Ausnahmefällen). Die Verwendung von Pheromonen zum Anlocken erwachsener Insekten, um sie zu bekämpfen, ist ebenfalls eine Ausnahme.

Wenn wir eine bestimmte Insektenart auf Pflanzen finden, ist es wichtig zu wissen, wie wir ihre Rolle im Ökosystem bestimmen können - wovon und wie sie sich ernährt und ob sie vom Standpunkt der Kultur aus gesehen schädlich, nützlich oder gleichgültig ist. Die Rolle der einzelnen Arten im Ökosystem kann wie folgt aussehen:

(a) Pflanzenfressende Arten - ernähren sich von Pflanzen, also sind alle Schädlinge Pflanzenfresser. Aber nicht alle pflanzenfressenden Arten sind zwangsläufig Schädlinge, denn einige Arten ernähren sich von Unkraut.

(b) Räuber - ernähren sich von Beutetieren, in der Regel von anderen Insektenarten (schädlich und nützlich).

(c) Parasitoide - legen ihre Eier in oder auf verschiedenen Entwicklungsstadien anderer Insektenarten (schädlich oder nützlich) ab. Parasitoide Larven entwickeln sich in oder auf einem Wirt, der nicht direkt durch den Parasitoiden getötet wird, aber nachdem der Parasitoide seine Entwicklung abgeschlossen hat, stirbt der Wirt.

(d) Saprophagen - Insekten, die sich von totem organischem Material pflanzlichen oder tierischen Ursprungs ernähren. In Agrarökosystemen sind sie nützlich, weil sie bei der Zersetzung von organischem Material helfen. In kommerziellen Kulturen, in denen nur wenig organisches Material in den Boden zurückgeführt wird, sind sie oft nicht vorhanden.

Die genaue Identifizierung von Schädlingen ist wichtig, weil sie es uns ermöglicht, Entscheidungen über mögliche Bekämpfungsmaßnahmen zu treffen:

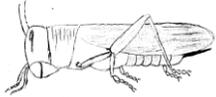
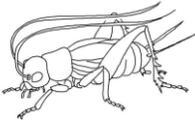
1. Schätzung des Populationsniveaus - oder des Schädlingsbefalls - und Vorhersage der Wahrscheinlichkeit von Schäden und der Notwendigkeit von Bekämpfungsmaßnahmen.

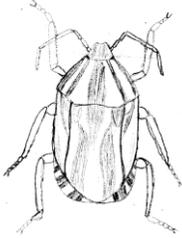
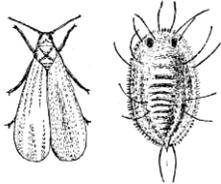
2. wenn die Population gering ist, die Überwachungsmethode bestimmen.

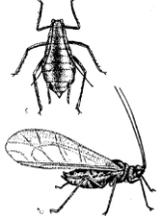
Da landwirtschaftliche Kulturpflanzen von einer Vielzahl unterschiedlicher Schädlinge befallen werden, ist eine genaue Identifizierung bis auf Artniveau oft kompliziert und erfordert sehr spezifische Fachkenntnisse. Jeder Praktiker muss jedoch in der Lage sein, den Schädling zumindest auf Familien- oder Gattungsebene zu identifizieren, und anhand dieser Identifizierung kann dann (je nach Wirtspflanze) vermutet werden, um welche Art es sich genau handelt. In die Identifikation des Schädlings sollten die Bestimmung der Wirtspflanze (falls der Schädling sich auf ihr befand) oder verwendete Monitoringwerkzeuge (Fallen, Gelbtafeln) miteinbezogen werden. Nach dieser vorläufigen Identifizierung wird der Schaden bestimmt. All dies, zusammen mit der Kenntnis der häufigsten Arten, die auf der Kulturpflanze vorkommen, kann uns erlauben, Schädlinge genau zu identifizieren.

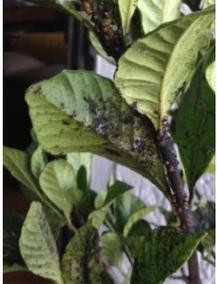
Für die ungefähre Identifizierung der wichtigsten Schädlingsgruppen empfehlen wir, die Zeichnungen, Beschreibungen und Fotos in Tabelle 3.1 zu nutzen.

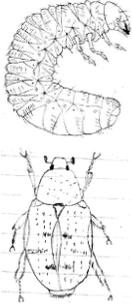
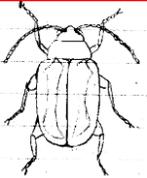
Tabelle 3.1 Überblick über die grundlegenden Merkmale der wichtigsten Gruppen von Schädlingsarten

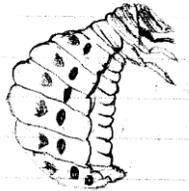
Gruppe des Schädlings (Familie, Unterordnung, Ordnung)	Morphologische Charakteristika		Beschreibung und Merkmale des Schadens		Einige wirtschaftlich wichtige Arten
	Beschreibung der schädlichen Entwicklungsstufe	Abbildung/Foto	Beschreibung	Abbildung/Foto	
Heuschrecken	Heuschrecken sind größere Insekten. Sie bewegen sich durch Springen mithilfe ihrer Hinterbeine, die länger und kräftiger entwickelt sind. Am Ende des Rückens haben sie den Legebohrer (Ovipositor). Die Larven ähneln den erwachsenen Tieren, nur dass sie keine Flügel haben.	 <p>Abbildung 3.2 Heuschrecke (nach Schmidt, gezeichnet von R. Bažok)</p>	Der Schaden wird durch Larven und adulte Tiere verursacht. Die Schäden zeigen sich in Form von unregelmäßigen Stichen an allen oberirdischen Pflanzenteilen (Blätter, Früchte). Der Schaden tritt häufiger an Gemüse- und Feldfrüchten auf	 <p>Abbildung 3.3 Schäden durch Heuschrecken (R. Bažok)</p>	Ägyptische Wanderheuschrecke <i>Anacridium aegyptium</i> , <i>Dociostaurus marocanus</i>
Maulwurfgrillen und Grillen	Ähnlich wie Heuschrecken, aber ihre Flügel sind waagrecht über den Körper gelegt.	 <p>Abbildung 3.4 Grille (nach Schmidt, gezeichnet von R. Bažok)</p>	Larven und erwachsene Tiere ernähren sich von Pflanzenteilen. Maulwurfgrillen ernähren sich von den unterirdischen Teilen der Pflanze, was zu deren Fäulnis führt. Einige Grillenarten legen ihre Eier in die Triebe, was zusätzliche Schäden verursacht.	 <p>Abbildung 3.5 Maulwurfgrillenschäden (https://www.domyown.com)</p>	Maulwurfgrille <i>Gryllotalpa gryllotalpa</i> , Weinhähnchen <i>Oecanthus pellucens</i>
Thrips	Winzige Insekten mit zwei Flügelpaaren, die mit fransenförmigen Haaren bewachsen sind.		Die erwachsenen Tiere und Larven saugen an Pflanzen, meist an Blättern oder Blüten. Die Folge der Saugtätigkeit ist		<i>Frankliniella occidentalis</i> , <i>Thrips tabaci</i>

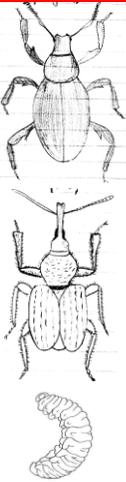
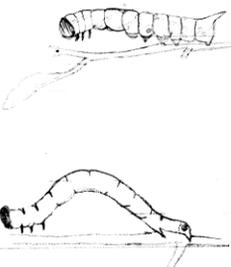
		<p>Abbildung 3.6 Thripse (nach Schmidt, gezeichnet von R. Bažok)</p>	<p>der Verlust von Chlorophyll an der Saugstelle - es entstehen silbrig weiße Flecken auf dem Blatt.</p>	<p>Abbildung 3.7 Thripsschäden (R. Bažok)</p>	
Echte Wanzen	<p>Flache Insekten mit einem spezifischen unangenehmen Geruch. Larven sehen aus wie erwachsene Insekten, haben aber keine voll entwickelten Flügel.</p>	 <p>Abbildung 3.8 Echte Wanze (nach Schmidt, gezeichnet von R. Bažok)</p>	<p>Der Schaden wird von Erwachsenen und Larven durch das Saugen an Blättern und Früchten (Samen) verursacht. Das Ergebnis sind deformierte Ähren und verkümmerte Körner mit schlechter Qualität und spezifischem Geruch.</p>	 <p>Abbildung 3.9 Schäden durch <i>Eurygaster</i> spp. an Weizen (R. Bažok)</p>	<p>Kohlwanze <i>Eurydema oleracea</i>, <i>Eurydema ventrale</i>, <i>Eurygaster</i> spp.</p>
Weißer Fliegen	<p>Winzige Insekten, die Motten sehr ähnlich sind, aber weiß gefärbt sind. Erwachsene Tiere fliegen knapp über den Pflanzen. Die Larven befinden sich auf der Unterseite der Blätter, sie sind sehr klein und haften am Blatt.</p>	 <p>Abbildung 3.10 Weiße Fliege (nach Wyniger, gezeichnet von R. Bažok)</p>	<p>Beide Stadien (Erwachsene und Larven) richten Schaden an, aber der Schaden durch die Larven ist viel größer. Die Larven saugen an der Unterseite des Blattes. Auf der Oberseite sind weiße Flecken zu sehen (Verlust von Chlorophyll). Später trocknen die Blätter ein. Die Larven scheiden Honigtau aus.</p>	 <p>Abbildung 3.11 Schädigung durch Weiße Fliege (R. Bažok)</p>	<p><i>Trialeurodes vaporariorum</i>, <i>Bemisia tabaci</i></p>
Blattflöhe	<p>Zarte, winzige Insekten mit einem kurzen und breiten Kopf und großen, hervorstehenden Augen. Die durchsichtigen Flügel sind mit einer kleinen Anzahl von Adern versehen. Die Flügel haben eine</p>	 <p>Abbildung 3.12 <i>Psylla</i> spp. (nach</p>	<p>Der Schaden wird von beiden Stadien verursacht, aber der Schaden durch die Larven ist viel größer. Die Larven saugen an den Knospen, Trieben und Blättern, die Blätter rollen sich ein und die befallenen</p>		<p>Gemeiner Birnblattsauger <i>Cacopsylla pyri</i>, Großer Birnblattsauger <i>Psylla pirisuga</i></p>

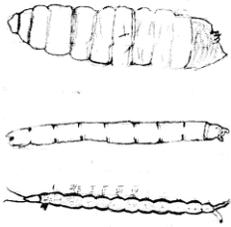
	bestimmte Position über dem Körper (wie ein Dach über dem Haus). Larven haben ebenfalls auffallend große Augen. Sie sind flügellos.	Schmidt, gezeichnet von R. Bažok	Pflanzenorgane sind mit Honigtau bedeckt.	Abbildung 3.13 Kolonien von Psylliden auf einer Pflanze (R. Bažok)	
Zikaden	Einige Arten sind sehr klein, andere extrem groß (2 - 70 mm). Im Ruhezustand sind ihre Flügel wie ein Dach über den Körper gefaltet. Sie haben einen großen Kopf und einen ausgeprägten Halsschild. Sie bewegen sich durch Springen und Fliegen fort. Larven und erwachsene Tiere haben große, hervorstehende Augen. Die Larven ähneln den erwachsenen Tieren, haben aber keine Flügel.	 Abbildung 3.14 Zikade (nach Schmidt, gezeichnet von R. Bažok)	Obwohl beide Stadien Schäden verursachen, sind die Larven schädlicher. Der Schaden äußert sich durch das Saugen an Pflanzenorganen. Oft sind die Pflanzenorgane deformiert, mit Honigtau bedeckt, von Schimmelpilzen besiedelt und die Assimilation ist eingeschränkt. Einige Arten übertragen verschiedene Krankheiten (z. B. Phytoplasmen, Bakterien)	 Abbildung 3.15 Durch <i>Empoasca vitis</i> geschädigte Blätter der Weinrebe (R. Bažok)	Grüne Rebzikade <i>Empoasca vitis</i> , Amerikanische Rebzikade <i>Scaphoideus titanus</i> , Bläulingszikade <i>Metcalfa pruinosa</i> , Wiesenschaumzikade <i>Philaenus spumarius</i>
Blattläuse	Winzige Insekten, die es in geflügelter und ungeflügelter Form gibt. Larven und flügellose Weibchen haben keine Flügel; sie leben in dichten Kolonien auf Pflanzen. Die geflügelten Formen haben zwei Paar durchsichtige Flügel.	 Abbildung 3.16 Blattläuse (nach Wyniger, gezeichnet von R. Bažok)	Der Schaden wird durch alle Entwicklungsstadien verursacht, die an Pflanzen saugen (hauptsächlich Blätter und Knospen). Das Saugen führt zum Einrollen der Blätter und zur Verformung der betroffenen Pflanzenorgane. Blattlauskolonien sind auf der Unterseite befallener Blätter zu sehen. Sie übertragen Viren.	 Abbildung 3.17 Blattlausschaden an einer Zuckerrübenpflanze (R. Bažok)	<i>Myzus persicae</i> , <i>Aphis fabae</i> , Blattlaus <i>Eriosoma lanigerum</i>

Schildläuse	Bei den schädlichen Entwicklungsstadien handelt es sich um Larven, die (je nach Art) sehr unterschiedlich geformt sind. Die Larven sind in der Regel an pflanzlichen Organen angeheftet, meist ist ihre Rückenseite des Körpers verhärtet oder mit wachsartigen Sekreten bedeckt.	 <p>Abbildung 3.18 Schildlaus (nach Wyniger, gezeichnet von R. Bažok)</p>	Die Larven saugen an allen Teilen der Pflanze, wobei sie an Zweigen und Ästen am häufigsten vorkommen. Wenn die Population hoch ist, befallen sie auch Blätter und Früchte. Befallene Pflanzen werden geschwächt, verlieren vorzeitig Blätter, und oft sind die befallenen Organe mit Honigtau bedeckt, auf dem sich Rußtaupilze ansiedeln, sodass die Assimilation reduziert wird.	 <p>Abbildung 3.19 Schildläuse und Schäden (R. Bažok)</p>	San José-Schildlaus <i>Quadraspidiotus perniciosus</i> , Napfschildlaus <i>Lecanium corni</i> <i>Icerya purchasi</i>
Sägewespen	Der Schaden wird durch Larven verursacht, die Schmetterlingsraupen ähneln: Sie haben 3 Beinpaare an der Vorderseite des Körpers und 6 bis 8 Beinpaare am Hinterleib.	 <p>Abbildung 3.20 Sägewespenlarve (nach Schmidt, gezeichnet von R. Bažok)</p>	Die Larven ernähren sich von Blättern, indem sie diese in unregelmäßige Formen beißen. Bei einigen Arten (Apfel-, Birnen- und Pflaumenwespen) graben sich die Raupen in die frisch angelegten Früchte ein und nagen den Samen an wodurch die Früchte vom Baum fallen.	 <p>Abbildung 3.21 Durch <i>Athalia rosae</i> (R. Bažok) geschädigter Raps</p>	Pflaumensägewespe <i>Hoplocampa flava</i> , Apfelsägewespe <i>Hoplocampa testudinea</i> , Rübsenblattwespe <i>Athalia rosae</i> , Birnentriebstecher <i>Janus compressus</i>
Drahtwürmer	Der Schaden wird durch Larven verursacht. Die Larven ähneln einem Stück Draht, sind kupferbraun gefärbt, haben einen dunklen, fest chitinierten Kopf und drei		Die Larven ernähren sich von keimenden Samen und Wurzeln gekeimter Pflanzen. Auswirkungen des Befalls sind ein reduzierter Pflanzenbestand und eine hohe		<i>Agriotes</i> spp.

	<p>Beinpaare am Brustabschnitt. Die ersten Entwicklungsstadien der Larven sind weißlich. Sie werden je nach Art bis zu 25 oder 30 mm lang.</p>	 <p>Abbildung 3.22 Drahtwürmer (a) nach Schmidt, gezeichnet von R. Bažok, b) Foto R. Bažok</p>	<p>Anzahl unterentwickelter Pflanzen. Schäden an Kartoffeln vor der Keimung zeigen sich als Bohrlöcher in den Knollen.</p>	 <p>Abbildung 3.23 Durch Drahtwürmer geschädigtes Rapsfeld (a) und Kartoffelknolle (b) (R. Bažok)</p>	
Blatthornkäfer (Scarabaeidae)	<p>Der Schaden wird durch adulte Tiere und Larven (weiße Engerlinge) verursacht. Die Larven befinden sich im Boden. Engerlinge der Maikäfer werden bis zu einigen Zentimetern groß. Sie sind milchig-weiß gefärbt, haben eine gebogene Form, einen dunklen, stark chitinisierten Kopf und drei Brust-Beinpaare. Erwachsene Insekten sind mehr als 1 cm groß, der Körper ist oft metallisch glänzend. Sie tragen fächerförmige Fühler.</p>	 <p>Abbildung 3.24 Larve und adultes Tier des Maikäfers (nach Schmidt, gezeichnet von R. Bažok)</p>	<p>Die erwachsenen Tiere ernähren sich von Blättern oder Blüten, die sie durch den Biss in Stempel und Staubbeutel zerstören. Die Larven ernähren sich von den Wurzeln der Pflanzen und verursachen Fäulnis, Welken oder langsames Wachstum der Pflanzen. Das Ergebnis ist eine spärliche Ernte - die Schäden sind in der Regel nur an einer bestimmten Stelle des Feldes sichtbar.</p>	 <p>Abbildung 3.25 Von Maikäferlarven geschädigtes Maisfeld (R. Bažok)</p>	<p>Feldmaikäfer <i>Melolontha melolontha</i>, Rosenkäfer <i>Cetonia aurata</i></p>
Erdflöhe	<p>Ausgewachsene Insekten sind sehr klein (bis zu 5 mm), haben eine dunkle Körperfarbe mit metallischem Glanz. Auf dem Körper sind oft Streifen zu sehen. Sie bewegen sich durch Springen. Larven findet man</p>		<p>Der Schaden wird in der Regel von den erwachsenen Tieren verursacht, die kleine, regelmäßig geformte Löcher in die Blätter der befallenen Pflanzen fressen. Die Löcher vergrößern sich mit dem</p>	 <p>Abbildung 3.27 Blattschäden durch</p>	<p><i>Phyllotreta</i> spp., <i>Chaetocnema tibialis</i>, <i>Psylliodes chrysocephala</i>, <i>Epitrix</i> spp.</p>

	<p>gewöhnlich im Boden, wo sie sich von Wurzeln ernähren, oder in Pflanzen, wo sie sich von Stängeln oder Blattadern ernähren. Sie sind weißlich gefärbt, haben einen dicht chitinierten, dunkleren Kopf, drei Paar Brustbeine und oft spärlich verteilte Haare oder Borsten auf dem Körper.</p>	 <p>Abbildung 3.26 Ausgewachsener Käfer und Larve des Erdflohs (nach Schmidt, gezeichnet von R. Bažok)</p>	<p>Wachstum der Blätter. Anfänglich bleibt die obere oder untere Epidermis unbeschädigt. Bei einkeimblättrigen Pflanzen zeigt sich der Schaden immer in Form von Streifen zwischen den Blattadern. Die Larven fressen an den Stängeln oder Blattstielen und bilden Gänge.</p>	<p>adulte Blattkäfer (R. Bažok)</p>	
<p>Blattkäfer</p>	<p>Erwachsene Käfer sind kräftig gefärbte Insekten. Der Körper ist oval und langgestreckt. Die Larven haben einen dicht chitinosen, dunkler gefärbten Kopf und drei Beinpaare am Brustabschnitt. Auf dem Körper und den Gliedmaßen befinden sich oft Beulen, Warzen oder Borsten.</p>	 <p>Abbildung 3.28 Larve eines Blattkäfers (nach Schmidt, gezeichnet von R. Bažok)</p>	<p>Die erwachsenen Tiere und Larven ernähren sich von Blättern, nagen diese an und entlauben dadurch die Pflanzen. Einige Larven fressen auch an Wurzeln. Fraß-Symptome an Blättern treten in Form von unregelmäßigen Verkorkungen auf. Aufgrund der hohen Anzahl und der hohen Fraßleistung können die Larven eine vollständige Entlaubung verursachen.</p>	  <p>Abbildung 3.29 Schäden durch adulte Kartoffelkäfer (a) und Großes Getreidehähnchen (b) (R. Bažok)</p>	<p>Kartoffelkäfer <i>Leptinotarsa decemlineata</i>, Maiswurzelbohrer <i>Diabrotica virgifera virgifera</i>, Rothalsiges Getreidehähnchen <i>Oulema melanopus</i>, <i>Phytodecta fornicata</i></p>

<p>Rüsselkäfer</p>	<p>Ausgewachsene Insekten haben einen vorgezogenen vorderen Kopfabschnitt (Rostrum; in Länge und Breite variierend), an dessen Spitze sich die Mundwerkzeuge zum Beißen und Kauen befindet. Sie sind in der Regel etwas größer und einige Arten sind metallisch glänzend gefärbt. Die Larven sind weiß, leicht gekrümmt, haben einen stark chitinierten, dunkler gefärbten Kopf und keine Beine am Körper. Die Larven befinden sich in der Regel in Stängeln, Früchten oder im Boden.</p>	 <p>Abbildung 3.30 Adulte und Larven von Rüsselkäfern (nach Schmidt, gezeichnet von R. Bažok)</p>	<p>In einigen Fällen werden die Schäden durch Larven verursacht, die an Blüten- oder Blattknospen nagen oder in Stängeln minieren. Die Blütenknospen verwelken. Erwachsene Tiere fressen an Blättern. Die Schäden sind an sichelförmigen Einschnitten an den Blatträndern zu erkennen. An einem Tag können sie einige ganze Jungpflanzen vernichten.</p>	 <p>Abbildung 3.31 Schäden an befallenen Blütenknospen (a) und Blättern (b) (R. Bažok)</p>	<p>Apfelblütenstecher <i>Anthonomus pomorum</i>, Birnenknospenstecher <i>Anthonomus pyri</i>, Rebenstecher <i>Byctiscus betulae</i>, Rübenderbrüssler <i>Bothynoderes punctiventris</i>, Rapsstängelrüssler <i>Ceutorhynchus napi</i></p>
<p>Raupen</p>	<p>Schmetterlingslarven werden als Raupen bezeichnet. Ihr Aussehen umfasst sowohl solche, deren Körper mit dichten (sogar giftigen) Haaren bedeckt ist, als auch solche, deren Körper nackt ist. Ein gemeinsames Merkmal ist ein stark chitinisierter (meist dunkler gefärbter) Kopf und immer drei Beinpaare am Brustabschnitt. Die Anzahl der Beine an den Segmenten des</p>	 <p>Abbildung 3.32 Raupen (nach Schmidt, gezeichnet von R. Bažok)</p>	<p>Raupen verursachen Schaden, indem sie sich in der Regel von Pflanzengewebe (Blätter, Früchte usw.) ernähren. Die Fraßspuren an den Blättern sind meist unregelmäßig geformt. Die Blattadern bleiben zunächst intakt. Einige Arten bohren sich in befallene Pflanzenorgane (Früchte, Blätter, Kohlköpfe). In einigen Fällen sind die befallenen Organe mit Spinnfäden bedeckt und bilden die Spinnester, in</p>	 <p>Abbildung 3.33 Durch Raupen verursachte Schäden an Blättern (R. Bažok).</p>	<p>Kohleule <i>Mamestra brassicae</i>, Apfelwickler <i>Cydia pomonella</i>, Saateule <i>Agrotis segetum</i>, Gammaeule <i>Autographa gamma</i>, div. Blattminierer</p>

	Hinterleibs übersteigt nie 5 Paare (2-5).		denen sich meist mehrere Raupen befinden.		
Fliegenlarven	Die Larven der Insekten, die zur Ordnung der Diptera gehören, sind blass, fast durchsichtig. Ihr Kopf ist normalerweise nicht ausgeprägt. Ist ein Kopf vorhanden hat er die gleiche Farbe wie der Körper. Eine Ausnahme bilden die Trauermücken mit einer dunkel sklerotisierten Kopfkapsel. Fliegenlarven sind Beinlos.	 <p>Abbildung 3.34 verschiedene Fliegenlarven (nach Schmidt, gezeichnet von R. Bažok)</p>	Der Schaden wird durch Larven verursacht, die im Pflanzengewebe (Blatt der Frucht, Stängel oder Wurzel) leben, von dem sie sich ernähren. Der Schaden ist abhängig von der Art. Arten, die die Früchte befallen, verursachen Fruchtfall und die Qualität der befallenen Früchte ist vermindert. Bei der Gemüsefliege verfaulen die befallenen Pflanzen, die Entwicklung der Pflanzen verzögert sich und die befallenen Organe werden deformiert.	 <p>Abbildung 3.35 Durch Fliegenlarven verursachte Schäden an Pflanzen (a) und Früchten (b) (R. Bažok)</p>	Kohlflye <i>Phorbia brassicae</i> , Zwiebelflye <i>Delia antiqua</i> , Olivenfruchtfliege <i>Bactrocera oleae</i> , Kirschfruchtfliege <i>Rhagoletis cerasi</i> , Mittelmeerfruchtfliege <i>Ceratitis capitata</i>
Gall- und Pockenmilben	Gall- und Pockenmilben (Eriophyidae) haben einen schmalen, länglichen Körper, der nahe an der Wirtspflanze anliegt. Sie haben zwei Beinpaare. Sie sind klein (weniger als 1 mm).	 <p>Abbildung 3.36 Eriophyide Milbe (nach Wyniger, gezeichnet von R. Bažok)</p>	Nymphen und erwachsene Tiere saugen an der Unterseite der Blätter, wo sie in Gespinsten leben. Eriophyide Milben lassen sich nach der Art der Schäden, die sie an Pflanzen verursachen, in Kategorien einteilen: (1) solche, die Gallen bilden, und (2) solche, die das Wachstum neuer Pflanzen hemmen.	 <p>Abbildung 3.37 Traubenblatt, befallen von der Rebpockenmilbe (R. Bažok)</p>	Rebpockenmilbe <i>Colomerus vitis</i> , <i>Phyllocoptes vitis</i>

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Spinnmilben</p>	<p>Erwachsene Tiere haben eine ovale Körperform. Sie sind beige oder rot gefärbt. Sie haben 4 Beinpaare. Der Körper ist mit spärlichen kurzen Haaren bedeckt.</p>	 <p>Abbildung 3.38 Spinnmilbe (nach Wyniger, gezeichnet von R. Bažok)</p>	<p>Nymphen und erwachsene Tiere saugen an der Blattunterseite, wo sie in Spinnweben leben. Die Wirkung der Saugtätigkeit ist auf der Blattoberfläche zu erkennen - auf den Blättern sind kleine weiße Punkte zu sehen, die sich vergrößern, die vergilbten Blätter trocknen aus und fallen ab.</p>	 <p>Abbildung 3.39 Spinnmilbenschäden auf Blättern (R. Bažok)</p>	<p>Gemeine Spinnmilbe <i>Tetranychus urticae</i>, Rote Obstbaumspinnmilbe <i>Panonychus ulmi</i></p>
--	---	---	--	---	--

Überprüfungsfragen

1. Nennen Sie die Entwicklungsstadien von Insekten, die eine vollständige Metamorphose durchlaufen.

a) _____

b) _____

c) _____

d) _____

2. Insekten, die keine vollständige Metamorphose durchlaufen, fehlt _____.

3. Das Schädlingsstadium, das den größten Schaden verursacht und in der Regel bekämpft wird, ist _____.

4. Verbinden Sie die Insektengruppe mit ihren Ernährungsgewohnheiten.

- | | |
|--------------------|---|
| 1. Parasitoide | a) ernähren sich von Beutetieren |
| 2. Räuber | b) ernähren sich von totem organischem Material pflanzlichen oder tierischen Ursprungs |
| 3. Pflanzenfresser | c) legen ihre Eier in oder auf verschiedenen Entwicklungsstadien anderer Insektenarten ab |
| 4. Saprophagen | d) ernähren sich von Pflanzen |

5. Markieren Sie Gruppen von Insekten, die an Pflanzen saugen.

- | | | |
|----------------|--------------------------------|-----------------|
| ▪ Heuschrecken | ▪ Blattflöhe | ▪ Weiße Fliegen |
| ▪ Schildläuse | ▪ Maulwurfsgrillen und Grillen | ▪ Erdflöhe |
| ▪ Blattkäfer | ▪ Rüsselkäfer | ▪ Sägewespen |

6. Markieren Sie die Insektengruppen, die als Larven und/oder erwachsene Tiere an den verschiedenen Pflanzenteilen kauen.

- | | | |
|---------------|--------------------------|---------------|
| ▪ Drahtwürmer | ▪ Blatthornkäfer | ▪ Raupen |
| ▪ Thrips | ▪ Gall- und Pockenmilben | ▪ Spinnmilben |
| ▪ Blattläuse | ▪ Echte Wanzen | ▪ Zikaden |

7. Nennen Sie zwei Gruppen von Insekten, die Samen und Wurzeln schädigen.

- a) _____
 b) _____

8. Ordnen Sie die Insektengruppe der Beschreibung ihrer Körperbauweise zu.

1. Blattläuse	a) Winzige Insekten mit zwei Flügelpaaren, die mit fransenförmigen Haaren bewachsen sind.
2. Rüsselkäfer	b) Winzige Insekten, die es in geflügelter und ungeflügelter Form gibt. Larven und flügellose Weibchen haben keine Flügel; sie leben in dichten Kolonien auf Pflanzen. Die geflügelten Formen haben zwei Paar durchsichtige Flügel.
3. Thrips	c) Ihr Aussehen umfasst sowohl solche, deren Körper mit dichten (sogar giftigen) Haaren bedeckt ist, als auch solche, deren Körper nackt ist. Ein gemeinsames Merkmal ist ein stark chitinisierter (meist dunkler gefärbter) Kopf und immer drei Beinpaare am Brustabschnitt. Die Anzahl der Beine an den Segmenten des Hinterleibs übersteigt nie 5 Paare (2-5).
4. Raupen	d) Ausgewachsene Insekten sind sehr klein (bis zu 5 mm), haben eine dunkle Körperfarbe mit metallischem Glanz. Auf dem Körper sind oft Streifen zu sehen. Sie bewegen sich durch Springen. Larven findet man gewöhnlich im Boden, wo sie sich von Wurzeln ernähren, oder in Pflanzen, wo sie sich von Stängeln oder Blattadern ernähren.
5. Heuschrecken	e) Ausgewachsene Insekten haben einen vorgezogenen vorderen Kopfabschnitt (Rostrum; in Länge und Breite variierend), an dessen Spitze sich die Mundwerkzeuge zum Beißen und Kauen befindet. Sie sind in der Regel etwas größer und einige Arten sind metallisch glänzend gefärbt. Die Larven sind weiß, leicht gekrümmt, haben einen stark chitinierten, dunkler gefärbten Kopf und keine Beine am Körper. Die Larven befinden sich in der Regel in Stängeln, Früchten oder im Boden.
6. Erdflöhe	f) Sie sind größere Insekten. Sie bewegen sich durch Springen mithilfe ihrer Hinterbeine, die länger und kräftiger entwickelt sind. Am Ende des Rückens haben sie den Legebohrer (Ovipositor).

9. Ordnen Sie die Insektengruppe der Schadbildbeschreibung zu.

1. Drahtwürmer	a) Nymphen und erwachsene Tiere saugen an der Unterseite der Blätter, wo sie in Gespinsten leben. Sie lassen sich nach der Art der Schäden, die sie an Pflanzen verursachen, in Kategorien einteilen: (1) solche, die Gallen bilden, und (2) solche, die das Wachstum neuer Pflanzen hemmen.
2. Schildläuse	b) Die Larven ernähren sich von keimenden Samen und Wurzeln gekeimter Pflanzen. Auswirkungen des Befalls sind ein reduzierter Pflanzenbestand und eine hohe Anzahl unterentwickelter Pflanzen.
3. Sägewespen	c) Die Larven saugen an allen Teilen der Pflanze, wobei sie an Zweigen und Ästen am häufigsten vorkommen. Befallene Pflanzen werden

	geschwächt, verlieren vorzeitig Blätter, und oft sind die befallenen Organe mit Honigtau bedeckt, auf dem sich Rußtaupilze ansiedeln, sodass die Assimilation reduziert wird.
4. Blattkäfer	d) Obwohl beide Stadien Schäden verursachen, sind die Larven schädlicher. Der Schaden äußert sich durch das Saugen an Pflanzenorganen. Oft sind die Pflanzenorgane deformiert, mit Honigtau bedeckt, von Schimmelpilzen besiedelt und die Assimilation ist eingeschränkt.
5. Zikaden	e) Die Larven ernähren sich von Blättern, indem sie diese in unregelmäßige Formen beißen. Bei einigen Arten graben sich die Raupen in die frisch angelegten Früchte ein und nagen den Samen an wodurch die Früchte vom Baum fallen.
6. Gall- und Pockenmilben	f) Die erwachsenen Tiere und Larven ernähren sich von Blättern, nagen diese an und entlauben dadurch die Pflanzen. Einige Larven fressen auch an Wurzeln. Fraßsymptome an Blättern treten in Form von unregelmäßigen Verkorkungen auf.

10. Ordnen Sie die Insektengruppe den entsprechenden Schädlingen zu.

1. Echte Wanzen	a) <i>Bactrocera oleae</i> , <i>Rhagoletis cerasi</i> , <i>Ceratitis capitata</i>
2. Spinnmilben	b) <i>Cacopsylla pyri</i> , <i>Psylla pirisuga</i>
3. Blatthornkäfer	c) <i>Eurydema oleracea</i> , <i>Eurydema ventrale</i> , <i>Eurygaster spp.</i>
4. Weiße Fliegen	d) <i>Melolontha melolontha</i> , <i>Cetonia aurata</i>
5. Blattflöhe	e) <i>Tetranychus urticae</i> , <i>Panonychus ulmi</i>
6. Fliegenlarven	f) <i>Trialeurodes vaporariorum</i> , <i>Bemisia tabaci</i>

3.3 Methoden der Schädlingsüberwachung

Lernziele

- Verstehen und unterscheiden wirtschaftlicher Schwellenwerte und Aktionsschwellenwerte.
- Verstehen der Unterschiede zwischen den verschiedenen Methoden der Schädlingsüberwachung.
- Auswahl und durchführen der Überwachung der häufigsten Schädlinge. Entscheiden über Maßnahmen, die ergriffen werden müssen, um den Ertrag zu erhalten und wirtschaftliche Schäden zu vermeiden.

Der Schutz vor Schädlingen im ökologischen Landbau ist ohne eine regelmäßige Überwachung des Auftretens und die Bestimmung der Populationsgröße von Schädlingen und natürlichen Gegenspielern sowie die Ermittlung von Schäden an Pflanzen nicht möglich. Die gesammelten Daten bilden die Grundlage für die Bestimmung der Schwellenwerte und die Entscheidung über den Einsatz direkter Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen.

Der wirtschaftliche Schwellenwert (economic threshold level; ETL) ist der Punkt, an dem der wirtschaftliche Schaden, der durch die Schädigung einer bestimmten Schädlingspopulation verursacht wird, den Kosten für die Bekämpfung derselben Population entspricht (einschließlich der Kosten für die Umweltschäden). Der ETL berücksichtigt die Höhe des verhinderten Schadens, die Kosten der Maßnahme und die Umweltschäden. Da wir im ökologischen Landbau Methoden und Mittel einsetzen, die nur minimale (oder gar keine) Auswirkungen auf die Umwelt haben, ist der Umweltschaden minimal.

Die Aktionsschwelle ist das Befallsniveau eines Schädlings bzw. die Konstellation von Faktoren, von denen das Auftreten eines Schädlings abhängt, bei der der Erwartungswert der verhinderten Schäden gleich der Summe aus den Anwendungskosten und dem Wert der Umweltschäden ist. Die Bekämpfungsschwelle stellt das Befallsniveau dar, bei dem die Schädlingsbekämpfung in Angriff genommen wird. Für eine korrekte Bewertung der Aktionsschwelle sind auch Informationen über die Population der natürlichen Gegenspieler erforderlich, deren Vorhandensein die Notwendigkeit einer direkten Bekämpfung verringern kann. Die Daten zu den Aktionsschwellen für die meisten wirtschaftlich wichtigen Schädlinge in der integrierten Landwirtschaft sind bekannt. Sie beruhen auf Untersuchungen zur Schädlichkeit bestimmter Arten unter bestimmten Anbaubedingungen, auf Berechnungen von Erträgen und Preisen für landwirtschaftliche Erzeugnisse aus integriertem Anbau und auf wirtschaftlichen Berechnungen der Kosten für klassische Pflanzenschutzmittel (die zwar billiger sind, aber bei denen die Umweltschäden höher ausfallen). Da die zu erwartenden Erträge und Preise für ökologische Erzeugnisse variieren und die Preise für Pflanzenschutzmittel im ökologischen Landbau höher sind und die von ihnen verursachten Umweltschäden viel geringer sind, können die Aktionsschwellen für den ökologischen Landbau sehr unterschiedlich sein. In den meisten Fällen sind sie nicht bekannt, sodass Entscheidungen häufig auf der Grundlage der Erfahrungen der Erzeuger getroffen werden.

Ein erfolgreicher Pflanzenschutz im ökologischen Landbau ist ohne eine regelmäßige und systematische Überwachung der Schädlingspopulation und der Ernteschäden sowie ein Nützlingsmonitoring nicht möglich. Dies ermöglicht letztlich eine Bewertung und Entscheidungsfindung in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium der Kultur, dem allgemeinen Zustand der Kultur, dem Vorhandensein und der Höhe der Populationen natürlicher Gegenspieler sowie dem Umfang der vorhandenen und/oder zu erwartenden Schädlingspopulationen und -schäden.

Zusätzlich zur regelmäßigen Kontrolle ist es für eine erfolgreiche Insektenüberwachung wichtig, die klimatischen Bedingungen zu erfassen. Für einige Schädlinge und natürliche Gegenspieler wurden die Temperaturen ermittelt, bei denen die Entwicklung der Insekten beginnt. Es wurden Entwicklungsmodelle erstellt, die auf der Summierung der effektiven Luft- oder Bodentemperaturen basieren (je nachdem, wo sich das jeweilige Stadium des Insekts entwickelt). Die effektiven Temperaturen stellen die Differenz zwischen der durchschnittlichen Tagestemperatur und der thermischen Schwelle der Entwicklung dar und werden über einen bestimmten Zeitraum summiert, bis ihre Summe die sogenannte thermische Konstante erreicht, d. h. die Anzahl der thermischen Einheiten, die nachweislich für eine Art (oder ein Entwicklungsstadium) erforderlich sind, um ihre Entwicklung abzuschließen.

Die gängigsten Methoden der Schädlingsüberwachung sind in Abbildung 3.40 dargestellt. Sie unterscheiden sich je nachdem, ob es sich um die Kontrolle von Kulturpflanzen oder um die Suche nach Insekten handelt. Bei der Kontrolle von Kulturen kann man neben den Insekten auch die von ihnen verursachten Schäden feststellen, während man bei der Insektensammlung neben der direkten Kontrolle auch eine Methode anwenden kann, die Insekten anlockt.

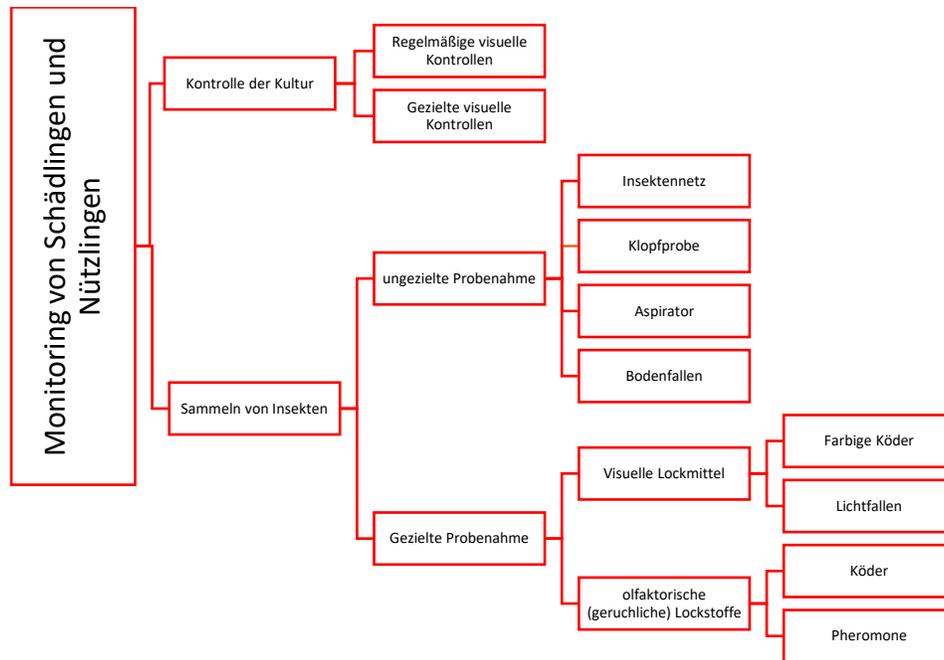


Abbildung 3.40 Schematischer Überblick über die verfügbaren Methoden zur Schädlingsüberwachung

Einige Überwachungsmethoden werden nach bestimmten vorgeschriebenen Protokollen für Pflanzen und Schädlinge durchgeführt. Tabelle 3.2. zeigt, wie die einzelnen Methoden durchgeführt werden.

Tabelle 3.2 Überwachungsmethoden und ihre Durchführung

Monitoring Methode		Durchführung
Kontrolle der Kultur	Regelmäßige visuelle Kontrollen	<ul style="list-style-type: none"> ➤ In bestimmten Zeitabständen wird eine bestimmte Anzahl von Pflanzen untersucht, das Vorhandensein und die Anzahl von Schädlingen und natürlichen Gegenspielern bestimmt und die Schäden anhand verschiedener Skalen bewertet. ➤ Falls erforderlich, werden Proben entnommen und die gefundenen Arten im Labor bestimmt. ➤ Die Aufzeichnungen über jede Untersuchung müssen Folgendes enthalten: <ol style="list-style-type: none"> 1. Datum, Uhrzeit der Erhebung, Wetterbedingungen 2. Bewertung des allgemeinen Zustands der Kulturen/Pflanzungen 3. Anzahl der Schädlinge nach Arten 4. Bewertung des Schadens und Art des Schadens 5. Anzahl der Nutzinsekten nach Arten 6. Vorhandensein von parasitären Schädlingsindividuen 7. Entwicklungsstadium der Kulturen/Pflanzungen
	Gezielte visuelle Kontrollen	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sie wird in bestimmten Entwicklungsstadien der Kultur gemäß dem Protokoll für jeden einzelnen Schädling durchgeführt. Der genaue Zeitpunkt der Erhebung kann auch durch die Überwachung von Insekten, z. B. durch Pheromone oder Gelbtafeln, bestimmt werden.

		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gezielte Erhebungen werden häufig durch Entnahme einer bestimmten Anzahl von Proben durchgeführt (z. B. Zweige mit der genauen Länge bei mehrjährigen Arten, eine bestimmte Anzahl von Blütenknospen oder Blättern). 	
Sammeln von Insekten	Ungezielte Probenahme	Insektennetz	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bei Arten, die sich auf oberirdischen Organen aufhalten, wird ein Insektennetz auf niedrigen Kulturen (Acker- und Gemüsekulturen) verwendet, um eine bestimmte Anzahl von Fangzügen über die Pflanzen zu machen, wobei man diagonal über das Feld geht. ➤ Die Fänge aus dem Netz werden nach Arten bestimmt, die Anzahl der Individuen jeder Schädlings- und Nützlingsart, die in der Probe festgestellt wurde, wird aufgezeichnet. ➤ Die Fänge aus Netzen werden im Labor mithilfe einer Lupe (je nach den Fähigkeiten der bestimmenden Person) nach Arten bestimmt und die Anzahl der Individuen wird aufgezeichnet.
		Klopfprobe	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sie wird an Obstbäumen durchgeführt. Die Äste werden mit einem Gummistock angeschlagen, und die fallenden Insekten werden in einem festen Insektennetz (Fangtrichter) aufgefangen. In den Protokollen sind die Anzahl der zu schüttelnden Äste und die Anzahl der Schläge pro Ast vorgeschrieben. ➤ Die aus dem Netz gefangenen Insekten werden im Labor mithilfe von Lupen (je nach den Fähigkeiten der bestimmenden Person) nach Arten bestimmt. Die Anzahl der in der Probe ermittelten Individuen jeder schädlichen und nützlichen Art wird aufgezeichnet.
		Aspirator	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Je nach Art des Aspirators (Saugers) können Sie ihn für alle Arten von Pflanzen einsetzen. Der Aspirator saugt alle Insekten ein, die sich auf bestimmten Pflanzenteilen oder ganzen Pflanzen befinden, die abgesaugt werden. ➤ Die Fänge aus dem Sauger werden im Labor mit einer Lupe (je nach Geschick der bestimmenden Person) auf die Art bestimmt. Die Anzahl der Individuen jeder in der Probe identifizierten Schädlings- und Nützlingsart wird notiert.
		Bodenfallen	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bei den Fallen handelt es sich um Flüssigkeitsbehälter (in der Regel Wasser mit Zusatz von Kochsalz), die so in den Boden eingegraben werden, dass sich die Oberseite des Behälters auf Bodenhöhe befindet. Insekten, die auf der Bodenoberfläche laufen, fallen in die Fallen, die regelmäßig geleert werden müssen. ➤ Die Fänge in den Fallen werden im Labor mithilfe einer Lupe (je nach Geschicklichkeit der bestimmenden Person) auf ihre Art bestimmt. Die Anzahl der in der Probe ermittelten Individuen jeder Schädlings- und Nützlingsart wird aufgezeichnet.

Gezielte Probenahme	Visuelle Lockmittel	Farbige Köder	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sie wird bei Arten durchgeführt, die fliegen und die von bestimmten Farben angezogen werden. Die am häufigsten verwendeten farbigen Klebetafeln sind blau, gelb oder weiß. ➤ In einigen Fällen werden Fangtöpfe verwendet, die von innen bemalt und mit Wasser gefüllt sind, in dem die Insekten ertrinken. ➤ Die Farbe des klebrigen oder farbigen Köders passt sich der Art an, deren Anwesenheit wir feststellen wollen: Blau zieht eher Thripse an, Gelb zieht effektiv Blattläuse, verschiedene Fliegenarten, Motten, Grillen, etc. an, Weiß zieht Wespen an (die ihre Eier auf weißen Blüten ablegen). ➤ Farbige Klebetafeln haben Standardmaße und werden so angebracht, dass die Unterkante der Tafel knapp über dem Blätterdach liegt - wenn die Pflanzen wachsen, muss die Tafel versetzt werden. ➤ Auf den farbigen Tafeln werden mehrere Insektenarten (und in manchen Fällen auch Nützlinge) gefangen, sodass bei der Kontrolle die gefundenen Arten und die Anzahl der einzelnen Schädlinge bestimmt werden müssen. ➤ Auch farbige Köder, die in großer Zahl ausgelegt werden, können zur Bekämpfung einiger Schädlinge eingesetzt werden.
		Lichtfallen	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Wird für Arten verwendet, die fliegen und vom Licht angezogen werden. ➤ Die am häufigsten verwendeten Lampen, beziehen ihren Strom aus Solarquellen. ➤ Lichtfallen fangen mehrere Insektenarten (in manchen Fällen auch nützliche Arten), sodass bei der Untersuchung der gefangenen Insekten die gefundenen Arten und ihre Anzahl bestimmt werden müssen.
	Olfaktorisch (geruchliche) wirkende Lockstoffe	Köder	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sie wird für Arten verwendet, die von einer bestimmten Art von Nahrung angezogen werden. ➤ Als Lockstoffe werden Pflanzen und Pflanzenteile, Lebensmittel (Honig, Zucker), Produkte tierischen Ursprungs (z. B. Fisch) oder spezielle synthetische Produkte (z. B. hydrolisiertes Protein, Buminal) verwendet. ➤ Die Lockstoffe werden in verschiedenen Arten von Fallen platziert. ➤ Die Lockstoffe sind in der Regel artspezifisch, sodass die Individuen der von uns überwachten Arten, deren Anzahl wir bei den Kontrollen ermitteln, leicht gefunden werden können. ➤ Wenn die Lockstoffe in großer Zahl eingesetzt werden, können sie auch zur Bekämpfung bestimmter Schädlinge (z. B. Olivenfliegen, Wespen, Hornissen, Ameisen usw.) verwendet werden.

				<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pheromone werden von den Insekten selbst produziert. ➤ Es gibt verschiedene Arten von Pheromonen. Für die Schädlingsüberwachung werden entweder Aggregationspheromone - sie werden von sozialen Insekten (Ameisen, Bienen) und einigen anderen Insekten (Palmrüssler, Rübenrüssler) abgesondert, oder Sexualpheromone verwendet. Normalerweise werden Sexualpheromone von Weibchen abgesondert, um Männchen der gleichen Art anzulocken. ➤ Die Pheromone werden synthetisch hergestellt und zu Überwachungszwecken in Form von Kapseln formuliert, die in Fallen unterschiedlicher Form eingesetzt werden. ➤ Das Design der Fallen wird an das Verhalten der Schädlingsarten angepasst. ➤ Aufgrund ihrer hohen Spezifität müssen die mit Pheromonen gefangenen Insekten nicht speziell identifiziert werden. ➤ Die Pheromone zeigen die Zeitspanne für das Auftreten einer bestimmten Schädlingsart an, und für einige Schädlinge (z. B. Apfelwickler, Traubenwickler usw.) können die Populationsgröße und der Bekämpfungsbedarf bestimmt werden. ➤ Pheromonkapseln und/oder Fallen mit Pheromonködern, die in großer Zahl ausgelegt werden, können auch zur Bekämpfung einiger Schädlinge nach der Verwirrungsmethode oder der Massenfangmethode eingesetzt werden (siehe Kapitel 3.4.2.).
--	--	--	--	--

Überprüfungsfragen

1. Wählen Sie die Aussage/n, die dem wirtschaftlichen Schwellenwert entsprechen.

- a) Er stellt den Befallsgrad dar, bei dem die Bekämpfung in greifbare Nähe rückt.
- b) Es ist der Punkt, an dem der wirtschaftliche Schaden, der durch die Schädigung einer bestimmten Schädlingspopulation verursacht wird, den Kosten für die Bekämpfung der gleichen Population entspricht (einschließlich der Kosten für Umweltschäden).
- c) Er berücksichtigt den Umfang des verhinderten Schadens, die Kosten der Maßnahme und die Umweltschäden.

2. Wählen Sie die Aussage/n, die dem Aktionsschwellenwert entspricht/entsprechen.

- a) Stellt den Befallsgrad dar, bei dem die Bekämpfung in Angriff genommen wird
- b) Die Informationen über die Population der natürlichen Gegenspieler werden benötigt, um über die zu ergreifenden Maßnahmen zu entscheiden.
- c) Für fast alle Schädlinge liegen Daten über Aktionsschwellenwerte im ökologischen Landbau vor.

3. Wählen Sie die Aussage/n aus, die der regelmäßigen visuellen Umfrage entsprechen.

a) Sie wird in bestimmten Entwicklungsstadien der Kultur gemäß dem Protokoll für jeden einzelnen Schädling durchgeführt.

b) Sie wird in bestimmten Zeitabständen durchgeführt, eine bestimmte Anzahl von Pflanzen wird untersucht, das Vorhandensein und die Anzahl von Schädlingen und natürlichen Gegenspielern werden bestimmt und der Schaden wird anhand verschiedener Skalen bewertet.

c) Häufig wird eine bestimmte Anzahl von Proben entnommen (z. B. Zweige mit der genauen Länge bei mehrjährigen Arten, eine bestimmte Anzahl von Blütenknospen oder Blättern).

4. Kreuzen Sie das/die Werkzeug(e) an, das/die eine ungezielte Probenahme in Obstplantagen ermöglicht/ermöglichen, um Insekten auf den Bäumen zu sammeln.

a) Bodenfallen

b) Klopfprobe

c) Insektennetz

d) Aspirator

5. Bitte wählen Sie die richtige Aussage

a) Der Einsatz des Aspirators ist in allen Arten von Kulturen möglich

b) Der Einsatz des Aspirators ist nur bei Feldfrüchten möglich

6. Bodenfallen sind _____, die im _____ eingegraben werden, sodass sich die Oberkante des _____ auf _____ befindet. _____, die auf der _____ laufen, fallen in die _____.

7. Bitte nennen Sie die beiden Arten von visuellen Lockmittel.

a) _____

b) _____

8. Wählen Sie die Aussage/n, die der gezielten Probenahme durch visuelle Lockmittel entsprechen.

a) Sie wird für Arten durchgeführt, die durch Nahrung angezogen werden

b) Sie wird für Insekten durchgeführt, die durch Farbe oder Licht angezogen werden

c) Sie wird für Insekten durchgeführt, die nur durch Farbe angezogen werden

d) Sie wird für Insekten durchgeführt, die nur durch Licht angezogen werden

9. Artspezifischen Lockstoffe sind:

a) Lichtfallen

- b) Köder
- c) Farbfallen
- d) Pheromone

10. Die Fallen, die auch Nützlinge fangen, sind:

- a) Pheromone
- b) Bodenfallen
- c) Lichtfallen
- d) Köder

3.4 Direkte Schädlingsbekämpfungsmethoden im ökologischen Landbau

Lernziele

- Erläutern der Vor- und Nachteile verschiedener Methoden und Produkte zur Schädlingsbekämpfung.
- Auswahl der geeigneten Methode und des geeigneten Produkts zur Schädlingsbekämpfung unter bestimmten Bedingungen der landwirtschaftlichen Produktion.
- Auswahl und Empfehlung geeigneter Methoden und Produkte, um die Schädlingspopulation unter der wirtschaftlichen Schwelle zu halten.

3.4.1. Mechanische und physikalische Schädlingsbekämpfungsmethoden

Zu den mechanischen Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen gehören verschiedene Methoden zum Absammeln oder Vernichten von Insekten in der Kultur oder die Verwendung bestimmter mechanischer Barrieren. Einige mechanische Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen werden durchgeführt, wenn die Schädlinge die Wirtspflanze befallen. Sie zielen darauf ab, die Erträge zu erhalten. Andere Maßnahmen werden durchgeführt, wenn die Vegetation ruht oder wenn der Schädling keine direkten Schäden an der Kultur verursacht. Sie zielen darauf ab, die Schädlingspopulation in der Zukunft zu reduzieren. Beispiele für einige mechanische Bekämpfungsmaßnahmen sind in Tabelle 3.3. aufgeführt, und die mögliche Anwendung einer bestimmten Maßnahme bei weiteren Kulturen oder Schädlingen wird beschrieben.

Tabelle 3.3 Einige Beispiele für mechanische Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen

Methode	Zielschädling	Umsetzung der Kontrollmaßnahme	Zusätzliche Bemerkungen und mögliche Umsetzung
---------	---------------	--------------------------------	--

<p>Vernichtung von Ernterückständen</p>	<p>Maiszünsler <i>Ostrinia nubilalis</i></p>	<p>Sie wird nach der Ernte angewandt. Mais, in dem die Raupen überwintern, wird mit speziellen Geräten in weniger als 1 cm große Stücke zerkleinert.</p>	<p>Die Vernichtung von Pflanzenresten kann auch durch Hacken, Verbrennen oder tiefes Pflügen erfolgen. Diese Maßnahme ist für mehrere andere Schädlinge akzeptabel. Im Gewächshausanbau ist die Vernichtung von Pflanzenresten unerlässlich. Miniermotten, die sich in den Blättern verpuppen, werden durch das Einsammeln und Verbrennen abgefallener Blätter bekämpft.</p>
<p>Einsammeln und Vernichten der Insekten</p>	<p>Kartoffelkäfer <i>Leptinotarsa decemlineata</i></p>	<p>Zum Zeitpunkt des Auftretens der erwachsenen Käfer (deutlich sichtbar an den Pflanzen) werden diese eingesammelt und mechanisch zerstört. Blätter, auf denen Eier abgelegt werden, werden ebenfalls eingesammelt. Das Absammeln sollte mindestens zweimal wöchentlich zum Zeitpunkt des Auftauchens der überwinterten erwachsenen Käfer erfolgen.</p>	<p>Die manuelle Sammlung kann bei größeren Schädlingen (z. B. Rüsselkäfer an Weinstöcken), bei Schädlingen, die an der Pflanze anhaften (z. B. Raupenkokons an Zweigen), oder bei der Sammlung von Eigelegten des Schädling erfolgen. In einigen Fällen werden die Schädlinge mit den Pflanzenteilen (z. B. Blätter, Zweige), die sie befallen, eingesammelt. Das mechanische Einsammeln kann auch mit Saugern erfolgen. In diesem Fall werden neben den Schädlingen auch deren natürliche Feinde eingesammelt, die nach dem Einsammeln wieder in die Natur zurückgegeben werden sollten. Die obligatorische Maßnahme nach dem Sammeln ist die Vernichtung der gesammelten Schädlinge.</p>
<p>Sammeln der Schädlinge mit verschiedenen Werkzeugen</p>	<p>Apfelwickler <i>Cydia pomonella</i>, Wespen, Hornissen, Nagetiere, Schaben</p>	<p>Der mechanische Fang von Schädlingen erfolgt mithilfe verschiedener Hilfsmittel, z. B. mit Fanggürteln aus Wellpappe, mit einer</p>	<p>Fanggürtel aus Wellpappe, die im Frühherbst um den Stamm gelegt werden, um die überwinterten Raupen des Apfelwicklers zu fangen. Sie eignen sich auch für andere</p>

		Mischung aus Wasser, Essig- usw. gefüllten Fanggefäßen oder speziell konstruierten Fallen.	Raupenarten, die am Baumstamm überwintern. Fallen werden an Stellen aufgestellt oder -gehängt, die für Insekten zugänglich sind. In diesen Fallen können Köder ausgelegt werden, um die Zielorganismen anzulocken. Siehe Tabelle 3.4. Geeignet für ein breites Spektrum von Schädlingen.
Mechanische Barrieren	Schnecken, Rübenderbrüssler <i>Bothynoderes punctiventris</i> , Wildtiere, Blattläuse, Nagetiere	Verschiedene Arten von Barrieren, wie z. B. mechanische Barrieren für Schnecken und Zäune für Wildtiere; Barrieren (Grabenkanäle), um zu verhindern, dass wandernde Insekten das Feld befallen (z. B. Rüsselkäfer); Netze, die an Fenstern und Eingängen von Gewächshäusern oder Lagerhäusern angebracht werden; Netze oder andere Materialien, die zum Abdecken von Kulturen, zum Umhüllen von Pflanzen usw. verwendet werden.	Geeignet für eine große Anzahl von Schädlingen. Es ist notwendig, die geeignetste Art von Barriere je nach Schädlingsart und deren Lebensweise sowie den Eigenschaften der Pflanzen zu wählen.

Physikalische Bekämpfungsmethoden beinhalten den Einsatz physikalischer Mittel zur Schädlingsbekämpfung. Dazu gehören der Einsatz von Temperatur (niedrig oder hoch), Luftfeuchtigkeit, Kohlendioxid, Vakuum und der Einsatz von optischen und olfaktorischen Ködern, Gammastrahlen, Ozon usw. Hohe und niedrige Temperaturen werden am häufigsten zur Schädlingsbekämpfung in geschützten Bereichen (z. B. Dampfsterilisation von Bodenflächen) oder in Lagerhäusern während der Lagerung von Lebensmitteln (z. B. Einfrieren von Bohnen zur Bekämpfung des Erbsenkäfers) eingesetzt. Tabelle 3.4 gibt einen kurzen Überblick über die gebräuchlichsten physikalischen Methoden und mögliche Anwendungen.

Tabelle 3.4 Beispiele für den Einsatz von physikalischen Schädlingsbekämpfungsmethoden

Methode	Zielschädling	Beschreibung	Breitere Anwendungen
---------	---------------	--------------	----------------------

<p>Bodensterilisation mit Dampf</p>	<p>Schädlinge, Krankheiten und Unkraut im Boden in geschützten Bereichen (Nematoden, Fliegenlarven, Sporen verschiedener Pilze, Unkrautsamen)</p>	<p>Heißer Dampf wird durch perforierte Rohre in leere Gewächshäuser oder geschützte Bereiche eingeleitet. Er wird in einem speziellen Apparat erzeugt. Unter dem Einfluss des Dampfes steigt die Bodentemperatur so stark an, dass ein Überleben von Organismen im Boden nicht mehr möglich ist. Bei der Durchführung des Verfahrens ist darauf zu achten, dass eine bestimmte Zeitspanne der Temperaturerhöhung eingehalten wird, d. h. die Organismen müssen eine bestimmte Zeit der Zieltemperatur ausgesetzt sein. Je niedriger die Zieltemperatur ist, desto länger kann die Exposition sein. Es wird empfohlen, den Boden 5 Minuten lang auf 95 °C zu erhitzen.</p>	<p>Die Methode ist auf alle geschützten Bereiche der Landwirtschaft und auf fast alle Schadorganismen anwendbar, die zum Zeitpunkt der Durchführung der Methode im Boden vorhanden sind.</p>
<p>Solarisation</p>	<p>Nematoden in Gemüse und Zierpflanzen</p>	<p>In den Sommermonaten, wenn auf bestimmten Flächen kein Anbau erfolgt, wird der Boden mit einer 0,015-0,05 mm dicken transparenten Kunststoffolie (PE oder PVC) abgedeckt. Der Boden bleibt 1 bis 2 Monate lang abgedeckt. Vor dem Abdecken sollte der Boden angefeuchtet werden. Die Bodentemperaturen in einer Tiefe von 10 cm unter der Folie sind um 10 bis 20 °C höher als im unbedeckten Boden. Dies reicht aus, um Organismen (Nematoden, Pilze, Unkrautsamen) im Boden zu vernichten.</p>	<p>Anwendbar auf alle Gruppen von Schadorganismen unter Bedingungen, bei denen es möglich ist, die Parzellen während der Sommermonate unbesät zu lassen.</p>
<p>Vakuum und Kohlendioxid</p>	<p>Vorrats-schädlinge</p>	<p>Die Methode beruht darauf, dass die Luft aus den Lagerräumen, in denen Getreideprodukte gelagert werden, abgesaugt wird, wodurch ein Vakuum entsteht und die Schädlinge unter diesen Bedingungen absterben. Eine andere Möglichkeit ist die Einleitung von Kohlendioxid in den Lagerraum, wodurch die Luft verdrängt wird und die Schädlinge aufgrund des Sauerstoffmangels absterben. Die Anwendung dieser Methoden ist in Lagern möglich, die so konzipiert sind, dass sie vollständig abgedichtet werden können.</p>	<p>Anwendbar auf alle Gruppen von Schadorganismen in Lagerräumen.</p>

Ozon	Vorrats-schädlinge	Einführung von Ozon, das zu diesem Zweck in Geräten (Ozonisatoren) in Lagerhallen erzeugt wird. Um vollen Erfolg zu erzielen, muss je nach Art des Insekts eine bestimmte Ozonkonzentration in einer bestimmten Zeitspanne erreicht werden.	Die Forschung über verschiedene Möglichkeiten der Ozonverwendung ist im Gange.
Sterilisati-on von männlichen Tieren durch Gamma-strahlen	Kirschfrucht-fliege <i>Ceratitis capitata</i> , Olivenfrucht-fliege <i>Dacus oleae</i>	Diese Methode wird auch als SIT-Technologie bezeichnet. Mit Gammastrahlen werden massengezüchtete männliche Fruchtfliegen sterilisiert und dann in Plantagen freigelassen, wo sie mit fruchtbaren Männchen um Weibchen konkurrieren, die sich mit ihnen paaren. Nachdem ein Weibchen mit einem sterilen Männchen kopuliert hat, produziert es keine Eier, sodass die freigesetzten sterilisierten Männchen die Zahl der gelegten Eier und die Zahl der Larven, die Schäden verursachen, verringern. Sterile Männchen werden in der Regel über ein größeres geografisches Gebiet freigesetzt (flächendeckendes Management).	Geeignet auch für andere Arten von Fruchtfliegen (z. B. Olivenfruchtfliege) und wird weltweit auch gegen Insekten eingesetzt, die Menschen angreifen (Stechmücken, Kannibalenfliegen, etc.)
Massen-fang mit farbigen Klebefallen	Blattläuse, weiße Fliegen	Eine große Anzahl gelber Tafeln wird an den Rändern von Gewächshäusern oder geschützten Bereichen angebracht. Die Tafeln werden so platziert, dass die Unterkante der Tafel mit der Oberseite der Pflanze bündig ist. Ziel ist es, eine größere Anzahl von Blattläusen zu fangen, wenn sie in das Gebäude fliegen. Die Gelbtafeln müssen regelmäßig ausgetauscht werden, um die Klebefähigkeit der Oberfläche zu gewährleisten.	Neben Blattläusen eignet sich die Methode auch für Motten, Thripse, Fruchtfliegen, Gemüsefliegen usw. Die Farbe der Klebetafel richtet sich nach der Art des Schädlings.
Massen-fang mit Aggregati-onsphero-monen	Rübenderb-rüssler <i>Bothynoderes punctiventris</i>	Eine größere Anzahl von Fallen, die das Aggregationspheromon enthalten, wird im zeitigen Frühjahr auf Feldern aufgestellt, auf denen der Käfer überwintert hat. Die erwachsenen Käfer schlüpfen aus dem Boden, krabbeln zu den Fallen, wo sie gefangen werden, und gehen nicht in die mit Zuckerrüben eingesäten Felder.	Geeignete Methode für den Zuckerrübenrüssler <i>Tanymecus palliatus</i> und für den Palmenstecher <i>Rhynchophorus ferrugineus</i>
Verwirrung durch	Traubenwickler	Pheromondispenser (ohne Fallen) werden in großer Zahl in Kulturen platziert. Die Pheromondispenser setzen eine hohe	Auch geeignet für Apfelwickler <i>Cydia pomonella</i> ,

sexuelle Pheromone		Konzentration an weiblichen Pheromonen frei, die die Männchen verwirren und es ihnen unmöglich machen, die Weibchen zu finden. Daher findet keine Paarung statt. Unbefruchtete Weibchen legen keine Eier, sodass der Befall mit Raupen reduziert wird.	südamerikanische Tomatenmotte <i>Tuta absoluta</i> und andere Arten, die Pheromone produzieren.
--------------------	--	--	---

3.4.2 Auf biotechnischen Methoden basierende Strategien

Zu den biotechnischen Methoden gehören die Bekämpfung von Schädlingen mit Pheromonen, die Freisetzung steriler Insekten und der Einsatz von Insektiziden mit biotechnischer Wirkung. Biotechnische Insektizide beeinflussen den Stoffwechsel der Insekten (z. B. Häutungshemmer), was zum Tod der Insekten führt. Da biotechnische Insektizide (obwohl sie als umweltfreundlicher gelten als herkömmliche chemische Insektizide) nicht alle für den Einsatz im ökologischen Landbau zugelassen sind, konzentrieren wir uns in diesem Kapitel auf Strategien zur Anwendung von Pheromonen und zur Freisetzung steriler Männchen zur Schädlingsbekämpfung.

Es gibt zwei Möglichkeiten, Pheromone zur Schädlingsbekämpfung einzusetzen: Massenfang und Verwirrung. Beide Methoden sind in Tabelle 3.4 beschrieben. Beide Methoden sowie die Methode der Freisetzung steriler Insekten eignen sich hervorragend, wenn eine flächendeckende Bekämpfungsstrategie (im Folgenden AW; aerea-wide control strategy) zur Schädlingsbekämpfung eingesetzt wird. Im Gegensatz zu einzelnen Bekämpfungsmaßnahmen, die wir mit dem Ziel der unmittelbaren Schadensreduzierung in einem bestimmten Gebiet durchführen, besteht das langfristige Ziel des AW-Programms darin, den Schädlingsbefall in einem bestimmten Gebiet unter die Grenze zu senken, die Schäden verursachen kann. Der Zweck dieser umweltfreundlichen Methode besteht darin, die Schädlingspopulation unter die Entscheidungsschwelle zu senken. Die Bekämpfung einer bestimmten Schädlingsart erfolgt nicht nur an der Kultur, die wirtschaftlichen Schaden erleidet, wie beim individuellen Ansatz (Abbildung 3.41 A), sondern an allen Kulturen, von denen sich der Schädling ernähren kann (Abbildung 3.41 B).

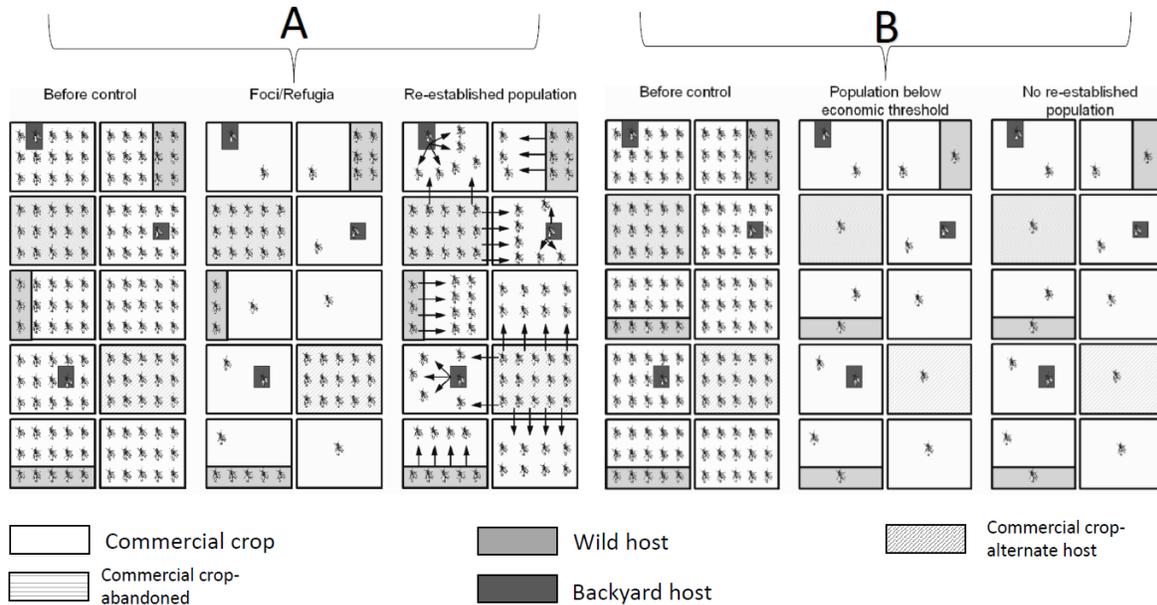


Abbildung 3.41 Grafische Darstellung des Kontrollkonzepts auf einzelnen Feldern (A) und auf großen Flächen (B). (Nach Hendrichs et al., 2007). 3.41 A: Die Schädlingspopulation geht auf Feldern mit wirtschaftlicher Bedeutung unter die Entscheidungsschwelle zurück und wird auf Nebenkulturen, alternativen Wirten, Gartenwirten und Wildwirten nicht bekämpft. Infolge der Bekämpfung bleiben bedeutende Flächen mit verbleibenden Schädlingen unkontrolliert, die dann die Quelle ihrer wiederaufgebauten Population darstellen. 3.41 B: Die Schädlingspopulation geht auf allen Flächen unter die Entscheidungsschwelle zurück, einschließlich vernachlässigter Kulturen, alternativer Wirte, Gartenwirte und Wildwirte. Die Bekämpfung hat zur Folge, dass es keine nennenswerten Flächen mehr gibt, auf denen die verbleibenden Schädlingsindividuen, die der Bekämpfung entgangen sind und die Quelle der wieder aufgebauten Schädlingspopulation wären, überleben könnten.

Das Besondere an dieser Strategie ist, dass sie von allen Eigentümern landwirtschaftlicher Flächen in einem bestimmten Gebiet organisiert und umgesetzt werden muss.

3.4.3 Einsatz natürlicher Gegenspieler

Der Einsatz natürlicher Gegenspieler (Räubern und Parasitoide) zur Schädlingsbekämpfung ist eine der Möglichkeiten der biologischen Schädlingsbekämpfung. Die am häufigsten angewandte Methode der biologischen Schädlingsbekämpfung ist die Vermehrungsmethode, die darauf abzielt, die Population der natürlichen Gegenspieler auf einem bestimmten Feld zu erhöhen oder Arten einzuführen, die in einem bestimmten Gebiet weit verbreitet sind. Diese Methode wird auf verschiedene Weise umgesetzt:

1. Kultivierung des natürlichen Gegenspielers im Labor und seine Freisetzung im Betrieb
2. Natürliche Gegenspieler in einer anderen Umgebung zu sammeln und ihn in den Betrieb zu bringen, in dem wir die biologische Bekämpfung durchführen wollen

3. Kauf eines natürlichen Gegenspielers in Form eines als Biopestizid bezeichneten formulierten Produktes von einem zugelassenen Lieferanten/Hersteller

Für den erfolgreichen Einsatz von natürlichen Gegenspielern sind die folgenden Voraussetzungen erforderlich:

- ✓ Eine genaue Identifizierung des Schädlings;
- ✓ eine genaue und rechtzeitige Bewertung der Bedrohung;
- ✓ Die Auswahl des optimalen natürlichen Gegenspielers für die spezifischen Bedingungen; die Bestimmung des optimalen Zeitpunkts für die erste Anwendung;
- ✓ Kenntnis des optimalen Verhältnisses zwischen der Anzahl der natürlichen Gegenspieler und der Anzahl der Schädlinge;
- ✓ Kenntnis eines Nützlingsproduzenten, der die Qualität garantieren und die Lieferung schnell durchführen kann;
- ✓ Ordnungsgemäß vorbereitete Lagerung (Kühlkette) der natürlichen Gegenspieler vom Eingang bis zur Ausbringung;
- ✓ bestehende/vorausgehende Maßnahmen in der Kultur, in die der natürliche Gegenspieler eingebracht wird (Netze an den Eingangspforten, Anwendung anderer Pestizide usw.);

Es gibt eine große Anzahl natürlicher Gegenspieler, die im ökologischen Landbau eingesetzt werden können. Tabelle 3.5. zeigt die wichtigsten am Markt erhältlichen Arten mit ihren grundlegenden Eigenschaften und ihrem Anwendungsbereich (Zielschädlinge, gegen die sie eingesetzt werden können).

Tabelle 3.5 Überblick über die wichtigsten Arten der am häufigsten verwendeten natürlichen Gegenspieler, die am Markt erhältlich sind

Art des natürlichen Gegenspielers (systematische Gruppe)	Arten	Verpackungseinheiten	Zielschädlinge	Tipps zur Anwendung
Raubmilben	<i>Neoseiulus cucumeris</i> , <i>Amblyseius swirskii</i>	Milben aller Altersstufen, gemischt mit einer inerten Substanz in einer Flasche oder in kleineren Säckchen, die zum Aufhängen an Pflanzen vorbereitet sind.	Phytophage Milben (<i>Tetranychus urticae</i> , <i>Panonychus ulmi</i> etc.)	Die Milben gleichmäßig in der Kultur auf den Blättern verteilen (je nach Kultur 5 - 100 Milben/m ²) oder Aufhängen der Tütchen an den Pflanzen. Milben vertragen Temperaturen bis zu 40° C, arbeiten aber optimal bei Temperaturen zwischen 25 und 30° C und einer Luftfeuchtigkeit von 40 - 90 %.
	<i>Phytoseiulus persimilis</i>			
	<i>Macrocheles robustulus</i>	Milben aller Altersstufen, gemischt mit einem inerten Trägermaterial (Vermiculit, Torf)	Schädlinge im Boden (Thripsnymphen, Trauermücken, usw.)	
	<i>Amblydromalus limonicus</i>	Milben aller Altersstufen, gemischt mit einem inerten Trägermaterial (Vermiculit)	Thripse, Weiße Fliegen	Die Milben gleichmäßig in der Kultur auf den Blättern verteilen (je nach Befallsgrad 50 - 250 Milben/m ²). Sie können ab 13 °C freigelassen werden.
Räuberische Wanzen	<i>Orius insidiosus</i> , <i>O. laevigatus</i>	Nymphen oder adulte Tiere gemischt mit Holzspänen und Buchweizenschalen	Thrips (verschiedene Arten)	Wanzen zur vorbeugenden Bekämpfung in Gruppen von 75 - 100 Stück in der Kultur platzieren. Darauf achten, dass in der Kultur ausreichend Pollen vorhanden ist.
	<i>Macrolophus pygmaeus</i> , <i>M. caliginosus</i>	Nymphen oder adulte Tiere gemischt mit Holzspänen und/oder Buchweizen	Thripse, Weiße Fliegen, Blattläuse, Miniermottenlarven, <i>Tuta absoluta</i> -Eier.	Aus der Flasche auf die Blätter oder in Behälter schütten, die auf den Pflanzen hängen. Sie sind am effektivsten bei Temperaturen um 20 °C.

Räuberischen Marienkäfer	<i>Adalia bipunctata</i> , <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> , <i>Delphastus catalinae</i>	Je nach Art, Larven und adulte Tiere gemischt mit Holzspänen und/oder Buchweizen	Je nach Art: Blattläuse, Wollläuse, Weiße Fliegen, etc.	Flaschen oder Päckchen öffnen und den Inhalt in Behälter füllen, die in der Nähe der infizierten Pflanzen aufgestellt sind.
Räuberischen Florfliegen	<i>Chrysoperla</i> spp.	Larven gemischt mit Buchweizenschalen	Blattläuse, andere Schädlinge	Flaschen oder Päckchen öffnen und den Inhalt in Behälter füllen, die in der Nähe der infizierten Pflanzen aufgestellt sind.
Räuberische Fliegen	<i>Aphidoletes aphidimyza</i>	Fliegenpuppen mit organischem Material vermischt in einer Flasche	Blattläuse	Die geöffnete Flasche auf den Boden legen oder an die Pflanzen hängen - Fliegen, die aus den Puppen schlüpfen, fliegen aus und legen ihre Eier in der Nähe von Blattlauskolonien ab.
Parasitoide Wespen	<i>Aphelinus abdominalis</i>	Verpuppte Wespen beinhaltende parasitierte Blattlausmumien auf Karten oder in Flaschen, die mit inertem Material (Buchweizen, Holzspäne usw.) vermischt sind.	Blattläuse	Wespen sind weniger mobil, daher ist es wichtig, die Mumien gleichmäßig um die befallenen Pflanzen herum zu verteilen.
	<i>Aphidius ervi</i> , <i>A. matricariae</i> , <i>A. colemani</i>		Blattläuse	Mumien gleichmäßig um die infizierten Pflanzen verteilen. <i>A. matricariae</i> wirkt nicht über 28 °C und <i>A. colemani</i> und <i>A. ervi</i> über 30 °C.
	<i>Anagrus vladimiri</i>		Schildläuse	Mumien gleichmäßig um die infizierten Pflanzen verteilen. Sie sind am aktivsten um 25 °C und die Aktivitätszone ist von 13 bis 38 °C
	<i>Encarsia formosa</i>		<i>Trialeurodes vaporariorum</i> , <i>Bemisia tabaci</i>	Aufhängen von Karten mit Mumien an Pflanzen. Temperaturen über 17 °C sind erforderlich, um Effizienz zu erreichen.
	<i>Eretmocerus eremicus</i>		<i>Trialeurodes vaporariorum</i> , <i>Bemisia tabaci</i>	Auch für den Einsatz in höheren Temperaturbereichen geeignet.

	<i>Dacnusa sibirica</i>	adulte Wespen	Larven von Blattminierenden Fliegen	Die Wespe legt ein Ei in die Larve des Minierers, die Wespenlarve entwickelt sich in der Miniererlarve.
	<i>Diglyphus isaea</i>			Die Wespe paralyisiert die Miniererlarve und legt Eier an diese. Die Wespenlarve entwickelt sich in der Mine und ernährt sich von der Miniererlarve.
Entomopathogene Nematoden	<i>Steinernema feltiae</i> , <i>S. carpocapsae</i> , <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> , ...	Nematoden (Larven) gemischt mit inertem Trägermaterial	Falter <i>Tuta absoluta</i> , Eulenfalter- Larven, <i>Spodoptera</i> spp., Baumwoll-Kapselule (<i>Helicoverpa</i> sp.), <i>Chrysodeixis chalcites</i> , <i>Agrotis</i> sp., <i>Autographa gamma</i> , <i>Duponchelia fovealis</i> , <i>Cydalima perspectalis</i> , <i>Crambus hortuellus</i> , <i>Chrysoteuchia topiaria</i> , <i>Cydia pomonella</i> , <i>Cydia molesta</i> , <i>Cydia funebrana</i> , <i>Adoxophyes orana</i> , and <i>Synanthedon myopaeformis</i> . Käfer: <i>Leptinotarsa decemlineata</i> , <i>Capnodis tenebrionis</i> , <i>Crioceris asparagi</i> . Fliegen: <i>Scatella</i> sp., <i>Tipula</i> sp. Weitere Ordnungen: <i>Nesidiocoris tenuis</i> , <i>Corythucha ciliata</i> ,	Je nach Zielschädling werden sie auf den Boden gegossen oder durch Besprühen des Stammes und des Bodens um den Stamm herum ausgebracht. Nematoden sind empfindlich gegenüber ultraviolettem Licht (UV): Sie dürfen nicht in direktem Sonnenlicht angewendet werden; der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens muss nach der Anwendung mehrere Tage lang hoch gehalten werden. Wenn möglich, bewässern Sie die Pflanzen vor und unmittelbar nach der Anwendung. Bei der Blattanwendung sollten Sie sprühen, wenn die relative Luftfeuchtigkeit mehrere Stunden nach der Behandlung 75 % übersteigt; ein Hilfsmittel und/oder ein Zusatz gegen Austrocknung/Feuchtigkeit können von Vorteil sein.

			<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i> , <i>Neoscapteriscus</i> sp.	
--	--	--	--	--

3.4.4 Im ökologischen Landbau zugelassene Produkte zur direkten Schädlingsbekämpfung

Für die direkte Schädlingsbekämpfung im ökologischen Landbau können zwei Arten von Produkten verwendet werden. Es handelt sich um selbst hergestellte Produkte und um fertig formulierte Produkte, die auf dem Markt erhältlich sind.

Hausgemachte Produkte

Hausgemachte Produkte sind in der Regel die Zubereitung verschiedener Produkte auf pflanzlicher Basis. Sie werden als botanische bzw. pflanzliche Produkte bezeichnet und zur direkten Schädlingsbekämpfung (in diesem Fall handelt es sich um botanische Insektizide) oder zur Stärkung der Pflanzenresistenz eingesetzt. Botanische Insektizide werden aus Extrakten von giftigen und ungiftigen Pflanzen hergestellt. Die Extraktion von ungiftigen, meist medizinischen und aromatischen Kräutern wie Brennnessel, Zwiebel, Kamille, Wermut, Rosmarin usw. ergibt Extrakte, die ungiftig sind und in jedem Stadium der Pflanzenentwicklung gespritzt werden können. Viele dieser Extrakte sind noch nicht ausreichend untersucht worden, sodass ihr Wirkmechanismus unbekannt ist. Es handelt sich hauptsächlich um Extrakte, die keine direkte insektizide Wirkung auf Schädlinge haben, sondern sich nur durch eine indirekte Wirkung auszeichnen, wie z. B. die Fähigkeit, Schadinsekten abzustößen oder die Widerstandskraft der Pflanze zu stärken. Einige der wichtigsten Präparate, die aus ungiftigen Kräutern gewonnen werden, sind Schachtelhalmtee, Wermut, Holunder und Brennnessel. Neben den Extrakten aus ungiftigen Pflanzen können auch Extrakte aus giftigen Pflanzen auf dem Bauernhof hergestellt werden, aber wegen der potenziellen Gefahr bei ihrer Herstellung werden sie häufiger in Fabriken zubereitet. Die Zubereitung von pflanzlichen Insektiziden zu Hause ist sinnvoll, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- An der Herstellung beteiligte Personen dürfen nicht der Gefahr einer Vergiftung ausgesetzt werden.
- Die Produktion darf keine Gefahr für die Umwelt darstellen;
- Untersuchungen haben ergeben, dass die gewonnenen Produkte für den Verbraucher sicher sind;
- das Rohmaterial für die Herstellung der Extrakte ist leicht verfügbar;
- die Zubereitung ist nicht teuer;
- es gibt keine ebenso akzeptablen und wirksamen Präparate auf dem Markt
- die Wirksamkeit wurde durch Forschung nachgewiesen.

Die zur Herstellung von pflanzlichen Insektiziden verwendeten Pflanzen können frisch oder getrocknet verwendet werden. Die beste Zeit zum Pflücken ist kurz vor der Blüte und während einer sonnigen Periode. Anschließend müssen sie an einem sauberen, gut belüfteten und schattigen Ort getrocknet werden. Das Verfahren zur Herstellung von Insektiziden aus Pflanzen kann variieren. Viele Autoren erläutern die verschiedenen Anleitungen, und im Allgemeinen lassen sich alle Methoden in Kalt- und Warmwasserextraktionsverfahren oder Alkoholextraktion unterteilen. Die Extraktion ist eine Methode, um die wesentlichen von den weniger wichtigen Bestandteilen einer Heilpflanze zu trennen. Kräuter werden am häufigsten als Zubereitungen in Form von Kräutertee, Kräuterbrühe und Kräuterextrakten verwendet.

Kräutertee wird hergestellt, indem man frische oder getrocknete Kräuter mit kochendem Wasser übergießt und diese Mischung zugedeckt 10 bis 15 Minuten ziehen lässt. Anschließend wird der Tee abgeseiht.

Für die Kräuterbrühen wird die vorgeschriebene Menge an Kräutern 24 Stunden lang in Wasser eingeweicht, vorzugsweise in Regenwasser. Dann wird die Brühe zum Kochen gebracht und etwa eine halbe Stunde lang auf kleiner Flamme geköchelt. Die Brühe sollte abgekühlt und nach dem Abkühlen abgeseiht werden.

Kräuterextrakte werden aus frischen oder getrockneten Kräutern oder Pflanzenteilen hergestellt. Bei der Extraktion wird ein Lösungsmittel über trockene oder frische Pflanzenteile gegossen. Obwohl Wasser nicht das beste Lösungsmittel ist, um alle Verbindungen aus Pflanzenteilen zu extrahieren, ist es am besten geeignet, wenn das Verfahren zu Hause durchgeführt wird. Neben Wasser kann auch Alkohol (Ethanol) als Lösungsmittel für die Zubereitung zu Hause verwendet werden, während von der Verwendung von Methanol, Chloroform, Aceton usw. abzuraten ist, da es sich dabei um Verbindungen handelt, die als Gefahrstoffe gelten.

Industrielle Produkte

Industrielle Produkte, die zur Schädlingsbekämpfung im ökologischen Landbau eingesetzt werden, können auf unterschiedlichen Wirkstoffen basieren. Die Verwendung von industriellen Pflanzenschutzmitteln im ökologischen Landbau wird durch die Verordnung 2018/848 des Europäischen Parlaments und des Rates. Gemäß der Verordnung ist die Verwendung bestimmter Pflanzenschutzmittel erlaubt, wenn die Anwendung aller oben beschriebenen Methoden keinen ausreichenden Schutz bietet. Es dürfen nur Pflanzenschutzmittel verwendet werden, die gemäß der Verordnung (EC) Nr. 2021/1165 zugelassen sind, nachdem sie bewertet wurden und festgestellt wurde, dass sie mit den Zielen und Grundsätzen des ökologischen Landbaus in Einklang stehen. Nur die in Annex I 2021/1165 aufgeführten Wirkstoffe dürfen in Pflanzenschutzmitteln für den ökologischen Landbau enthalten sein. Einige der zugelassenen Mittel gehören zu den sogenannten Grundstoffen, andere sind als Mittel mit besonderer Wirkung zugelassen. Bei den Grundstoffen handelt es sich um Wirkstoffe, die nicht überwiegend als Pflanzenschutzmittel verwendet werden, die aber für den Pflanzenschutz wertvoll sein können und bei denen das wirtschaftliche Interesse an der Beantragung einer Zulassung begrenzt sein kann. Bei den Insektiziden handelt es sich meist um Produkte auf pflanzlicher Basis (pflanzliche Insektizide), lebende Mikroorganismen (Bakterien, Viren oder Pilze) und deren Nebenprodukte sowie um Stoffe oder Verbindungen organischen oder anorganischen Ursprungs. Einen Überblick über die wichtigsten Wirkstoffe zum Schutz vor Schadinsekten, Milben und Schnecken, die im ökologischen Landbau zugelassen sind (EU-Pestiziddatenbank), gibt Tabelle 3.6.

Tabelle 3.6 Zugelassene Wirkstoffe zur Bekämpfung von Schadinsekten, Milben und Schnecken im ökologischen Landbau

Kategorie	Wirkstoff	Wirkungsweise	Anwendbarkeit	Wichtige Hinweise
Grundstoffe	Bier	Futtermittel-Lockstoff	Schnecken und Nacktschnecken	Nur als Köder für Schnecken und Nacktschnecken verwenden.

Fruktose	Stimuliert die Abwehrmechanismen der Pflanzen	Lepidopteren-Larven in Obstanlagen, Amerikanische Rebzikade (<i>Scaphoideus titanus</i>)	Unmittelbar vor der Anwendung sollte eine Lösung mit kaltem Wasser hergestellt werden.
L-Cystein	Vorbeugend	Ameisen der Gattung <i>Atta</i> und <i>Acromyrmex</i>	L-Cystein sollte in einer Mischung mit Weizenmehl oder ähnlichem, Lebensmittel in einer Konzentration von nicht mehr als 8 % verwendet werden.
Sucrose	Es stimuliert die Abwehrmechanismen der Pflanzen	Lepidopteren-Larven in Obstplantagen, Amerikanische Rebzikade (<i>Scaphoideus titanus</i>), Maiszünsler (<i>Ostrinia nubilalis</i>)	Unmittelbar vor der Anwendung sollte eine Lösung mit kaltem Wasser hergestellt werden.
Talkum (E553B)	Schafft eine Barriere gegen Schädlingsfraß	<i>Cacopsylla pyri</i> , <i>Cacopsylla fulguralis</i> , <i>Drosophila suzukii</i> , <i>Panonychus ulmi</i> , <i>Bactrocera oleae</i>	Die wässrige Lösung ist unmittelbar vor der Anwendung herzustellen und muss ständig gerührt werden.
Brennnessel-Extrakt	Industrielle Produkte, die durch verschiedene Extraktionsverfahren gewonnen werden (je nach Hersteller)	Zahlreiche Schädlingsarten wie: Blattläuse (<i>Myzus persicae</i> , <i>Macrosiphum rosae</i> , <i>Cryptomyzus ribis</i> , <i>Callaphis juglandis</i> , <i>Myzus cerasi</i> , <i>Aphis fabae</i> , <i>Eriosoma lanigerum</i> etc.), Kohlerdfloh (<i>Phyllotreta nemorum</i>),	Anwendung durch Sprühen oder als Mulch auf dem Boden.

			Kohlmotte (<i>Plutella xylostella</i>)	
Wirkstoffe organischen Ursprungs	Paraffinöl	Aufgrund seiner Viskosität bildet es einen Belag auf dem Körper von Schadinsekten und verschließt die Atemlöcher (Stigmen) von Schadinsekten und Milben.	Insektizid, Akarizid	Sie werden für die Winterbehandlung oder für Behandlungen der Kulturpflanze verwendet.
	Pflanzenöle	Sie haben toxische und/oder abstoßende Wirkungen. Aufgrund ihrer Viskosität können einige ähnlich wie Paraffin und Mineralöle wirken.	Insektizid, Akarizid	Sie können essenziell sein, in diesem Fall sind sie eine Mischung aus flüchtigen und lipophilen Verbindungen.
	Hydrolysierte Proteine	Lockstoffe, nur in zugelassenen Anwendungen in Kombination mit anderen geeigneten Produkten.	Unterschiedliche Produkte für unterschiedliche Schädlingsarten	Wird für den Massenfang verwendet.
	Mineralöl	Aufgrund seiner Viskosität bildet es einen Belag auf dem Körper von Schadinsekten und verschließt die Atemöffnungen (Stigmen) von Schadinsekten und Milben.	Insektizid, Akarizid	Sie werden für die Winterbehandlung oder für Behandlungen der Kulturpflanze verwendet.
	Pelargonsäure und andere Säuren von C7 bis C20	Es wirkt auf alle Gruppen von Schadorganismen	Weichhäutige Insekten (Blattläuse, Weiße Fliegen, Milben)	Anwendung durch Sprühen

Wirkstoffe anorganischen Ursprungs	Diamoniumphosphat	Er wird als Köder für die Massenfangmethode in Obstanlagen eingesetzt.	<i>Ceratitis capitata</i> , <i>Rhagoletis cerasi</i> , <i>Bactrocera oleae</i>	In Ködern verdünnt angewendet
	Schwefel	Obwohl er ursprünglich ein Fungizid war, ist bekannt, dass er eine akarizide Wirkung hat.	Milben auf verschiedenen Pflanzenarten: Obst, Wein usw.	Schwefel wirkt sich negativ auf nützliche Raubmilben aus, was bei der Entscheidung über einen Bekämpfungseinsatz berücksichtigt werden sollte.
	Diatomeenerde, Kieselgur	Es wirkt mechanisch, weil grobe Partikel die Kutikula der Insekten beschädigen, die dadurch austrocknen.	Der häufigste Einsatz gegen Schädlinge in Lagern	Es wird durch Sprühen, seltener als Pulver aufgetragen.
	Eisenphosphat (Eisen(III)-orthophosphat)	Es hat eine abrasive Wirkung auf die Schleimhäute von Schnecken.	Limacid	Es wird gegen schädliche Schnecken in Form von Ködern eingesetzt
Mikroorganismen-Viren	<i>Adoxophyes orana</i> Granulosevirus	Tödliche Wirkung auf Raupen nach oraler Aufnahme	<i>Adoxophyes orana</i>	Abends sprühen, die Dosis an die Höhe der Baumkronen anpassen.
	<i>Cydia pomonella</i> Granulosevirus		<i>Cydia pomonella</i>	Anwendung in Obstanlagen
	<i>Helicoverpa armigera</i> Nucleopolyedrovirus		<i>Helicoverpa armigera</i>	Es wird in Gemüse eingesetzt.
Mikroorganismen - Pilze	<i>Isaria fumosorosea</i> Stamm Apopka 97	Ein Pilz, der in Böden auf der ganzen Welt vorkommt	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Der Schädling ist in den Nymphenstadien N1 und N4 am anfälligsten für eine Infektion. Der Infektionszyklus verläuft schnell, und die Symptome der Infektion sind innerhalb von 24 bis 48 Stunden nach dem

				Kontakt der Konidien mit dem Insekt sichtbar.
<i>Akanthomyces muscarius</i> Stamm Ve6, vorher <i>Lecanicillium muscarium</i>	Ein Pilz, der überall auf der Welt in der Natur, in Böden und in anderen Organismen vorkommt	<i>Trialeurodes vaporariorum</i> , <i>Thrips</i> sp.		Bei direktem Kontakt und unter den richtigen Umweltbedingungen tötet es die Larven nach 7 bis 10 Tagen. Nach dem Besprühen keimen und wachsen die Sporen und bilden Hyphen, die in die Körperhöhle eindringen, wo sie sich vermehren und das Gewebe zerstören. Der Pilz wächst dann durch die Kutikula des Insekts nach außen und bildet Sporen auf dem Kadaver, die die Infektion auf andere Wirte übertragen können.
<i>Beauveria bassiana</i>	Sporenpilze, die als Pulver (für die Lagerung) oder als wasserlösliches Granulat zur Ausbringung durch Besprühen formuliert sind.	Lagerschädlinge: (<i>Oryzaephilus surinamensis</i> , <i>Sitophilus granarius</i> , <i>Cryptolestes ferrugineus</i>) und Schädlinge in Glashäusern (<i>Frankliniella occidentalis</i> , <i>Thrips tabaci</i> , <i>Trialeurodes vaporariorum</i> , <i>Bemisia tabaci</i> , <i>Bemisia argentifolii</i>)		Beim Sprühen sollte die Wassermenge an das Entwicklungsstadium der Pflanze angepasst werden.
<i>Metarhizium anisopliae</i> var. <i>anisopliae</i>	Als Granulat formulierte Sporenpilze zur Ausbringung im Boden.	<i>Phyllopertha horticola</i> , <i>Otiorhynchus sulcatus</i> , <i>Daktulosphaira</i>		Das Granulat muss mechanisch in den Boden eingearbeitet werden.

			<i>vitifoliae</i> , <i>Amphimallon solstitialis</i>	
Mikroorganismen - Bakterien	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>aizawai</i>	Bakterielle Sporen und Kristalle, formuliert in einem Sprühpräparat.	Entlaubende Raupen in Paprika	Es handelt sich um ein Magengift, das erst dann wirkt, wenn die Raupen (oder Kartoffelkäferlarven) es zusammen mit ihrer Nahrung in ihr Verdauungssystem aufnehmen.
	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i>		Breitere Anwendung bei anderen Kulturen, aber immer zur Bekämpfung von Schmetterlingsraupen.	
	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>tenebrionis</i>	Kartoffelkäferlarven		
Derivate von Mikroorganismen	Spinosad	Spinosyne sind biologisch aktive Substanzen, die durch Fermentation aus dem Bakterium <i>Saccharopolyspora spinosa</i> gewonnen werden. Spinosad ist eine Mischung aus Spinosyn A und Spinosyn D	Sehr breites Wirkungsspektrum - wird zur Bekämpfung von Kartoffelkäfern, schädlichen Raupen, Thripsen und Motten in Gemüsekulturen und Obstanlagen eingesetzt.	Im ökologischen Landbau zulässig, doch muss die Anwendung durch Daten über die Intensität des Schädlingsbefalls belegt werden.
Pflanzliche Insektizide - Botanicals	Azadirachtin	Aus dem indischen Neembaum gewonnener Extrakt (<i>Azadirachta indica</i>)	Kartoffelkäfer und viele andere Schädlinge	Wirkt als Wachstumsregulator und hat auch eine abstoßende Wirkung.
	Pyrethrin	Pyrethrin ist der gemeinsame Name für sechs Wirkstoffe: Pyrethrin I, Pyrethrin II, Cinerin I, Cinerin II, Cinerin III, Jasmolin I und Jasmolin II, isoliert aus der Pflanze	Breites Wirkungsspektrum; Bekämpft viele Schädlinge	Pyrethrin wirkt praktisch sofort nach Kontakt. Es wirkt in kleineren Dosen. Obwohl es sich um ein biologisches Mittel handelt, sollte es sparsam verwendet werden, und es sollte darauf geachtet

		<i>Chrysanthemum cinerariifolium</i>		werden, dass es nicht mit Nutzinsekten wie Marienkäfern und Honigbienen in Berührung kommt. Pyrethrin wird schnell abgebaut und bleibt nicht in der Umwelt zurück. Vorsicht, es zersetzt sich nur schlecht in Wasser und bindet sich sehr fest an Boden und organische Stoffe.
Sexual-Pheromone	Lavandulyl Senecioate	Natürlich vorkommendes Arthropoden-Pheromon mit nicht-toxischer Wirkungsweise. Es wird von einer sehr gezielten Wirkung auf eine Art ausgegangen.	Spezifische Wirkung auf die Schädlingsart <i>Planococcus ficus</i> .	Aufhängen von Dispensern zur Unterbrechung der Paarung
	Weitere Sexual-Pheromone	Es gibt eine große Zahl registrierter Pheromone, die Männchen bestimmter Arten anlocken sollen.	<i>Cydia pomonella</i> , <i>Adoxophyes orana</i> , <i>Pandemis heparana</i> , <i>Agrotis spp.</i> <i>Polychrosis botrana</i> und andere	Werden zur Verwirrung von männlichen Schädlingen verwendet (siehe 3.4.1)
Aggregations - Pheromone		Sie ziehen beide Geschlechter von Insekten an und eignen sich für den Massenfang	<i>Bothynoderes punctiventris etc.</i>	Sie eignen sich für den Massenfang (siehe 3.4.1) und in einigen Fällen für flächendeckende Managementprogramme.

Überprüfungsfragen

1. Ordnen Sie die aufgeführten mechanischen und physikalischen Bekämpfungsmethoden den Schädlingsarten zu, die sie kontrollieren können.

- | | |
|--|----------------------|
| 1. Mechanische Barrieren | a) Vorratsschädlinge |
| 2. Solarisation | b) Maiszünsler |
| 3. Ozon | c) Nematoden |
| 4. Vernichtung von
Ernterückständen | d) Schnecken |

2. Wählen Sie die Aussage/n, die auf die Verwirrung durch Sexualpheromone zutrifft.

- a) Eine große Anzahl von Fallen mit Pheromonen wird auf dem Feld aufgestellt.
- b) Es werden Pheromonkapseln (ohne Fallen) verwendet.
- c) Die Pheromone locken die Weibchen in die Fallen.
- d) Die Pheromonkapseln setzen eine hohe Konzentration von Pheromonen frei, die die Männchen verwirren.
- e) Die Männchen können die Weibchen finden und sich erfolgreich paaren.

3. Wählen Sie die Aussage/n aus, die auf die Technik der sterilen Insekten durch Gammastrahlen zutrifft.

- a) Im Labor aufgezogene Schädlingskolonien werden mit Gammastrahlen bestrahlt.
- b) Sterilisierte Weibchen werden in Obstanlagen ausgesetzt.
- c) Sterilisierte Männchen paaren sich mit Weibchen (natürliche Population).
- d) Die Weibchen legen keine Eier.
- e) SIT wird normalerweise für flächendeckende Programme eingesetzt.

4. Wählen Sie die Aussage/n, die zu den auf biotechnischen Methoden basierenden Strategien passt/passen.

- a) Biotechnische Insektizide haben in erster Linie eine schädigende Wirkung auf Schädlinge.
- b) Biotechnische Insektizide stören die Prozesse im Stoffwechsel der Schädlinge, was zum Tod der Insekten führt.
- c) Es gibt drei Möglichkeiten des Einsatzes von Pheromonen zur Schädlingsbekämpfung (flächendeckend, Massenfang, Verwirrung)

5. Wählen Sie die richtige Aussage:

- a) Der Einsatz von natürlichen Gegenspielern (Räubern und Parasitoiden) zur Schädlingsbekämpfung ist die einzige Möglichkeit der biologischen Schädlingsbekämpfung.
- b) Die Vermehrungsmethode (Augmentativer Einsatz) zielt darauf ab, die Population der natürlichen Gegenspieler auf einem bestimmten Feld zu erhöhen oder Arten einzuführen, die in einem bestimmten Gebiet weit verbreitet sind.

c) Nur wenige Arten von natürlichen Gegenspielern können für die biologische Bekämpfung eingesetzt werden.

6. Bitte nennen Sie die drei Gruppen natürlicher Gegenspieler.

- a) _____
- b) _____
- c) _____

7. Entomopathogene Nematoden können zur Bekämpfung der folgenden Schädlinge eingesetzt werden (bitte die richtige/n Antwort/en ankreuzen).

- a) Blattläuse
- b) Apfelwickler
- c) Thrips
- d) Kartoffelkäfer

8. Wählen Sie die Aussage/n aus, die erklären, wann die Zubereitung von pflanzlichen Insektiziden zu Hause sinnvoll ist:

- a) Das Risiko einer Vergiftung bei der Herstellung (für Mensch und Umwelt) muss minimiert werden.
- b) Auf dem Markt gibt es ebenso akzeptable und wirksame Präparate.
- c) Die Herstellung ist nicht teuer.
- d) Die Wirksamkeit wurde durch Forschung nachgewiesen.

9. Gruppieren Sie die aufgelisteten Wirkstoffe in die entsprechende Kategorie.

Wirkstoffe:

- | | | | |
|----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|--|
| a) Eisenphosphat | e) Azadirachtin | i) L-Cystein | m) Sucrose |
| b) Pflanzenöle | f) <i>Beauveria bassiana</i> | j) Pyrethrin | n) Diatomeenerde |
| c) Brennnessel-Extrakt | g) Schwefel | k) <i>Bacillus thuringiensis</i> | o) <i>Cydia pomonella</i> Granulovirus |
| d) <i>Akanthomyces muscarius</i> | h) Paraffinöl | l) Bier | p) Talkum (E553B) |

Kategorie	Wirkstoff/e
Grundstoffe	
Pflanzliche Insektizide	
Mikroorganismen - Bakterien, Viren, Pilze	
Wirkstoffe organischen Ursprungs	

Wirkstoffe anorganischen Ursprungs	
--	--

4 METHODEN UND WERKZEUGE ZUR KRANKHEITSKONTROLLE

Pflanzenkrankheiten können entweder abiotische oder biotische Ursachen haben. Während abiotische Krankheiten durch Umwelteinflüsse wie Temperaturextreme, zu viel oder zu wenig Wasser oder zu wenig oder zu viele Nährstoffe verursacht werden, liegt die Ursache für biotische Krankheiten, die in diesem Modul behandelt werden, in Krankheitserregern (griechisch pathos = Leiden, Krankheit). Diese Krankheitserreger werden in die Gruppen der Pseudopilze und Pilze, der Bakterien einschließlich der Phytoplasmen (zellwandlose Bakterien) und der Viren unterteilt.

Krankheiten, die durch **Pilze** (griech. myces = Pilz) und **Pseudopilze** verursacht werden, nennt man **Mykosen** und **Pseudomykosen**. Sie werden mit **Fungiziden** (lat. fungus = Pilz) bekämpft. Durch **Bakterien** oder Phytoplasmen verursachte Krankheiten nennt man **Bakteriosen** oder Phytoplasmosen. Sie werden mit **Bakteriziden** bekämpft. Durch **Viren** verursachte Krankheiten nennt man **Virosen**. Sie werden mit **Viriziden** bekämpft oder ihre Vektoren (Insekten, Milben, Nematoden, Pilze) werden mit geeigneten Produkten bekämpft.

Grundsätzlich stehen vorbeugende Maßnahmen zur Krankheitsvermeidung, wie die richtige Standort- und Sortenwahl und Fruchtfolge, an erster Stelle. Dadurch kann der Befall mit Krankheitserregern verzögert oder reduziert und im Idealfall verhindert werden. Darüber hinaus kann die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen mit Pflanzenstärkungsmitteln unterstützt werden, indem ihre Abwehrkräfte gestärkt werden.

Bei Krankheitsverdacht, zum Beispiel in Befallsgebieten oder bei krankheitsfördernden Witterungsbedingungen, sind Früherkennung, Überwachung und Identifizierung des Erregers Voraussetzung für eine gezielte Bekämpfung.

Um den Bekämpfungserfolg zu gewährleisten, muss das richtige Produkt oder die richtige Produktmischung zum richtigen Zeitpunkt eingesetzt werden.

Darüber hinaus sind in der Landwirtschaft Hygienemaßnahmen und ein vorausschauendes Gesundheitsmanagement für die Folgejahre oder die nächste Ernte unerlässlich.

Lebensweise von phytopathogenen Pilzen, Bakterien und Viren

Bei Pilzen können keimende Sporen und Myzelien (Pilzgeflechte) sowohl lebende als auch tote Wirtszellen besiedeln und sich von ihnen ernähren. Dabei dringt der Pilz entweder direkt in Epidermiszellen ein oder nutzt den Infektionsweg über natürliche Pflanzenöffnungen wie Spaltöffnungen (Atmungslöcher), Lentizellen (Korkwarzen), Hydratoden (wasserspeichernde Drüsen) und Wunden. Fruchtkörper mit Sporen, die sich auf der Pflanzenoberfläche bilden, werden in der Regel durch Wind oder Regen verbreitet.

Die Bakterien gelangen durch Verletzungen und Wunden in die Pflanzen. Dazu gehören auch Bisse oder Stiche von Vektoren. Bakterien vermehren sich und verbreiten sich passiv in der Pflanze im Wirtsgewebe oder mit dem Saftstrom.

Viren werden mechanisch durch Pflöpfen, Verletzungen und Vektoren (Insekten, Milben, Nematoden, Pilze) übertragen. Sie dringen bei Kontakt mit der Zellwand in die Zelle ein und vermehren sich dort. Die

Ausbreitung innerhalb der Pflanze erfolgt mit dem Saftstrom in Richtung der Wachstumszonen (Triebspitze, Wurzel), wo die Aufnahme durch Vektoren erfolgt.

4.1 Vorbeugende Methoden für den Pflanzenschutz gegen Krankheiten im ökologischen Landbau

Lernziele

- Beschreiben von kulturtechnischen Maßnahmen zur Verhinderung des Ausbruchs von Krankheiten.
- Anwenden geeigneter agrartechnischer Verfahren, die dazu beitragen, den Ausbruch von Krankheiten zu verhindern.
- Vorhersagen der Auswirkungen der Anwendung verschiedener agrartechnischer Methoden auf den Krankheitsverlauf unter bestimmten agroklimatischen Bedingungen.

4.1.1 Standortwahl

Um die Eindämmung von Pilzkrankheiten zu gewährleisten, ist die Wahl des Mikroklimas, des Standortes und des Bodens entscheidend. Eine schnelle Trocknung sorgt dafür, dass der Infektionsdruck durch Pilzkrankheiten auf ein Minimum reduziert wird. Windoffene Standorte sind daher eine Voraussetzung für eine gute Luftzirkulation. Unterstützt wird dies durch eine Ausrichtung der Hanglagen (Weinberge) nach Osten und eine Optimierung der Bepflanzung und der Belaubungsdichte der Kulturen.

Die Entstehung von Eintrittspforten für Pilzkrankheiten (Weinbau: *Oidium (Erysiphe necator)*, *Peronospora (Plasmopara viticola)*) durch Frostrisse ist ein besonderes Thema. Vor allem durch den Klimawandel der letzten Jahre werden Froststandorte zum Hauptproblem im Obst- und Weinbau. Flache Lagen und Senken sollten wegen der Bildung von Kälteseen vermieden werden. Hanglagen sind weniger frostempfindlich, da die Kälte abfließen kann. Aber auch schattige Lagen und nach Norden ausgerichtete Hänge gewinnen an Bedeutung. Sie haben bei Spätfrösten einen Vorteil durch einen späteren Austrieb. Frostschäden können zudem durch den Einsatz von Ölprodukten für einen verzögerten Austrieb minimiert werden.

Eine große Zahl von Krankheitserregern im Boden bleibt in Form von Dauersporen oder ähnlichen Gebilden wie Sklerotien und Mikrosklerotien viele Jahre lang erhalten (oft wesentlich länger, als Rückstände von Pflanzengewebe im Boden vorhanden sind). Dennoch ist ein strenges Einhalten der **Fruchtfolge** Voraussetzung für die Krankheitsvorbeugung. Bei der Kultur von vorwiegend nicht anfälligen Arten oder Sorten, können Krankheiten mit einem eingeschränkten Wirtsspektrum „ausgehungert“ werden. Manche Arten können nur so lange überleben, solange zumindest Teile ihrer Wirtspflanze in der Kultur vorhanden sind. Dies sind in der Regel 1 bis 2 Jahre.

Spezielles Augenmerk liegt jedoch auf nicht wirtsspezifische Krankheitserreger und auf Krankheitsarten, die lange Zeit im Boden verbleiben. Bei hartnäckigen Krankheiten, wie *Phytophthora cactorum* bei Himbeeren und Brombeeren, sind Anbaupausen von bis zu 20 Jahren erforderlich. In diesem Extremfall empfiehlt es sich, von der Boden- auf die Substratkultur umzusteigen, wo infizierte Pflanzen leicht aus der

Kultur entfernt werden können. Bei Befall mit besonders ansteckenden Krankheiten, z. B. im Beerenobst (*Phytophthora*) und im Getreide (Weizensteinbrand, *Tilletia caries*), sind lange Anbaupausen von 10 Jahren die Regel. Im Ackerbau müssen insbesondere bei Kartoffeln und Leguminosen wegen bodenbürtiger Krankheiten ausreichende Anbauintervalle eingehalten werden (4 bis 5 Jahre bei Kartoffeln, 5 Jahre bei Erbsen und Linsen; 3 Jahre bei Ackerbohnen). Beim Leguminosenanbau sind außerdem ausreichende Abstände zu Futterleguminosen oder Begrünungen (Luzerne, Rotklee, Esparsette) zu beachten. Im Obstbau kommt es heutzutage zu extremen Nachsaaten aufgrund von Wachstumsdepressionen infolge von Bodenmüdigkeit. Die Ursache dafür ist nicht ausreichend geklärt. Wahrscheinlich handelt es sich um eine Vielzahl von Krankheitserregern. Eine Dampfbehandlung der Anbaufläche kann hier Abhilfe schaffen!

Auch die Bodenstruktur und die Bodenart haben einen direkten Einfluss auf den Befall mit Pilzkrankheiten. Das Risiko von Pilzkrankheiten ist auf feuchten, schweren Böden besonders hoch. Anbautechniken wie das Anlegen von Dämmen oder Beeten können helfen, indem sie den Abstand zwischen den Pflanzen und dem Boden vergrößern und so die Erwärmung und Trocknung fördern. Wurzelkrankheiten wie *Verticillium*, *Rhizoctonia* und *Fusarium* treten häufiger in verdichteten Böden auf. Lockere Böden sind daher im Gartenbau und Ackerbau besonders wichtig. Dies kann vor allem durch Gründüngung erreicht werden. Eine aktive Auflockerung wird mit tiefwurzelnden Arten (Klee, Luzerne, Gelbsenf, Phazelia) erreicht. Im Wein- und Obstbau ist eine mehrjährige Begrünung vor dem Anbau sinnvoll. Es ist zu beachten, dass Luzerne im Obstbau wegen der Krankheitsübertragung von *Verticillium* und *Phytophthora* vermieden werden sollte.

Nicht alle Krankheiten haben die gleichen Wachstumsanforderungen. Bei Acker- und Gemüsekulturen wirkt sich Trockenheit gut auf den Pilzbefall aus, aber eine schlechte Wasserverfügbarkeit wirkt sich bei bakteriellen Krankheiten negativ auf die Kultur aus. Der Verlust von Turgor kann dazu führen, dass geschädigte Pflanzen schneller welken. Vermeiden Sie Zwischenwirte in unmittelbarer Nähe der Kultur! Waldränder und Windschutzhecken stellen ein höheres Infektionsrisiko für Krankheitserreger ohne Wirtsspezifität dar. Bei wirtsspezifischen Erregern kann der Zwischenwirt gezielt gemieden werden, z. B.: Wacholder für den Europäischen Birnengitterrost.

4.1.2 Sortenwahl

Grundsätzlich ist die Wahl der Sorte immer von den Sortenanforderungen abhängig. Äußerst wichtig im Hinblick auf die Krankheitsresistenz einer Sorte ist die Widerstandsfähigkeit einer Pflanze gegenüber biotischen und abiotischen Faktoren (z. B.: verminderter Stress durch Trockenheit, Frost, Hitze und UV-Strahlung), um die Anfälligkeit gegenüber Krankheitserregern möglichst gering zu halten. Von allen kultivierten Arten gibt es mehr oder weniger krankheitsresistente Sorten. Im ökologischen Landbau werden weniger krankheitsanfällige, traditionelle (möglichst einheimische) Sorten bevorzugt. In manchen Fällen sind jedoch Geschmack und Ertrag der Sorte wichtiger als vorhandene Resistenzen. Ein gewisses Maß an Ertragseinbußen, u. a. durch Krankheiten, wird in Kauf genommen.

Die Robustheit der Pflanze definiert sich - neben der Widerstandsfähigkeit gegenüber abiotischen Faktoren - durch ihre Fähigkeit, Krankheiten abzuwehren. Dabei spielen die Dicke der Epidermis und die darüber liegende Wachsschicht (Cuticula) sowie verfestigende Einlagerungen (Kieselsäure) in den Zellwänden eine entscheidende Rolle. Dickhäutige Sorten sind gegenüber dünnhäutigen im Vorteil.

Während die Resistenz gegen den Echten Mehltau für alle Kulturen, insbesondere im ökologischen Landbau, eine Priorität darstellt, wird Pilzkrankheiten wie Oidium (*Erysiphe necator*) und Peronospora

(*Plasmopara viticola*) im Weinbau zusätzliche Aufmerksamkeit gewidmet. Im ökologischen Obst- und Weinbau werden immer mehr Flächen mit neuen pilzresistenten (PIWI) Sorten bepflanzt. Im Obstbau es resistente Sorten gegen Schorf (*Venturia* sp.), *Marssonina*-Blattfleckenkrankheit, Feuerbrand (Apfel), Kräuselkrankheit (Pfirsich), Scharka-Virus (Plum-pox virus), Krebs und Lagerfäule (*Gloeosporium*) und allgemein krankheitsresistente Himbeersorten verfügbar.

Bei Ackerkulturen liegt der Schwerpunkt der Resistenzzüchtung auf Blattkrankheiten und Fusarium-Kopffäule bei Getreide, Kraut- und Knollenfäule bei Kartoffeln, Blattkrankheiten und Maisbeulenbrand (*Ustilago maydis*) bei Mais sowie *Sclerotinia*, *Phomopsis* und Grauschimmelfäule bei Sonnenblumen (*Botrytis cinerea*). Für Zuckerrüben sind *Rhizoctonia*-resistente Sorten und *Cercospora*-Blattfäule-anfällige und -tolerante Sorten verfügbar.

Im Gartenbau wurden gegen Kraut- und Knollenfäule resistente Sorten bei Tomaten und gegen Gurkenmosaik resistente Sorten bei Gurken gezüchtet.

Außerdem kann der Krankheitsdruck durch bestimmte Krankheitserreger durch Sorten mit geeigneten Pflanz- und Ernteterminen umgangen werden. So sind beispielsweise frühe Weinsorten etwas weniger anfällig für einen späten *Botrytis*-Befall. Die Wahrscheinlichkeit von Niederschlägen und die Gefahr von Schäden sind hier geringer, da die Trauben bereits im Sommer geerntet werden.

4.1.3 Unterlagenwahl (insbesondere gegen bodenbürtige Krankheitserreger)

Das Pfropfen, d. h. das Aufpfropfen eines anfälligen Edelreises der gewünschten Sorte auf eine resistente oder robuste Unterlage (z. B. Wildform), erhöht die Widerstandsfähigkeit der Sorte. Bei der Wahl der Unterlage werden Bodenart (Kalkunverträglichkeit des Pfropfreises, pH-Anforderungen), Wasserbedarf, Wuchsstärke und Stabilität berücksichtigt und der Knospenaufbruch (früh/spät) gesteuert. Vor allem im Obst- und Weinbau sind weniger wüchsige Sorten erwünscht, da sie auch bei geringerer Laubarbeit eine bessere Durchlüftung und damit eine geringere Pilzanfälligkeit aufweisen.

Im Obstbau gibt es Standardunterlagen gegen verschiedene Krankheiten:

- M9 und Genovese in Kernobst gegen Feuerbrand
- Docera 6, eine hypersensible Unterlage für Steinobst. Bei Pflaumen wird eine erhöhte Schorfresistenz durch die Kombination mit schorfresistenten Sorten erreicht.

In Obstplantagen ist außerdem eine Zwischenveredelung mit Stammformern bis 60 bis 70 cm Höhe möglich. Bei der Johannisbeere werden Hochstämme auf *Ribes aurorum* veredelt, um aufrechte, stabile Stämme zu erhalten, die eine schnellere Trocknung von Blättern und Früchten begünstigen.

Die frühere Standardunterlage St. Julian GF6 552 wird seit dem Auftreten der ESFY (European Stone Fruit Yellows) im ökologischen Landbau nicht mehr verwendet, da sie Sprossen bildet. Dies ist ein Nachteil bei der Übertragung von ESFY durch Blattsauger, die besonders an Stammtrieben saugen.

Wenn das Edelreis anfällig für bodenbürtige Krankheitserreger ist und schlecht wächst, wird die Verwendung einer unempfindlichen Unterlagensorte empfohlen (Tomate auf Kartoffelunterlage; Gurke und Melone auf Kürbisunterlage gegen *Fusarium*, *Verticillium*).

4.1.4 Kulturmaßnahmen und Bodenpflege

Pflanzen- und Reihenabstände werden je nach Kultur festgelegt und sind in der Regel auf eine Ertragsoptimierung ausgerichtet. Die mikroklimatischen Bedingungen innerhalb einer Kultur können mit Trainingssystemen wie dem Laubwandmanagement beeinflusst werden. Eine Bodenaktivierung mit Kompost oder Gründüngung wirkt sich positiv auf die Kultur aus. Die Zusatzbewässerung muss immer kulturoptimiert eingesetzt werden.

Das **Laubmanagement** in Obst- und Weingärten schafft eine lockere Pflanzenstruktur mit guter Belüftung und Belichtung. Während der Winterschnitt die Grundform der Dauerkulturen festlegt, werden im Rahmen des Sommerschnittes die Blattmasse ausgedünnt und verkümmerte Triebe entfernt. Zusammen tragen diese Maßnahmen zu einer guten Belüftung und Belichtung bei und ermöglichen ein schnelles Abtrocknen, wodurch Pilzkrankheiten auf ein Minimum reduziert werden. Grundsätzlich gilt: So viel Blattmasse wie nötig, so wenig Blattmasse wie möglich.

Außerdem kann man Krankheiten vorbeugen, indem man die Höhe des Stammes variiert: Je höher die Laubwand im Weinberg beginnt, desto geringer ist beispielsweise der Splash-Effekt, bei dem Sporen von *Peronospora* durch Regen vom Boden in die unterste Laubschicht geschleudert werden. Zusätzlich ist es wichtig, Geiztriebe am Stamm zu entfernen, um zu verhindern, dass sich *Peronospora* bis in die Laubzone der Sorte „hochhangelt“.

Bei Beerenobst sind Rutensysteme den Strauchsystemen vorzuziehen.

Die **Bodenaktivierung** kann durch Kompost, Gründüngung oder Begrünung mit stickstoffbindenden Pflanzen erfolgen. Im Allgemeinen steht die Begrünung in Wasser Konkurrenz mit den Kulturpflanzen, bietet aber gleichzeitig eine kontinuierliche Nährstoffquelle zur Optimierung des Pflanzenwachstums. Dies führt zu einer erhöhten Resistenz gegenüber pilzlichen oder bakteriellen Krankheitserregern. Eine mit Mineraldünger - insbesondere Stickstoff - überversorgte Pflanze wird sehr schnell von Pilzen (z. B. *Botrytis* sp.) befallen und geschädigt. Optimal ernährte Pflanzen hingegen können sich aktiv gegen Schädlinge wehren und so einem Befall länger widerstehen. Wassersparenden Stauden ist bei der Bepflanzung der Vorzug zu geben. Wegen der mikroklimatischen Feuchtigkeitsentwicklung und der damit verbundenen Gefahr von Pilzbefall sollte darauf geachtet werden, die Begrünung nicht zu hoch werden zu lassen. Mähen, Walzen oder Unterschneiden mit dem „Greenmanager“ sind Möglichkeiten, um die Begrünung kurz zu halten. Außerdem verhindert die Begrünung durch ihre Wirkung als Erosionsschutz die Ausbreitung von Krankheitserregern bei der Bodenerosion durch Wind. Bei Regenfällen muss die zusätzliche Bewässerung unbedingt unterbrochen werden.

4.1.5 Boden- und Blattdüngung

Die Boden- oder Blattdüngung einer Kultur dient dazu, Nährstoffmängel oder -ungleichgewichte auszugleichen. Sie kann entweder in Form von gekauften Produkten ausgebracht oder als Teil der Fruchtfolge mit einer Vorfrucht, z. B. Leguminosen (Stickstoff), im Boden angereichert werden. Übermäßige oder falsche Düngergaben können die Pflanzengesundheit schwächen. Stickstoff fördert das schnelle Wachstum. Zugleich erleichtern die weichen Zellwände der neuen Triebe das Eindringen von Krankheitserregern.

4.1.6 Pflanzenstärkung

Die Pflanzenstärkung dient der Robustheit der Pflanze und der Krankheitsvorbeugung. Sie kann das Wurzelwachstum stimulieren und die Nährstoffversorgung unterstützen, wodurch die Stressresistenz gegenüber Umweltfaktoren erhöht und ein gesundes Pflanzenwachstum gefördert wird. Der Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln ist immer präventiv. Gestärkte Pflanzen haben verstärkte Zellwände und Epidermis, die das Eindringen von Krankheitserregern verhindern oder verringern.

So erschwert beispielsweise der Schachtelhalm-Extrakt *Equisetum plus* bei regelmäßiger Anwendung Infektionen durch pilzliche Erreger wie *Oidium* durch die Einlagerung von Kieselsäure in die Zellwände.

Pflanzenstärkungsmittel können auch die **pflanzeigenen Abwehrkräfte** aktivieren und so vor einer möglichen Infektion durch mikrobielle Krankheitserreger schützen. Nach ihrer Anwendung kommt es zu einem Anstieg von Phytoalexinen (pflanzliche Abwehrstoffe) und sogenannten ROS-Abwehrproteinen (reaktive Sauerstoffspezies H_2O_2 ; Zerstörung von in die Pflanze eindringenden Krankheitserregern) in den grünen Pflanzenteilen. Sie sind für die Widerstandsfähigkeit der Pflanze gegen Krankheitsbefall verantwortlich.

Im Allgemeinen werden Pflanzen- und Nährstoffextrakte sowie Mikroorganismen für die Saatgutbehandlung zur Pflanzenstärkung eingesetzt. Algenextrakte besitzen einen hohen Anteil an Mikronährstoffen und erhöhen die Verträglichkeit von Pflanzenschutzmitteln. Extrakte aus den folgenden Algenarten werden zur Pflanzenstärkung eingesetzt:

- *Ascophyllum nodosum* (SuperFifty®, AlgoVital Plus®)
- *Laminaria* (Resistance®)

4.1.7 Förderung der natürlichen Gegenspieler und Vermeidung von Zwischenwirten

Grundsätzlich fördert die Erhöhung der Artenvielfalt im Ökosystem, beispielsweise durch Blühstreifen oder artenreiche Begrünung, die Anziehungskraft auf Nützlinge. Diese nützlichen Parasitoide oder Räuber können die Zahl der Überträger von Krankheitserregern wie Blattläusen oder Zikaden verringern und damit die Wahrscheinlichkeit der Übertragung von viralen und bakteriellen Krankheiten reduzieren. Andererseits sollte darauf geachtet werden, Zwischenwirte von Krankheitserregern zu vermeiden (z. B. Wacholder für den Europäischen Birnengitterrost, *Gymnosporangium fuscum*).

Überprüfungsfragen

1. Markieren Sie fünf Methoden der Krankheitsvorbeugung.

a) Fruchtwechsel	e) Düngung
b) Spinnmilben	f) Nährstoffmangel
c) Sorte	g) Sonnenbrand
d) Pflanzenstärkung	h) Bodenpflege

2. Wichtige Voraussetzungen für krankheitshemmende Standorte (Wählen Sie die richtige/n Option/en)

- a) Gute Luftzirkulation

- b) Flache Standorte und Senken
- c) Lockerer Boden
- d) Spätfrost
- e) Fruchtfolge

3. Resistente Obstsorten in Obstanlagen sind verfügbar gegen (Wählen Sie die richtige Option/en):

- a) Feuerbrand
- b) Kräuselkrankheit
- c) Oidium (*Erysiphe necator*)
- d) Scharka Virus
- e) Peronospora (*Plasmopara viticola*)

4. Lockere Böden können erreicht werden durch (Wählen Sie die richtige/n Option/en):

- a) Gründüngung
- b) Mehrjährige Begrünung
- c) Tiefwurzelnde Begrünung
- d) Dämpfen
- e) Verbrennen von infiziertem Pflanzenmaterial

5. Was ist der Splash-Effekt in Weinbergen? (Wählen Sie die richtige/n Option/en)

- a) Pilzsporen werden durch Regen vom Boden in die unterste Laubschicht katapultiert.
- b) Sprühtröpfchen von Fungizidanwendungen prallen vom Blatt ab.
- c) Pilzbefallene Trauben platzen bei der Ernte auf und der ausspritzende Fruchtsaft verbreitet die Sporen.

6. Optionen zur Verringerung des Splash-Effekts von Peronospora (*Plasmopara viticola*)-Infektionen in Weinbergen (Wählen Sie die richtige/n Option/en):

- a) Größere Höhe des Stammes
- b) Entfernen von Schösslingen am Stamm
- c) Entlaubung der Fruchtzone

7. Nennen Sie die Wirkungsweisen von Pflanzenstärkungsmitteln (Wählen Sie die richtige/n Option/en)

- a) Aktivierung der pflanzeigenen Abwehrkräfte
- b) Stimulierung des Wurzelwachstums
- c) Verringerung der Stressresistenz
- d) Erhöhung der Phytoalexine
- e) Kurative

8. Nennen Sie die Vorteile von schattigen Standorten und nach Norden ausgerichteten Hängen (Wählen Sie die richtige/n Option/en).

- a) Später Knospenaufbruch hat einen Vorteil bei später Ernte.
- b) Spätfrost ist vorteilhaft für die Fruchtentwicklung.
- c) Später Knospenaufbruch ist bei Spätfrösten von Vorteil.

9. Nennen Sie die Phrase/n, die zum Thema „Erziehungssysteme“ passt/passen (Wählen Sie die richtige/n Option/en).

- a) Resistente Sorte
- b) Laubmanagement
- c) Stammhöhe
- d) Veredelung
- e) Reihenabstände

10. Die Wahl der Unterlage gleicht aus (Wählen Sie die richtigen Optionen):

- a) Bodenart
- b) Wasserbedarf
- c) Krankheitsanfälligkeit
- d) Geschmacksentwicklung
- e) Knospenaufbruch
- f) Wuchsstärke und Stabilität

4.2 Monitoring und Prognosemodelle für Krankheiten

Lernziele

- Klassifizieren von Krankheiten auf der Grundlage ihrer Morphologie und ihres Schadensbildes.
- Identifizieren von Krankheiten auf der Grundlage ihrer morphologischen Merkmale und Schadenssymptome.
- Koordinieren und organisieren der Krankheitsüberwachung, identifizieren von Krankheiten und entscheiden über Maßnahmen zur Erhaltung des Ertrags und zur Vermeidung wirtschaftlicher Schäden unter bestimmten Bedingungen der landwirtschaftlichen Produktion.

4.2.1 Monitoring von Krankheiten

Unter Monitoring versteht man die Überwachung von Prozessen in landwirtschaftlichen Kulturen, um Daten und Erkenntnisse über Krankheiten zu gewinnen. Krankheiten werden visuell anhand offensichtlicher Symptome sowie anhand der Befallshäufigkeit (Prozentsatz der befallenen Pflanzen) und des Befallsgrades (Prozentsatz des befallenen Pflanzengewebes) beurteilt. Auch das Verteilungsmuster im

Feldbestand ist wichtig. Es besteht auch die Möglichkeit einer Befallserhebung zur Früherkennung von Krankheiten ohne sichtbare Symptome. Dabei werden Stichproben im Labor mithilfe von PCR-Tests auf das genetische Material des Erregers untersucht.

Die Überwachung wird persönlich durchgeführt. Dabei spielen die langjährige Erfahrung im Betrieb und der richtige Zeitpunkt der Kontrolle eine wesentliche Rolle. In krankheitsanfälligen Perioden oder bei krankheitsbegünstigender Witterung ist es sogar ratsam, die Kontrollen mehrmals täglich durchzuführen. Alternativ helfen landwirtschaftliche Berater bei der Kontrolle der Kulturen.

Darüber hinaus dokumentieren öffentliche Warndienste das erstmalige Auftreten, die Befallsintensität und die Schadensschwellen für die Hauptanbauggebiete einer Pflanzensorte in einem Land oder einer Region. Zusätzliche Informationen über das Auftreten von Krankheiten können bei den amtlichen Beratungsdiensten eingeholt werden.

Die Warndienste stützen sich auf Vorhersagemodelle. Sie sind an die jeweiligen Klimazonen angepasst und seit vielen Jahren etabliert. Ihre Werte beruhen auf dem Zusammenspiel von Wetterdaten, Wachstumsstadien, Befallsdruck in der Region oder Vorjahresbefall und Sortenanfälligkeit. Über das ganze Land verteilte Wetterstationen messen Niederschlag, Luftfeuchtigkeit, Luftdruck, Sonnenstunden und Wind. Auf Basis dieser Wetterdaten werden vom Pflanzenschutzwarndienst ständig aktualisierte und leicht verständliche Modelle für den Wein-, Obst-, Acker- und Gartenbau erstellt und in Grafiken aufbereitet.

Zum Beispiel:

Im Weinbau wird der *Peronospora*- und Oidium-Druck aus den Parametern Feuchtigkeit und Luftdruck berechnet.

Im Obstbau gibt es sehr gute Prognosemodelle für die bakterielle Krankheit Feuerbrand (*Erwinia amylovora*; Niederschlag, Blütenstadium) und die Pilzkrankheit Schorf (*Venturia inaequalis*; alle klimatischen Parameter, Vorjahresbefall, Sorte). Für viele andere Krankheiten lässt sich das Risiko gut abschätzen: Die Pilzliche Kräuselkrankheit (*Taphrina deformans*) hat ihr Keimungsfenster im Knospenstadium und muss zu diesem Zeitpunkt bekämpft werden. Bakteriosen wie *Pseudomonas* treten nach dem Frost (Mikrorisse) oder nach dem Blattfall (Wunden) auf.

Für Ackerkulturen gibt es Vorhersagemodelle, insbesondere für Getreidekrankheiten wie Rostpilze, Mehltau, Septoria und andere. Die Überwachung vor der Ernte und Frühwarnsysteme für Mykotoxine in Getreide und Mais ermöglichen die Sicherung der Erntequalität durch rechtzeitigen Fungizideinsatz. Für Mehltaukrankheiten, außer jene, die in Getreide vorkommen, gibt es gute empirische Daten über die Temperatur-Feuchtigkeits-Kombination. Für Kartoffeln können Empfehlungen für die optimale Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule (Phytophthora) berechnet werden.

Darüber hinaus wurden für bestimmte Krankheiten Computerprogramme für Landwirte entwickelt, die anhand von Wetterdaten Szenarien für die Befallsentwicklung aufzeigen. Auch kultur- und länderspezifische Fachliteratur ist verfügbar.

4.2.2 Typische Symptome, verursacht durch Bakterien, Pilze, Viren

Die Anzeichen von Krankheiten werden als Symptome bezeichnet.

Die Symptome können lokal sein - an einzelnen Pflanzenteilen auftreten - oder die gesamte Pflanze betreffen (systemisch). Zu den lokalen Symptomen gehören physiologische Veränderungen der

Pflanzenstruktur wie Blattflecken und Wucherungen. Systemische Veränderungen äußern sich in Form von Verfärbungen (z. B. Vergilbung) oder Wachstumsveränderungen (Verdichtung, Besenwuchs). Die Symptome können im Hinblick auf ihre Wirkungsweise primär oder sekundär sein. Primärsymptome sind direkt auf die Interaktion des Erregers mit dem Pflanzengewebe zurückzuführen (Proliferation). Sekundärsymptome sind eine Folge der Aktivität des Erregers. Es werden Teile der Pflanze oder die gesamte Pflanze befallen. Ein Beispiel ist das Welken der gesamten Pflanze aufgrund der Verstopfung der Leitungsbahnen in den Wurzeln durch bodenbürtige Pilze im Gartenbau (*Verticillium*, *Fusarium*). Die Symptome können mikroskopisch oder makroskopisch sein. Während die mikroskopischen Veränderungen von Fachleuten unter dem Mikroskop festgestellt werden, sind die makroskopischen Symptome bei der visuellen Pflanzenkontrolle leicht zu erkennen (Tabelle 4.1.).

Tabelle 4.1 Typische makroskopische Symptome, verursacht durch Bakterien, Pilze, Viren (grobe Symptomklassifizierung)

Übersicht über die Pathogengruppen			
Symptome	Erreger / Wissenschaftlicher Name der Krankheit	Übertragungsmodus der Krankheit/ Anmerkung	Beispiele
<u>Lokal</u> : Myzel, Fruchtkörper und Pusteln, Blattflecken, Verfärbungen <u>Systemisch</u> : Welke, Absterben	Pilze Mykose	durch Wind und Wasser (Spritzen) Beachten Sie die Warndienste!	Echter Mehltau, Falscher Mehltau, <i>Fusarium</i> , <i>Botrytis</i> Weinbau: Oidium (<i>Erysiphe necator</i>), Esca, <i>Peronospora (Plasmopara viticola)</i> Obstbau: Birnengitterrost, Monilia, Schorf Ackerbau: <i>Phytophthora</i> , <i>Septoria</i> , Rost Gartenbau: <i>Rhizoctonia</i> , <i>Verticillium</i> , <i>Pythium</i> , <i>Alternaria</i>
<u>Lokal</u> : Blattflecken, Gallen, Geschwüre, Tumore, schleimiges Nässen <u>Systemisch</u> : Welke, Absterben	Bakterien und Phytoplasmen Bakteriose Phytoplasmose	durch Wind, Wasser, Vektoren und kontaminierte Arbeitsgeräte Überwachung von Vorhersagemodellen und Klimadaten	Weinbau: Bakterielle Blattflecken, Mehltau Obstbau: Feuerbrand, Birnenverfall, Kräuselkrankheit Ackerbau: <i>Erwinia</i> , <i>Streptomyces</i> , Stolbur, Steinbrand, Bakterien- und Knollenfäule Gartenbau: <i>Clavibacter</i> Bakterienwelke
<u>Lokal</u> : chlorotische Flecken, Ringe, Nekrosen	Viren Virose	durch Vektoren (Blattläuse, Zikaden, Käfer, Fransenflügler, Nematoden), kontaminiertes Pflanzenmaterial	Weinbau: Reisigkrankheit (grapevine fanleaf virus; GFLV) Obstbau: Apfelmosaikvirus (ApMV), Scharka Virus, Besenwuchs, Rindenkrebs

<u>Systemisch:</u> Zwergwuchs, Kümmernwuchs, Vergilbung, Welken, Absterben		(Wurzelstöcke, Pollen, Samen, Knollen) und kontaminierte Arbeitsgeräte	Ackerbau: Kartoffel Blattrollvirus (Potato leafroll virus, PLRV), Pea necrotic yellow dwarf virus (PNYDV) Gartenbau: Tomatenbronzefleckenvirus (Tomato spotted wilt virus, TSWV), Cucurbit aphid-borne yellows virus (CABYV)
--	--	--	---

Beachten Sie die Warndienste!

Tabelle 4.2 Symptombeschreibung der wichtigsten/häufigsten Krankheitserreger im Weinbau

Frühsymptome		Spätstadium und weitere assoziierte Symptome		Krankheitserreger
Grobe Symptomklassifizierung und Beispielbild mit typischen Symptomen	Beschreibung	Grobe Symptomklassifizierung	Beschreibung	
Blattflecken 	Helle Flecken auf der Oberseite der Blätter, die im Gegenlicht dunkel erscheinen	Pilzwachstum	Weißlich-graues Pilzmyzel auf der Unterseite der Blätter	Pilz: Falscher Mehltau (Peronosporales): <i>Peronospora (Plasmopara viticola)</i>
	Braune Flecken auf Blatt, Blüte oder Frucht		Oberflächlicher grauer Belag; Ausbreitung auf die ganze Pflanze	Pilz: Grauschimmelfäule: <i>Botrytis</i>
	Chronisch: Unregelmäßige gelbe Flecken zwischen den Blattadern	Tod	Blattnekrosen Akut: Absterben des Stockes	Pilz: Esca (Pilzkomplex)
pulverförmiger Belag 	Weißlich-graues Pilzmyzel auf der Blattunterseite. Später wie pulveriger weißer Rasen „Echter Mehltau“ auf der Oberseite des Blattes.	Pilzwachstum	Vorjahresbefall: Oidiumfiguren am 2-jährigen Holz (Strecker) Erste Befallssymptome an Zeigertrieben (= befallene Geiztriebe), Befall der Traube: Pilzbewuchs an Kämmen (Stängel) zieht sich von dort aus über die Beeren, Samenbruch als Folgeerscheinung	Pilz: Echter Mehltau: <i>Oidium (Erysiphe necator)</i>

<p>Verfärbung und Wachstumsdeformation</p>  <p>Abbildung 4.3 Beispiel für Verfärbung und Wachstumsdeformation © A. Eppler, Justus-Liebig Universität, Bugwood.org</p>	<p>Verzögerter Austrieb im Frühjahr, teilweise oder vollständige Gelbverfärbung der Blattspreite, verschiedene Blattverformungen, verkürzte Internodien und Zickzack-Wachstum</p>		<p>Schwachwüchsigkeit, Kümmer-, Besenwuchs; Verbänderungen und abnormale Verzweigungen des Rebholzes, Kleinbeerigkeit und verstärkte Verrieselung</p>	<p>Virus: Reisigkrankheit (Grapevine fanleaf virus + Arabis mosaic virus)</p>
	<p>Die ältesten Blätter rollen sich nach unten ein, gleichzeitig beginnen sich die Blattspreiten vom Rand her gelb (Weißweinsorten) oder dunkelrot (Rotweinsorten) zu verfärben</p>		<p>Im Endstadium bleiben nur noch die Hauptadern mit ihren Säumen grün; Symptomfortsetzung entlang der Triebe. Wuchsdepression; verstärkte Verrieselung der Gescheine</p>	<p>Virus: Blattrollkrankheit (Grapevine leafroll virus GLRaV 1+3)</p>
	<p>Hellfärbung der Blattadern bei jungen Blättern</p>		<p>Mosaikartige Muster bei älteren Blättern, Verkrümmung</p>	<p>Virus: Marmorierung der Rebe (Grapevine fleck virus, GFkV)</p>
	<p>Wuchsdeformation: verkrüppelte Triebe, verkürzte Internodien, deformierte,</p>		<p>Reduktion Qualität und Quantität der Ernte</p>	<p>Virus: Ruländer-Krankheit (Grapevine Pinot gris virus)</p>

	chlorotische Blattflecken			
	Stamm- und Astveränderungen			Virus: Holzrunzeligkeit, Korkrindenkrankheit (Grapevine virus A + B)

Tabelle 4.3 Symptombeschreibung der wichtigsten/häufigsten Krankheitserreger im Obstbau

Frühsymptome		Spätstadium und weitere assoziierte Symptome		Krankheitserreger	Kultur
Grobe Symptomklassifizierung und Beispielbild mit typischen Symptomen	Beschreibung	Grobe Symptomklassifizierung	Beschreibung		
<p>Blattflecken</p>  <p>Abbildung 4.4 Beispiel für Blattflecken © biohelp</p>	Helle Flecken an der Blattoberseite	Pilzwachstum	Weißes Pilzmyzel meist an der Blattoberseite – kann leicht abgewischt werden; Ausbreitung auf sämtliche Pflanzenteile; Kümmerwuchs, braune Verfärbung und Austrocknen der Blätter/Pflanze	Pilz: Echter Mehltau (Erysiphaceae)	Obstbau
	Helle Flecken an Blattoberseite, die im Gegenlicht dunkel erscheinen	Pilzwachstum	Weißlich-graues Pilzmyzel an Blattunterseite	Pilz: Falscher Mehltau (Peronosporales) – Artengruppe!	Obstbau
	Braune Flecken auf Blatt, Blüte oder Frucht	Pilzwachstum	Oberflächlicher grauer Belag; Ausbreitung auf die ganze Pflanze	Pilz: Grauschimmelfäule (<i>Botrytis cinerea</i>)	Obstbau, (Erdbeere)

	Rostfarbige Flecken	Pusteln	Pusteln an Blättern, Aufbrechende pustelförmige Sporenlager; Absterben von Pflanzenteilen	Pilz: Rostpilze (Pucciniales)	Apfel, Birne, Zwetschke
	Matt-olivgrünen, später braunen oder buckelige schwärzlichen Flecken auf Blättern	Nekrosen	Zusammenwachsen der Flecken, Nekrosen, Blattfall, rissige verkorkte Fruchtschale	Pilz: Apfelschorf (<i>Venturia inaequalis</i>)	Apfel
	Kleine, eckige, von den Blattadern umgrenzte, wässrige Flecken, die bei Gegenlicht durchscheinend und bei Auflicht schwarz erscheinen	Schleimabsonderung und Absterben	Symptomausbreitung auf ganzes Blatt, Absterben des Blattes, Schleimaustritt	Bakterium: Blattfleckenkrankheit der Erdbeere (<i>Xanthomonas fragariae</i>)	Erdbeere
	Schrottschussähnliche, durchscheinende Symptome mit gelblichem Rand	Läsionen	rillige, eingesunkene, schwarz-rote Läsionen auf Rinde von Stamm und Ästen	Bakterium: Bakterienbrand (<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>morsprunorum</i>)	Steinobst (Zwetschke, Kirsche)
Verfärbungen und Wuchsdeformation	Kräuseln und Blasenbildung junger Blätter mit teilweiser roter Verfärbung		Starke Einrollung der Blätter, Chlorosen; Reduktion des Fruchtbesatzes	Pilz: Kräuselkrankheit (<i>Taphrina deformans</i>)	Pfirsich, Nektarine

 <p>Abbildung 4.5 Beispiel für Verfärbung und Wuchsdeformation © biohelp</p>	Braun/Schwarzfärbung und Welke vom Blattstiel her, Verkrümmen der Triebspitzen	Schleimabsonderung und Absterben	Austritt von Bakterenschleim, Absterben der Pflanze zwischen wenigen Wochen (Jungpflanzen) und wenigen Jahren	Bakterium: Feuerbrand (<i>Erwinia amylovora</i>)	Kernobst
	Vorzeitiges Austreiben, chlorotisches Blattrollen		Frühzeitiger Blattfall, Nekrose des Phloems, Abnormale Fruchtentwicklung und früher Fruchtfall	Phytoplasma: Europäische Steinobstvergilbung (ESFY, Candidatus phytoplasma prunorum)	Steinobst
	Früher Austrieb mit roten Blattspitzen, Nebenblätter vergrößert		Herbstfärbung bereits im Sommer, Besenartige Verzweigung einjähriger Triebe „ Hexenbesen “	Phytoplasma: Apfeltriebsucht (Candidatus phytoplasma mali)	Apfel
	Flecken, Ringflecken (Blatt, Frucht, Kern), Besenwuchs			Virus: z. B.: Kirsche: hunderte Virenarten, z.B.: Himbeere 280 Virenarten	Obstbau
Welke	Absterben der Triebspitze		Gummifluss; Früchte werden braun, trocknen ein und zeigen weiße Fruchtkörper	Pilz: Monilia (<i>Monilinia</i> spp.)	Obstbau

 <p data-bbox="226 766 613 831">Abbildung 4.6 Beispiel für Welke © biohelp</p>	<p data-bbox="667 198 835 224">Welke Blätter</p>	<p data-bbox="947 198 1075 224">Absterben</p>	<p data-bbox="1232 198 1444 263">Absterben der gesamten Pflanze</p>	<p data-bbox="1499 198 1726 305">Pilz; bodenbürtig: Verticillium-Welke (<i>V. dahliae</i>)</p>	<p data-bbox="1761 198 1890 305">Himbeere, Erdbeere, Kirsche</p>
--	--	---	---	--	--

Tabelle 4.4 Symptombeschreibung der wichtigsten/häufigsten Krankheitserreger im Ackerbau

Frühsymptome		Spätstadium und weitere assoziierte Symptome		Krankheitserreger	Kultur
Grobe Symptomklassifizierung und Beispielbild mit typischen Symptomen	Beschreibung	Grobe Symptomklassifizierung	Beschreibung		
<p>Blattflecken</p> 	Helle Flecke an der Blattoberseite	Pilzwachstum	Weißes Pilzmyzel meist an der Blattoberseite – kann leicht abgewischt werden; Ausbreitung auf sämtliche Pflanzenteile; Kümmerwuchs, braune Verfärbung und Austrocknen der Blätter/Pflanze	Pilz: Echter Mehltau (Erysiphaceae)	Ackerbau
<p>Abbildung 4.7 Beispiel für Blattflecken © Penn State Department of Plant Pathology & Environmental Microbiology Archives, Penn State University, Bugwood.org</p>	Braune unregelmäßige Flecken an Blättern	Pilzwachstum	Braune Flecke auf Stängeln und Früchten; Weiß-graues Pilzmyzel an Blattunterseite; Verfaulen oder Vertrocknen von Blättern, Verfaulen von	Pilz: Falscher Mehltau: Kraut- und Knollenfäule (<i>Phytophthora infestans</i>)	Tomate, Kartoffel



Abbildung 4.8 Beispiel für Blattflecken
© biohelp

			Früchten und Knollen		
	Braune Flecken auf Blatt, Blüte oder Frucht	Pilzwachstum	Oberflächlicher grauer Belag; Ausbreitung auf die ganze Pflanze	Pilz: Grauschimmelfäule (<i>Botrytis cinerea</i>)	Ackerbau
	Rostfarbige Flecke und Pusteln an Blättern	Pusteln	Aufbrechende pustelförmige Sporenlager; Absterben von Pflanzenteilen	Pilz: Rostpilze (Pucciniales)	Getreide, Spargel, Bohne, Erbse, Lauch
	ovale, gelbgrüne, chlorotische Flecken auf den unteren Blättern	Nekrosen	Grau-grüne streifenförmige Nekrosen, Blattdürre, schwarze Fruchtkörper an Blattober- und -unterseite	Pilz: Septoria-Blattdürre (<i>Septoria tritici</i>)	Getreide
Welke	Ausbleichen und/oder Welken von Blättern oder Fruchtständen	Sporenbelag	Verfärbte Ährchen und Orangefärbung der Deckspelzen durch Sporenbeläge bei Getreide; Ertragsminderung	Pilz; bodenbürtig: Fusarium-Kopffäule, Stängel- und Ährenfäule	Getreide, Mais

 <p>Abbildung 4.9 Beispiel für Welke © Howard F. Schwartz, Colorado State University, Bugwood.org</p>	Welke Blätter	Absterben	Absterben der gesamten Pflanze	Pilz; bodenbürtig: <i>Verticillium</i> -Welke (<i>V. dahliae</i> , <i>V. longisporum</i> bei Kohl)	Zuckerrübe, Hopfen, Sonnenblume, Erbsen, Bohnen, Kohl
	Welke Blätter	Absterben	Absterben der gesamten Pflanze	Pilz; bodenbürtig: <i>Fusarium</i> -Welke	Zwiebel, Kohl, Spinat, Gurke, Erbse, Bohne
	Nekrosen und Abschnürungen von Keimlingen, Welkeerscheinungen	Absterben	Umkippen von Keimlingen, Absterben von ober- und unterirdischen Pflanzenteilen	Pilz; bodenbürtig: <i>Rhizoctonia</i> Umfallkrankheit, Stängelfäule (<i>R. solani</i> , <i>R. sp.</i>), Rübenfäule (<i>R. solani</i> AG 2-2)	Ackerbau
 <p>Abbildung 4.10 Beispiel für Verfärbung und Wuchsdeformation ©</p>	weiße Stängelbasis (Weißhosigkeit), Einrollen der Wipfelblätter		Luftknollen, Knollendeformation, Dry core	Pilz; bodenbürtig: <i>Rhizoctonia</i> (<i>R. solani</i> AG 3)	Kartoffel
	schokoladenbraune Nekrosen auf den Blättern (Dürreflecken, Sprühflecken)	Nekrosen	Zusammenwachsen der Nekrosen, Zerstörung der Blattmasse, teilweise Flecken auf Stängeln	Pilz; bodenbürtig: Kraut- und Knollenfäule (<i>Alternaria</i> sp.)	Kartoffel

Howard F. Schwartz, Colorado State University, Bugwood.org					
<p>Wuchsdeformation</p>  <p>Abbildung 4.11 Beispiel für Wuchsdeformation © Central Science Laboratory, Harpenden, British Crown, Bugwood.org</p>	Karfiolartige Zellwucherungen an der Knolle	Sporenbelag	Schwarze Sporenpulver aus Wucherungen; Ertragseinbußen, Ernteausschlag	Pilz: Kartoffelkrebs (<i>Synchytrium endobioticum</i>)	Kartoffel
<p>Geruch</p>  <p>Abbildung 4.12 Beispiel für Geruch © Howard F. Schwartz, Colorado State University, Bugwood.org</p>	Fischartiger Geruch bei Weizen	Sporenbelag	Statt Ähren bilden sich schwarzbraune Sporenlager	Pilz: Stein- oder Stinkbrand (<i>Tilletia</i> spp.)	Getreide
Fäulnis	Matschig-schleimige Faulstellen an Knolle, Rübe, Stamm oder	Absterben	Vollständiges Faulen der gelagerten Pflanzenteile	Bakterium: Bakterien-, Knollennassfäule, Weichfäule, Schwarzbeinigkeit der	Kartoffel, Karotte, Kohl, Sellerie

 <p>Abbildung 4.13 Beispiel für Fäulnis © Howard F. Schwartz, Colorado State University, Bugwood.org</p>	<p>Blättern; unangenehmer Geruch</p>			<p>Kartoffel (<i>Pectobacterium carotovorum</i>)</p>	
<p>Verfärbungen und Wuchsdeformation</p>  <p>Abbildung 4.14 Beispiel für Verfärbung und Wuchsdeformation © biohelp</p>	<p>Blattvergilbungen, Zwergwuchs, Blattdeformationen und gerollte Blätter</p>	<p>Nekrosen</p>	<p>Nekrosen, Absterben</p>	<p>Virus: Pea necrotic yellow dwarf virus (PNYDV)</p>	<p>Heimische Leguminosen; Luzerne und Soja nicht betroffen!</p>
	<p>Verfärbungen, nekrotische Flecken an Blatt und Stängel</p>		<p>Fruchtfleisch verfärbt sich braun</p>	<p>Virus: Tabak-Rattle-Virus, (TRV)</p>	<p>Kartoffel</p>

--	--	--	--	--	--

Tabelle 4.5 Symptombeschreibung der wichtigsten/häufigsten Krankheitserreger im Gartenbau

Frühsymptome		Spätstadium und weitere assoziierte Symptome		Krankheitserreger	Kultur
Grobe Symptomklassifizierung und Beispielbild mit typischen Symptomen	Beschreibung	Grobe Symptomklassifizierung	Beschreibung		
<p>Blattflecken</p>  <p>Abbildung 4.15 Beispiel für Blattflecken © biohelp</p>	Helle pulvrige Flecken an der Blattoberseite	Pilzwachstum	Weißes Pilzmyzel meist an der Blattoberseite – kann leicht abgewischt werden; Ausbreitung auf sämtliche Pflanzenteile; Kümmerwuchs, braune Verfärbung und Austrocknen der Blätter/Pflanze	Pilz: Echter Mehltau (Erysiphaceae)	Gartenbau
	Helle Flecken an Blattoberseite	Pilzwachstum	Weißlich-graues Pilzmyzel an Blattunterseite	Pilz: Falscher Mehltau (Peronosporales) – Artengruppe!	Gartenbau
	Braune unregelmäßige Flecken an Blättern	Pilzwachstum	Braune Flecke auf Stängeln und Früchten; Weiß-graues Pilzmyzel an Blattunterseite; Verfaulen oder	Pilz: Kraut- und Braunfäule; Kraut- und Knollenfäule (<i>Phytophthora infestans</i>) – Art des Falschen Mehltaus!	Tomate



Abbildung 4.16 Beispiel für Blattflecken © biohelp

			Vertrocknen von Blättern, Verfaulen von Früchten		
	Braune Flecken auf Blatt, Blüte oder Frucht	Pilzwachstum	Oberflächlicher grauer Belag; Ausbreitung auf die ganze Pflanze	Pilz: Grauschimmelfäule (<i>Botrytis cinerea</i>)	Erdbeere, Gurke
	Gelbliche, unscharf begrenzte Aufhellungen an der Blattoberseite	Pilzwachstum	Flecken von graubraunem bis olivgrünem Myzelbelag an der Blattunterseite	Pilz: Samtflecken (<i>Fulvia fulva</i>)	Tomate
	leichte Aufhellungen der Adern, schwach sichtbare konzentrische Ringe an Blatt, Stängel und Frucht. Je nach Sorte unterscheiden sich Farbe und Form der Flecken	Wuchsdeformation	Deformation der Früchte	Virus: Tomatenbronzefleckenvirus (Tomato spotted wilt virus, TSWV)	Tomate, Paprika
Verfärbungen und Wuchsdeformation	Ältere Blätter werden chlorotisch, Blattverdickung und spröde Blätter		Gesamte Pflanze kann chlorotisch werden, Reduzierter Fruchtansatz, Abwurf von Früchten	Virus: Cucurbitaceen-Vergilbungsvirus (Cucurbit aphid-borne yellows virus, CABYV)	Gartenbau



Abbildung 4.17 Beispiel für Verfärbung und Wuchsdeformation © biohelp

	Welke Blätter	Absterben	Absterben der gesamten Pflanze	Pilz; bodenbürtig: <i>Verticillium</i> -Welke (<i>V. dahliae</i> and <i>V. albo-atrum</i>)	Gurke, Tomate
	Welken von Blättern	Absterben	Absterben der gesamten Pflanze	Pilz; bodenbürtig: <i>Fusarium</i> -Welke	Gurke, Tomate
	Verfärbungen und Abschnürungen von Keimlingen und Jungpflanzen am Wurzelhals	Absterben	Absterben der gesamten Pflanze	Pilz; bodenbürtig: <i>Pythium</i> -Wurzelfäule (<i>Pythium</i> sp.)	Gartenbau
	Nekrosen und Abschnürungen von Keimlingen, Welkeerscheinungen	Absterben	Umkippen von Keimlingen, Absterben von ober- und unterirdischen Pflanzenteilen	Pilz; bodenbürtig: <i>Rhizoctonia</i> Umfallkrankheit (<i>R. solani</i> , <i>R. sp.</i>)	Gartenbau
	Welke von Blatteilen	Absterben	Absterben von Pflanzenteilen,	Bakterium: Bakterienwelke (<i>Clavibacter michiganensis</i>)	Tomate, Paprika

Abbildung 4.18 Beispiel für Welke © biohelp			Vogelaugenflecke auf Früchten		
---	--	--	----------------------------------	--	--

Überprüfungsfragen

1. **Typische makroskopisch sichtbare Symptome eines Pilzbefalls. (Wählen Sie die richtige/n Option/en)**

- a) Blattflecken
- b) Pulvriger Belag
- c) Krebs
- d) Rostige Pusteln
- e) Schleimiges Nässen

2. **Typische makroskopisch sichtbare Symptome eines bakteriellen Befalls. (Wählen Sie die richtige/n Option/en)**

- a) Schleimiges Nässen
- b) Pulvriger Belag
- c) Krebs
- d) Blattflecken
- e) Blattwelke

3. **Typische makroskopisch sichtbare Symptome eines viralen Befalls. (Wählen Sie die richtige/n Option/en)**

- a) Kümmerwuchs
- b) Rostige Pusteln
- c) Chlorose
- d) Ringelflecken
- e) Welke

4. **Nennen Sie die Übertragungsarten von Krankheiten, mit Ausnahme derer, die durch Hygienemaßnahmen und gesundes Pflanzenmaterial verhindert werden können. (Schreiben Sie ein x in die Zelle)**

Krankheit	Transfermodus		
	Wind	Wasser	Vektor
Mykose			
Bakteriose			
Virose			

5. **Bei der Überwachung von Krankheiten im Feld müssen Sie Folgendes beurteilen: (Wählen Sie die richtige/n Option/en)**

- a) Prozentsatz befallener Pflanzen
- b) Prozentsatz befallenes Pflanzengewebes
- c) Verteilungsmuster auf dem Feld

d) Genetisches Material des Krankheitserregers

6. Zutreffende Begriffe zur Früherkennung von Krankheiten. (Wählen Sie die richtige/n Option/en)

- a) Symptome nicht sichtbar
- b) Zufallsstichprobe
- c) Laboranalyse
- d) PCR-Test
- e) Astkäfig
- f) Mikroskop

7. Das Prognosemodell für die Pilzkrankheit Schorf in Obstanlagen basiert auf den folgenden Parametern: (Wählen Sie die richtige/n Option/en)

- a) Klimaparameter
- b) Befall im Vorjahr
- c) Sorte
- d) Fruchtfolge
- e) Blühstadium

8. Wählen Sie die richtigen Symptomkategorien in Bezug auf die Wirkungsweise von Krankheitserregern.

- a) Lokal
- b) Primär
- c) Makroskopisch
- d) Systemisch
- e) Sekundär

9. Typische lokale Symptome der Pathogenaktivität sind: (Wählen Sie die richtige/n Option/en)

- a) Blattflecken
- b) Verfärbungen
- c) Pusteln
- d) Stauchung
- e) Wucherungen

10. Typische makroskopische Symptome von Pathogenaktivität sind: (Wählen Sie die richtige/n Option/en)

- a) Nekrotische Blattflecken
- b) Keimende Sporen
- c) Welke
- d) Stauchung

e) Hyphen

4.3 Direkte Kontrollmaßnahmen

Lernziele

- Darstellen der Vor- und Nachteile verschiedener Methoden und Produkte zur Krankheitsbekämpfung.
- Auswählen geeigneter Methoden und Produkte zur Krankheitsbekämpfung unter spezifischen Bedingungen der landwirtschaftlichen Produktion.
- Auswählen und empfehlen geeigneter Methoden und Produkte, um die Ausbreitung der Krankheit unter der wirtschaftlichen Schwelle zu halten.

4.3.1 Pflanzenschutzmittel einschließlich Mikroorganismen

Grundsätzlich werden alle Fungizide, Bakterizide und Virizide im ökologischen Landbau präventiv eingesetzt und sind Kontaktmittel. Die einzige Ausnahme sind Applikationen in Form von kurativen Stoppspritzungen auf keimende Pilzsporen. Besonders wichtig sind der richtige Spritzzeitpunkt sowie die Formulierung der Wirkstoffe, eine gute Verteilung der Spritzbrühe und ein gutes Haftvermögen mit guter Regenfestigkeit.

Der optimale Spritzzeitpunkt wird mithilfe von Monitoring- und Warndienstmeldungen ermittelt. Gespritzt wird in den vorgeschriebenen Mindestabständen. Bei starkem Neuaufwuchs oder nach Abschwemmung durch Regenfälle muss der Spritzbelag erneuert werden.

Die **Formulierung** des Wirkstoffs spielt eine wesentliche Rolle für die Wirksamkeit des Pflanzenschutzmittels. So weist z. B. Kupfer in Form von Kupferhydroxid die schnellste Wirkung bei guter Dauerwirkung und Pflanzenverträglichkeit auf. Andere Kupfer-Formulierungen wirken langsamer bei sehr guter Dauerwirkung oder Pflanzenverträglichkeit. Hier muss nach Bedarf und Kultur individuell entschieden werden.

Um eine gute **Verteilung** zu erreichen, ist es wichtig, die richtige Düseinstellung zu wählen. So muss beispielsweise im Wein- und Obstbau die unterste Düse nach oben gerichtet werden, um die vollständige Benetzung der Blattunterseite sicherzustellen. So schützt eine Kupferanwendung gegen Peronospora (*Plasmopara viticola*) im Weinbau auch gegen Sporenübertragung durch Splashing (Sporen werden bei Regen vom Boden auf die unterste Laubschicht katapultiert).

Zusatzstoffe (Additive) wie Benetzungsmittel (wetting agent) und Haftmittel (Sticker) sichern eine gute Verteilung und Haftung (z. B.: Alkoholethoxylat/Wetcit®). Zusätzlich vergrößern sich durch diese Zusätze die Sprühtropfen enorm. Dank des optimierten Spritzbelages können die Spritzabstände erweitert und dadurch Pflanzenschutzmittel eingespart werden. Durch den optimierten Spritzbelag können die Spritzintervalle verlängert und somit Pflanzenschutzmittel reduziert werden.

Um die Kulturverträglichkeit von aggressiven Pflanzenschutzmitteln, wie Kupferprodukten, zu verbessern, stehen z. B. Pflanzenstärkungsmittel im Form von Algenextrakten (*Ascophyllum nodosum*; AlgoVital® Plus) zur Verfügung. Sie vermindern die Gefahr von Verbrennungen und Berostungen.

Zum Schutz des Saatgutes wird die Saatgutbeize gegen Auflaufkrankheiten angewandt. Sie kann trocken, nass, oder in Form einer Suspension angewendet werden.

Zur Erhaltung der Laubgesundheit in Dauerkulturen sind Spritzungen auch nach der Ernte sinnvoll: z. B. 1 bis 3 Behandlungen mit Kupfer und Schwefel bei frühen Sorten im Obstbau.

Nach Wirkstoffgruppen lassen sich Fungizide, Bakterizide und Virizide in die folgenden Gruppen einteilen:

I organische/ biologische Produkte

I.I. lebende Mikroorganismenstämme von Pilzen, Bakterien und Viren

I.II. Bestandteile toter Mikroorganismen: Hefepilze

II. Anorganische Produkte: Kupfer, Schwefel, Schwefelkalk, Kaliumhydrogenkarbonat

Organische/biologische Fungizide, Bakterizide und Virizide

Lebende Mikroorganismen können in Form von Pflanzenschutzmitteln den Pathogenbefall vorbeugen. Sowohl Pilze, als auch Bakterien und Viren fallen unter diese Kategorie.

Lebende Mikroorganismen als Pflanzenschutzmittel können entweder direkt abtötend, antagonistisch oder resistenzbildend wirken oder ihre sekundären Stoffwechselprodukte haben antibiotische Eigenschaften.

Lebende Pilze als Pflanzenschutzmittel

Der hyperparasitäre Pilz *Ampelomyces quisqualis* (AQ 10® WG) beispielsweise schützt Erdbeer-, Kürbis- und Nachtschattengewächse vor Echtem Mehltau. Der ebenfalls hyperparasitäre Pilz *Coniothyrium minitans* (Contans® WG) wird in Acker- und Gemüsekulturen gegen die Stängelfäule (*Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotinia* sp.) eingesetzt. Der antagonistische Pilz *Gliocladium catenulatum* (Prestop®) ist ein Produkt für den geschützten Gemüseanbau, das einen begrenzten Schutz gegen bodenbürtige Krankheitserreger wie *Fusarium*, *Pythium* und *Rhizoctonia* bietet. Im Obstbau wird der hefeartige Pilz *Aureobasidium pullulans* (Blossom Protect™, Botector®) eingesetzt. Er besiedelt die Narbe und die Nektarien der Blüte und schützt so vor Feuerbrandinfektionen. Im Obst-, Wein- und Gemüseanbau wird *A. pullulans* auch gegen Graufäule (*Botrytis*) und Lagerfäule (*Monilia*, *Botrytis*) eingesetzt. Der Pilz *Trichoderma atroviride* (Vintec®) wirkt als Antagonist bei der Wundbehandlung im Weinbau, um das Eindringen von ESCA-Erregern zu verhindern. *Trichoderma asperellum* bietet einen bedingten Schutz gegen *Sclerotinia* und *Fusarium* in Ackerkulturen.

Lebende Bakterien als Pflanzenschutzmittel

Das Bakterium *Pseudomonas chlororaphis* (Cedomon, Cerall) ist gegen Getreidekrankheiten (*Tilletia*, *Fusarium*, *Septoria*) verfügbar. Ein weiterer Vertreter der Gattung *Pseudomonas* (Proradix®) reduziert den Befall von *Rhizoctonia solani* in Kartoffeln. Das Bakterium *Bacillus amyloliquefaciens* (Serenade® ASO) reduziert Pilz- und Bakterienkrankheiten in Obst, Gemüse und Ackerkulturen (Pilze: *Botrytis*, *Alternaria*, *Sclerotinia*, *Monilia*, Echter Mehltau; bodenbürtige Pilze: *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, Bakterien: Feuerbrand, *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Clavibacter*).

Lebende Viren als Pflanzenschutzmittel

Gegen Viruserkrankungen besteht die Möglichkeit einer Impfstrategie zur Befallsminderung mit einer schwachen Virusvariante, um vor der kulturgefährdenden, stärkeren Form zu schützen. Diese Methode steht z. B. für den Pepinomosavirus im Gartenbau zu Verfügung (V10, PMV®-01).

Bestandteile toter Mikroorganismen

Als Bestandteile toter Mikroorganismen besteht der Wirkstoff Cerevisan (Romeo®) aus Zellwänden des Hefepilzes *Saccharomyces cerevisiae*. Diese setzen sich aus Fetten, Eiweißen und Mehrfachzuckern

zusammen und zeigen bedingte Wirksamkeit gegenüber Pilzkrankheiten (Echter- und Falscher Mehltau, Grauschimmel) in Gemüsekulturen und Erdbeeren.

Anorganische Fungizide, Bakterizide und Virizide

Innerhalb der Kategorie der anorganischen Pflanzenschutzmittel gehören die Kupfer- und Schwefelprodukte zu den ältesten Fungiziden.

Im Falle von **Kupfer** kommen - im Gegensatz zu den früher gebräuchlichen Verbindungen (Sulfate, Oxychloride) - die modernen Kupferformulierungen (Hydroxide: Cuprozin® progress, Funguran® progress) mit deutlich geringeren Reinkupfermengen bei besserer Wirksamkeit aus. Kupferprodukte haben ein sehr breites Wirkungsspektrum als Fungizid und Bakterizid (z. B.: Weinbau: *Peronospora*, Obstbau: *Monilia*, Gartenbau: *Phytophthora*, Ackerbau: Falscher Mehltau, *Cercospora*-Blattfleckenkrankheit). Nur gegen Mehltapilze sind sie unwirksam. Die Anwendung erfolgt immer präventiv und ausschließlich auf trockenem Laub. Die vollständige Benetzung der zu schützenden Pflanzenteile (Blattober- und -unterseite) ist Voraussetzung für eine gute Wirksamkeit des reinen Kontaktfungizids.

Schwefel (Netzschwefel Stullen, Kumulus®, Thiovit Jet®) besitzt eine gute Wirkung gegen Mehltapilze sowie eine Nebenwirkung auf viele Pilzkrankheiten (Schorf, Schrotschuss, etc.), aber keine Wirkung gegen *Monilia*. Netzschwefel wirkt als Kontaktfungizid und über die Dampfphase durch Freisetzung von Schwefeldioxid. Die beste Wirkung wird bei Temperaturen zwischen 15 und 28 °C erzielt. Unter 12°C ist Netzschwefel unwirksam, über 28°C besteht die Gefahr von Sonnenbrand oder Blattverbrennungen. Die Dosis muss daher an die Witterung angepasst werden. Netzschwefel kann auf trockenes und nasses Laub gespritzt werden, je nach Mischungspartner. Bei der Anwendung auf trockenem Laub wird ein Netzmittelzusatz empfohlen (Helioterpen® Film bei Anwendung auf trockenem Laub, Cocana® bei nassem Laub). Im Weinbau wird es für Austriebsspritzungen bei *Oidium* verwendet.

Schwefelkalk (Curatio®) ist ein sehr breit wirksames und leistungsstarkes Breitbandfungizid und – Bakterizid. Nach der Applikation wird Schwefelwasserstoff frei, was einerseits für die gute Wirksamkeit, andererseits für den strengen Geruch (faule Eier) für einige Stunden nach der Applikation verantwortlich ist. Die mit Abstand beste Wirkung wird durch Applikation in die laufende Infektion auf nasses Laub (unmittelbar nach Regen, auf die keimenden Pilzsporen) erreicht (= Stoppspritzung). Vorbeugende Spritzungen auf trockenes Laub sind zwar möglich, aber deutlich schlechter wirksam, da sich der Schwefelwasserstoff bis zur Infektion verflüchtigt hat. Die vorbeugende Belagswirkung ist vergleichbar mit der von einfachem Netzschwefel. Vorteilhaft ist, dass es mit Schwefelkalk eine Möglichkeit gibt, auf unvorhergesehene Infektionsereignisse rückwirkend (für begrenzte Zeit! Je nach Temperatur und Krankheit 12 bis 36 h) zu reagieren. Auch nach sehr langen oder starken Niederschlägen, welche einen vorhandenen Fungizidbelag abgewaschen haben, kann eine Infektion mit Schwefelkalk verhindert werden.

Mithilfe von **Bicarbonat** (=Kaliumhydrogencarbonat) wird der pH-Wert an der Pflanzenoberfläche angehoben. Pilze brauchen es leicht sauer und fühlen sich daher weniger wohl. Bicarbonat hat eine dehydrierende Wirkung und Ionenwirkung auf die Zellwände der Pilzhyphen (Myzel). Die Zellwände der keimenden Sporen platzen auf und trocknen aus. Dieser rein physikalisch-chemische Wirkmechanismus kann nicht zu Resistenzen führen und die Dosierung kann bei Bedarf gefahrlos auf einen Nützlingschonenden Einsatz angepasst werden. Als Produkte stehen Vitsan (Weinbau: hochwirksam gegen *Oidium*) und Kumar® (incl. Formulierungshilfsstoffe, gute Regenfestigkeit, schlechter Pflanzenverträglich) zur Verfügung. VitiSan® hat zusätzlich den Vorteil der freien Wahl der

Formulierungshilfsstoffe. Es kann abstoppend auf nasses Laub ausgebracht werden. Prinzipiell gilt für alle Obstkulturen, dass Kupfer und Schwefel im Vorblütenbereich bis „rote Knospen“ angewandt wird und ab der Blüte Bicarbonat.

Obstbau: Monilia in Steinobst, *Botrytis* in Beerenobst (Kumar®), Regenflecken und and *Gloeodes pomigena* and *Chizothyrium pomi*

Gartenbau: Echter Mehltau, Samtflecken

Kupfer, Schwefel und Bikarbonate sind mit den meisten Blattdüngern mischbar.

Tabelle 4.6 Mischungen und Anwendungsalternativen

Kultur und Krankheit	Kupfer	Netzschwefel	Schwefelkalk	Bicarbonat	Organische PSM
Weinbau					
Oidium (<i>Erysiphe necator</i>)		x		x	
Obstbau					
Schorf (Apfel)	x	x	x	x	
Mehltau (Apfel)		x	x	x	
Marssonia (Apfel)	x		x		
Regenflecken (Apfel)		x	x	x	
Feuerbrand (Apfel, Birne)	x		x (nur Ätzwirkung)		Blossom protect™
Monilia (Monilinia spp.)	x	x	x	x	Prestop®, Serenade® ASO
Sprühflecken (Kirsche)	x	x	x	x	
Kräuselkrankheit (Pflirsich, Nektarine)	x	x			
Narrentaschenkrankheit (Zwetschke)	x		x		
Schrottschuss	x	x		x	
Ackerbau					
Echter Mehltau (Zuckerrübe, Zwiebel)		x		x	
Gartenbau					
<i>Botrytis</i>				x	Prestop®
<i>Pythium</i>	x				Prestop®

4.3.2 Physikalische und mechanische Methoden zur Krankheitsbekämpfung

Als physikalische Methode wird im Obstbau der Stamm-/Weißanstrich gegen Frostrisse eingesetzt, um Eintrittspforten für Krankheiten vorzubeugen.

Als mechanische Methoden stehen grundsätzlich Desinfektion, Schnitt, Laubentfernung und Schutzsysteme zur Verfügung. Voraussetzung ist, dass das Pflanzgut frei von Krankheiten ist und die Arbeitsgeräte zum Veredeln, Beschneiden oder Pflanzen desinfiziert und sauber sind.

Eine Desinfektion kann die weitere Ausbreitung der Infektion im Boden sowie in Saatgut und Pflanzen verhindern oder minimieren. Saatgut kann mit einer Heißwasserbehandlung desinfiziert werden. Im

Garten- und Ackerbau ist das Risiko durch bodenbürtige Pilze (z. B. *Verticillium* sp.) besonders hoch. Neben einer langen Fruchtfolge werden auch Dämpfen und Abflämmen eingesetzt. Darüber hinaus wird z. B. bei Zwiebeln zur Bekämpfung des Falschen Mehltaus das Abflämmgerät höher eingestellt, um die Pilzsporen durch Hitzeentwicklung direkt auf der Pflanze zu verbrennen.

Zusätzlich zur Ertragssteigerung werden durch gezielten Rückschnitt Pilzkrankheiten und Laubpflege minimiert. Der Schnitt wird nur bei trockenem Wetter durchgeführt. Schnittmaßnahmen bei regnerischem Wetter sollten vermieden werden, da dann optimale Bedingungen für das Eindringen von Krankheitserregern in die frischen Wunden bestehen!

Im Weinbau wird beim Laubwandmanagement die Traubenzone bereits während der Blüte entblättert. Die Laubentfernung erfolgt mittels Blattsaugern und/oder Laubschießern, die die Blätter aus der Traubenzone heraussaugen oder schießen (dadurch besteht keine Gefahr für Blüten oder junge Trauben!). Achten Sie auf die Witterung! Niedrige Luftfeuchtigkeit!). Dadurch wird, neben einer Gewöhnung der Gescheine an die UV-Strahlung, ein schnelleres Abtrocknen der verbliebenen Blätter durch gute Durchlüftung ermöglicht. Eine Infektion mit Pilzkrankheiten wie Peronospora und Oidium wird somit minimiert (Peronospora braucht einen Wasserfilm zur Infektion; Oidium benötigt feucht-warme Bedingungen zur Infektion). „Gipfeln“ sollte so spät wie möglich erfolgen, da sich sonst mehr Geiztriebe bilden und die Gefahr des Zuwachsens der Traubenzone erhöht wird. Frühes Gipfeln setzt zudem einen zu frühen Impuls für die Fruchtbildung. Die Folge ist ein dichtbeeriges Wachstum (erwünscht: Lockerbeerigkeit) und das Aufplatzen der Früchte. Sobald Beeren aneinander kleben und besonders wenn es kurz vor der Ernte regnet, besteht die Gefahr von *Botrytis*. Im Obstbau reduziert ein gezielter Sommerschnitt die Laubmasse und fördert die Durchlüftung. Im Ackerbau kommen Abschlagen und Striegeln zum Einsatz, um kranke Pflanzenteile zu entfernen oder die Widerstandskraft bestimmter Pflanzenteile zu stärken. So wird beispielsweise das Laub von Kartoffeln etwa drei Wochen vor der Ernte durch Abschlegeln abgetötet, um zu verhindern, dass sich der Erreger der Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) vom befallenen Kartoffellaub auf die Knollen überträgt. Außerdem verdickt das Striegeln bei Kartoffeln die Schale der Knollen, wodurch sie widerstandsfähiger gegen Pathogene werden. Bei Getreide werden durch das Striegeln kranke, alte Blätter entfernt.

Schutzsysteme

Schutznetze bewahren Wein- und Obstanlagen nicht nur vor Tierfraß, sondern auch vor Wetterereignissen wie Hagel und Starkregen. Verletzungen durch Hagel würden Pathogenen (z. B. *Botrytis*, *Pseudomonas*) optimale Infektionsstellen bieten. Abgeschwächte Regenfälle verringern das Splashing-Risiko (z. B. *Botrytis*).

Im Gartenbau gleicht die Schattierung Temperaturschwankungen aus und unterdrückt so Echten Mehltau. Eine Bodenabdeckung in Form von Folie oder Stroh verhindert die Übertragung von Pathogenen vom Boden auf die Kulturpflanze. Im Erdbeeranbau verhindert die klassische Strohabdeckung zu Beginn der Blüte die Verschmutzung der Früchte und beugt dem Pilzbefall durch die Graufäule *Botrytis cinerea* vor.

4.3.3 Hygienemaßnahmen

Hygienemaßnahmen zielen darauf ab, die Einschleppung einer Krankheit in die Kultur zu verhindern oder sie zu minimieren und - im besten Fall - auszurotten. Dies kann durch gezielten Rückschnitt, bei dem alte und kranke Pflanzenteile entfernt werden, sowie durch Ernterückstandshygiene oder durch die Verhinderung der Ausbreitung von Krankheiten und Vektoren erreicht werden.

Um die Einschleppung einer Krankheit zu verhindern, ist gesundes und zertifiziertes Pflanz- und Saatgut von größter Bedeutung. Insbesondere bei Erdbeeren ist die Qualität der Jungpflanzen äußerst

wichtig. Die Einschleppung von Krankheiten wie *Phytophthora cactori* sollte unbedingt vermieden werden. Es ist aber auch wichtig, krankheitsübertragende Vektoren, wie z. B. Insekten, von den Kulturen fernzuhalten. Im Weinbau muss die Verbreitung der Rebzikade und der Reblaus durch den Menschen von Weinberg zu Weinberg (infektiös ab L5) vermieden werden, um Sekundärinfektionen durch Bakterien, Pilze und Viren zu verhindern.

Sind Teile eines Bestandes oder der gesamte Bestand von einer Krankheit befallen, helfen das Zurückschneiden erkrankter Pflanzenteile, die Rodung und Beseitigung oder Verbrennung einzelner Pflanzen oder des gesamten Bestandes und/oder eine angemessene Behandlung von Ernterückständen und Falllaub. Besonderes Augenmerk sollte auf anzeigepflichtige Quarantänekrankheiten gelegt werden.

Im Weinbau müssen beispielsweise Pflanzen, die von der Goldgelben Vergilbung (Flavescence doree) befallen sind, gerodet werden, um eine Übertragung durch die Rebzikade auf andere Pflanzen zu verhindern. Weinstöcke, die von dem Krankheitskomplex Esca befallen sind, müssen ebenfalls entweder gerodet werden oder es muss versucht werden, sie durch spezielle, in der Entwicklung befindliche rebchirurgische Verfahren zu heilen. In Obstanlagen ist eine vollständige Ernte wichtig. Ein Rückschnitt muss immer in das gesunde Holz erfolgen. Verletzungen müssen vermieden werden, da sie Eintrittspforten für Krankheiten darstellen. Krankes Material wird nach dem Schnitt und von der Pflanze entfernt und gegebenenfalls verbrannt. Pflanzen, die von Quarantänekrankheiten wie dem Feuerbrand befallen sind, müssen gerodet werden. Auch Fruchtmumien müssen entfernt und verbrannt werden, um Infektionsquellen für das nächste Jahr zu vermeiden. Darüber hinaus sollte die Entfernung von Laub durch Unterpflügen, Einarbeiten, Besprühen mit Vinasse und Ausfegen des Laubs aus den Fahrgassen gefördert werden, um Viruskrankheiten zu unterdrücken. Während zum Beispiel Pilzsporen bis zu 15 Jahre im Substrat überleben können, können Viren nur im Pflanzenmaterial bzw. im Wirt überleben. In Ackerkulturen müssen Einzelpflanzen entfernt werden, wenn sie von bodenbürtigen Pilzen wie *Phytophthora* oder *Verticillium* befallen sind. Bei Mais vermindert die Einarbeitung von Stoppeln in den Boden das Risiko der *Fusarium*-Stängel- und Knollenfäule in der nächstjährigen Kultur. In Gebieten mit *Rhizoctonia*-Befall sollte Mais in der Zuckerrübenfruchtfolge vermieden oder die Ernterückstände des Mais gut zerkleinert und eingearbeitet werden, da der Pilz organisches Material zum Überleben im Boden benötigt. Die Förderung einer guten Altstrohhotte sollte im Allgemeinen durch mehrfache flache Bodenbearbeitungsgänge angeregt werden.

Darüber hinaus sollte besonders auf die Sauberkeit der Geräte geachtet werden. Besteht die Gefahr einer Krankheitsausbreitung, müssen die Geräte oder der Traktor am Waschplatz gereinigt werden (Kärchern, Heißwasserbehandlung). Im Gartenbau müssen z. B. Tomaten- und Paprikakulturen gerodet und verbrannt werden, wenn die meldepflichtige Bakterienwelke *Clavibacter* auftritt. Im Allgemeinen müssen die Ernterückstände entfernt oder tief in den Boden eingearbeitet werden.

Überprüfungsfragen

- 1. Grundsätzlich werden alle fungiziden, bakteriziden und viriziden Produkte im ökologischen Landbau _____ eingesetzt und sind _____ Mittel. Die einzige Ausnahme sind Anwendungen in Form von _____ Stoppsprays auf _____ Pilzsporen.**
- 2. Welche Möglichkeiten haben Sie, um die Toleranz der Pflanzen gegenüber aggressiven Pflanzenschutzmitteln, wie z. B. Kupferprodukten, zu verbessern und das Risiko von Verbrennungen und Berostungen zu verringern? (Wählen Sie die richtige/n Option/en)**
 - a) Zugabe von Pflanzenstärkungsmitteln in Form von Algenextrakten

- b) Halbierung der Konzentration der Spritzbrühe
- c) Ausbringung der Kupferprodukte während des Regens

3. Lebende Mikroorganismen können in Form von Pflanzenschutzmitteln einen Befall verhindern. Der hefeartige Pilz *Aureobasidium pullulans* wird im Obstbau gegen Feuerbrandbefall eingesetzt. Nennen Sie die Art des Schutzes. (Wählen Sie die richtige Option)

- a) Er besiedelt die Blattknospen und jungen Blätter.
- b) Er besiedelt die Narbe und die Nektarien der Blüte.
- c) Er besiedelt die Wurzelspitzen der Sekundärwurzeln.

4. Möglichkeiten des biologischen Pflanzenschutzes gegen Viruskrankheiten (Wählen Sie die richtige Option):

- a) Entlaubung des infizierten Teils der Pflanze, um den Virusdruck zu verringern
- b) Inokulation einer schwachen Variante des Virus, um die Pflanze vor der stärkeren und gefährlicheren Form zu schützen
- c) Wöchentliche Desinfektion der Pflanze, um eine Infektion mit dem Virus zu vermeiden

5. Beispiele für anorganische Fungizide, Bakterizide und Virizide (Wählen Sie die richtige Option):

- a) Kupfer
- b) Netzschwefel
- c) Schwefelkalk
- d) Bicarbonat
- e) Strobilurine
- f) Kalk
- g) Magnesium

6. Mechanische Methoden der Krankheitskontrolle (Wählen Sie die richtigen Optionen aus):

- a) Desinfektion
- b) Besprühen mit Pflanzenschutzmitteln
- c) Schnitt
- d) Laubmanagement
- e) Weißanstrich
- f) Hagelschutznetz

7. Hygienemaßnahmen zur Verhinderung der Einschleppung von Krankheiten in die Kultur (Wählen Sie die richtige/n Option/en):

- a) Geimpfter Landwirt
- b) Gezielter Rückschnitt
- c) Gesundes und zertifiziertes Pflanzmaterial
- d) Kontrolle von Insekten-Vektoren
- e) Beseitigung und Verbrennung von Fruchtmumien
- f) Einnetzen

g) Saubere Ausrüstung

8. Kennzeichnen Sie den/die biologischen Wirkstoff/e gegen bakterielle Krankheiten.

- a) *Bacillus amyloliquefaciens*
- b) Zellwände der Hefe *Saccharomyces cerevisiae*
- c) Schwefelkalk
- d) *Aureobasidium pullulans*
- e) Kupfer
- f) Pepinomoaik Virus (PepMV V10)

9. Ein Pflanzenvirus kann überleben in (Wählen Sie die richtige/n Option/en):

- a) Pflanzenmaterial
- b) Vektorinsekt
- c) Substrat

10. Wie können Schutznetze zur mechanischen Bekämpfung von Krankheiten dienen? (Wählen Sie die richtige/n Option/en)

- a) Minimierung von Hagelschäden, die Infektionsstellen für Krankheitserreger bieten
- b) Schutz vor dem Eindringen von Pilzsporen
- c) Abgeschwächte Niederschläge verringern das Risiko von Splashing
- d) Minimierung von Tierschäden, die Infektionsstellen für Krankheitserreger darstellen

5 METHODEN UND WERKZEUGE ZUR UNKRAUTKONTROLLE

5.1. Theoretischer Hintergrund

Lernziele

- Erläutern des Prinzips und der Hauptziele der Unkrautbekämpfung im ökologischen Landbau.
- Auswählen einer geeigneten Kombination von präventiven/kulturellen/kurativen Verfahren zur Gewährleistung einer wirksamen Unkrautbekämpfung.
- Auswählen und empfehlen einer systembasierten, langfristigen Unkrautbekämpfungsstrategie.

5.1.1 Grundsätze der Unkrautbekämpfung im ökologischen Landbau

Eines der wichtigsten Kriterien für den ökologischen Landbau ist die Unkrautbekämpfung ohne den Einsatz von Herbiziden. Zu diesem Zweck sollten alle anderen Elemente der integrierten Unkrautbekämpfung (agrartechnisch, physikalisch, mechanisch, biologisch) und die Elemente der Anbautechnik so weit wie möglich angewendet werden. Die Rolle der lokalen Klima- und Bodenbedingungen bei der Unkrautentwicklung nimmt im Vergleich zur konventionellen Landwirtschaft zu. Daher müssen wir in jedem ökologischen Betrieb mit einer einzigartigen Unkrautflora rechnen. Das wichtigste Prinzip der ökologischen Unkrautbekämpfung ist nicht die Vernichtung von Unkräutern, sondern die Förderung der Entwicklung und Wettbewerbsfähigkeit der Kultur mithilfe bestimmter Elemente der Anbautechnik auf Kosten der Unkräuter durch Nutzung natürlicher Ressourcen. Das Hauptziel der Unkrautbekämpfungsstrategien besteht darin, das landwirtschaftliche Produktionssystem für Unkräuter ungünstig zu gestalten, sodass die schädlichen Auswirkungen überlebender Unkräuter minimiert werden können. Um wirksame Ergebnisse zu erzielen, muss eine systembasierte, langfristige Strategie zur Unkrautbekämpfung entwickelt werden.

Die Unkrautbekämpfung im ökologischen Landbau kann nicht mit einer einzigen Methode erfolgreich durchgeführt werden. Es muss eine Balance zwischen Unkrautbekämpfung und landwirtschaftlicher Produktion gefunden werden, die keinen Rückschritt bedeutet, sondern eine bessere, fortschrittlichere Technologie darstellt. Wenngleich die Existenz von Unkräutern in einem landwirtschaftlichen System sowohl schädlich als auch nützlich ist, besteht das Ziel des ökologischen Landbaus nicht darin, die Unkräuter vollständig auszurotten. Wie in allen Bereichen des Pflanzenschutzes ist auch bei der Unkrautbekämpfung die Vorbeugung am wirksamsten. Dazu gehören die Verwendung von unkrautfreiem, metallversiegeltem Saatgut, gut behandeltem, unkrautfreiem organischem Dünger und Kompost, sowie die Vermeidung der Ausbreitung von Unkraut durch saubere Bodenbearbeitung, Kulturpflege und Erntemaschinen.

5.1.2 Kenntnis und Bedeutung positiver und negativer Wechselwirkungen zwischen Kulturpflanzen und Unkräutern (Hintergrundwissen für weitere Verfahren)

Die ökologische Rolle der Unkräuter kann aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden. Die bekanntesten schädlichen Auswirkungen von Unkräutern bestehen darin, dass sie mit den Pflanzen um Nährstoffe, Wasser, Licht und Platz konkurrieren, die Qualität der Kulturpflanzen mindern und die Produktionskosten erhöhen. Unkräuter haben jedoch auch einige Vorteile. Eine ausgewogene Unkrautpopulation kann für ein günstiges Mikroklima sorgen, und die Wurzeln der Unkräuter können dazu beitragen, die mikrobiologische Aktivität zu erhöhen und die Struktur des Bodens zu verbessern.

Unkraut kann die Artenvielfalt fördern. Unkräuter sind eine Nährstoffquelle für viele Insekten. Auch wenn einige dieser Insekten Schädlinge sind, können andere als Räuber oder Parasitoiden einen Beitrag zum biologischen Pflanzenschutz leisten. Die vollständige Beseitigung von Unkräutern kann auch bedeuten, dass Insekten keine andere Wahl haben, als sich von den Kulturpflanzen zu ernähren. Unkräuter können auch als Indikatorpflanzen betrachtet werden, da sie die Nachteile und Vorteile des Bodens (Nährstoffzufuhr und Bodenbearbeitung) aufzeigen.

Ziele des Unkrautmanagements

Das Wachstum der Weltbevölkerung erfordert eine steigende Nahrungsmittelproduktion, die durch die Steigerung der Erträge und die Anwendung eines nachhaltigen Ansatzes, durch eine verantwortungsvolle Nutzung von Land und Wasser und die Erhöhung der Nahrungsmittelvielfalt erreicht werden kann. Eines der Ziele des integrierten Unkrautmanagements besteht darin, die Unkrautpopulation unter der wirtschaftlichen Schwelle zu halten, indem der Schwerpunkt weniger auf Ausrottungsstrategien gelegt, sondern eine Eindämmungsstrategie für die potenzielle Zunahme der Unkrautvielfalt gefördert wird. Die ökologische Rolle von Unkräutern kann aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden. In der konventionellen Landwirtschaft werden Unkräuter als unerwünschte Eindringlinge betrachtet, die die Ernteerträge verringern und um begrenzte Ressourcen konkurrieren. In dieser Sichtweise erzwingen Unkräuter den Einsatz großer Mengen an menschlicher Arbeit und Technologie, um noch größere Ernteverluste zu verhindern. Andererseits können Unkräuter als nützlicher Bestandteil des Agrarökosystems betrachtet werden, der ergänzende Leistungen zu denen der Kulturpflanzen erbringt, und zwar auf folgende Weise: (i) Bereitstellung von Lebensraum für natürliche Gegenspieler von Schädlingen; (ii) Verringerung der Bodenerosion; (iii) Bereitstellung wichtiger Quellen für Tierfutter und Humanmedizin; (iv) Bereitstellung von Lebensraum für Wildvögel und andere erwünschte Arten der Fauna.

Aus Sicht des Pflanzenschutzes verfolgt die integrierte Unkrautbekämpfung drei Hauptziele:

a. Die Unkrautdichte soll auf ein tolerierbares Maß reduziert werden. Experimentelle Studien beschreiben eine rechteckige Hyperbel für die Beziehung zwischen Ertragsverlusten und Unkrautdichte (Abbildung 5.1). Nach dieser mathematischen Kurve wird die vollständige Beseitigung von Unkräutern in Kulturen infrage gestellt. Gleichzeitig können Ausrottungsbemühungen kostspielig sein und zu schädlichen Umweltschäden führen und lebenden Organismen, einschließlich Menschen, zukünftige Ökosystemdienstleistungen vorenthalten. Es wird auch darauf hingewiesen, dass dieses Verhältnis stark von verschiedenen abiotischen Faktoren wie Wetter und Bodenbedingungen beeinflusst wird. Daher ist eine Unkrautregulierung eher wünschenswert als eine Ausrottung.

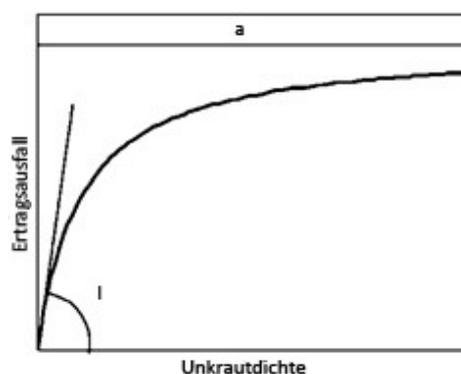


Abbildung 5.1 Rechteckige Hyperbel (aus Cousens, 1985a), die den relativen Ertragsverlust mit der Dichte einer Unkrautart verbindet. Die Parameter „l“ und „a“ stellen die anfängliche Steigung der Kurve bzw. den maximalen Ertragsverlust bei einer sehr hohen Unkrautdichte dar.

b. Verringerung des Schadensumfangs, den eine bestimmte Unkrautdichte verursacht. Die durch Unkräuter verursachten Schäden an den Ernteerträgen lassen sich nicht nur durch eine Verringerung der Unkrautdichte, sondern auch durch eine Minimierung des Ressourcenverbrauchs, des Wachstums und der Wettbewerbsfähigkeit einzelner überlebender Unkräuter verringern. Dies kann erreicht werden, indem das Auftreten von Unkräutern im Vergleich zum Auftreten von Pflanzen verzögert oder beschleunigt wird, indem der Anteil der für Pflanzen verfügbaren Ressourcen erhöht wird und indem Unkräuter mit mechanischen oder biologischen Mitteln geschädigt werden. Beschleunigung des Unkrautwachstums, um es in einem Schritt mechanisch oder thermisch zu bekämpfen, bevor die Kulturpflanze durchbricht.

c. Veränderung der Zusammensetzung der Unkrautgemeinschaft hin zu weniger aggressiven, leichter zu bekämpfenden Arten. Unkrautarten verhalten sich in ihrer Beziehung zu den Kulturpflanzen unterschiedlich. Sie unterscheiden sich im Grad der Schädigung und in den Problemen, die sie bei der Bewirtschaftung und den Ernteverfahren verursachen. Daher muss das Gleichgewicht der Unkrautgemeinschaft von der Dominanz schädlicher Arten im Agrarökosystem auf ein Übergewicht von Arten umgestellt werden, die von den Kulturpflanzen besser toleriert werden können. Dies kann durch die (selektive und direkte) Unterdrückung unerwünschter Arten und die Vermeidung ihrer erneuten Ausbreitung durch Manipulation der Umweltbedingungen geschehen.

Es ist wichtig zu beachten, dass der wirksamste und wirtschaftlichste Unkrautbekämpfungsplan immer mehrere Ansätze erfordert. Bei einer idealen integrierten Unkrautbekämpfungsstrategie im ökologischen Landbau ist es wichtig, die kulturellen, mechanischen und biologischen Methoden zu berücksichtigen, die im Instrumentarium der Unkrautbekämpfung enthalten sind, und jede Komponente trägt zum Gesamtniveau der Unkrautbekämpfung bei, wie mehrere „kleine Hämmerchen“. Ohne dieses Wissen ist es unmöglich, die Auswirkungen von Unkrautbekämpfungsmaßnahmen auf eine bestimmte Unkrautpopulation zu beurteilen.

Unterschied zwischen präventiven und kontrollierenden (kulturellen und kurativen) Maßnahmen

Unkrautbekämpfung im ökologischen Landbau bedeutet einen systematischen Ansatz zur Minimierung der Auswirkungen von Unkräutern, zur Optimierung des Anbaus und umfasst auch Vorbeugung und Abwehr. Das ökologische Konzept der „maximalen Streuung der Störungen“ bedeutet, die Kulturen und landwirtschaftlichen Praktiken in einem Agrarökosystem so weit wie möglich zu streuen, um eine langfristig wirksame Unkrautbekämpfungsstrategie zu entwickeln. Dieses Konzept führt zu einer konstanten Störung der ökologischen Nischen von Unkräutern und damit zu einer Minimierung des Risikos einer Entwicklung der Unkrautflora hin zu konkurrenzstarken Arten. Außerdem verringert ein Anbausystem mit hoher Sortenvielfalt die Möglichkeit der Entwicklung von herbizidresistenten Unkrautpopulationen.

Auf der Grundlage des ökologischen Konzepts sollte ein Unkrautbekämpfungsprozess präventive (indirekte) Methoden und kulturelle/kurative (direkte) Methoden umfassen. Die indirekte Kategorie umfasst alle Methoden, die vor der Aussaat einer Kultur angewandt werden (z. B. Fruchtfolge, Deckfrüchte, Bodenbearbeitungssysteme, Saatbettvorbereitung, Bodensolarisierung, Management von Entwässerungs- und Bewässerungssystemen sowie von Ernterückständen). Die direkte Kategorie umfasst alle Methoden, die während des Vegetationszyklus einer Kultur angewandt werden (z. B. Zeitpunkt und räumliche Anordnung der Aussaat, Wahl des Genotyps der Kultur, Deckfrüchte, Zwischenfruchtanbau, Düngung). Methoden beider Kategorien können entweder die Unkrautdichte

(d. h. die Anzahl der Individuen pro Flächeneinheit) und/oder die Unkrautentwicklung (Biomasseproduktion und Bodenbedeckung) beeinflussen. Während indirekte Methoden jedoch hauptsächlich darauf abzielen, die Anzahl der in einer Kultur aufkommenden Pflanzen zu verringern, zielen direkte Methoden auch darauf ab, die Konkurrenzfähigkeit der Kultur gegenüber Unkräutern zu erhöhen.

Tabelle 5.1 enthält eine Klassifizierung der in einem integrierten Unkrautmanagementsystem potenziell anwendbaren Kulturtechniken auf der Grundlage ihrer hauptsächlichlichen Wirkung.

Tabelle 5.1 Kulturtechniken und ihre Auswirkungen in der ökologischen Unkrautbekämpfung

Kulturelle Praxis	Kategorie	Hauptsächlichliche Wirkung	Beispiel
Fruchtfolge	Präventiv	Verringerung des Auflaufens von Unkraut	Wechsel zwischen Winter- und Frühjahrs-/Sommerkulturen, Wechsel zwischen Blatt- und Wurzelgemüse und Getreide
Deckfrüchte (Gründüngung, Totmulch)	Präventiv	Verringerung des Auflaufens von Unkraut	Deckfrucht, die zwischen zwei Kulturen angebaut wird
Primäre Bodenbearbeitung	Präventiv	Verringerung des Auflaufens von Unkraut	Tiefpflügen, Wechsel zwischen Pflügen und reduzierter Bodenbearbeitung
Vorbereitung des Saatbettes	Präventiv	Verringerung des Auflaufens von Unkraut	Falsche (abgestandene) Saatbetttechnik
Bodensolarisation	Präventiv	Verringerung des Auflaufens von Unkraut	Verwendung von schwarzen oder transparenten Folien
Be- und Entwässerungssysteme	Präventiv	Verringerung des Auflaufens von Unkraut	Installation von Bewässerungsanlagen (Mikrobewässerung, Tropfbewässerung), Beseitigung der Vegetation entlang von Wassergräben.
Ernterückstandsbewirtschaftung	Präventiv	Verringerung des Auflaufens von Unkraut	Stoppelbearbeitung
Aussaat/Pflanzzeitpunkt, räumliche Anordnung der Kulturen	Kulturell	Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Pflanzen	Verwendung von Stecklingen, Vorziehen oder Verschieben des Aussaat-/Pflanztermins
Wahl des Genotyps der Kulturpflanze	Kulturell	Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Pflanzen	Verwendung von Sorten, die sich durch schnellen Aufgang, starkes Wachstum und gute Bodenbedeckung im Frühstadium auszeichnen
Deckfrüchte (lebende Mulchpflanzen)	Kulturell	Verbesserung der Konkurrenzfähigkeit der Pflanzen (Blättdach)	Leguminosen als Deckfrucht in den Zwischenreihen einer Reihenkultur gesät
Zwischenfruchtanbau	Kulturell	Verringerung des Unkrautauflaufens, Verbesserung der Konkurrenzfähigkeit der Pflanzen	Zwischenfruchtanbau von Nutzpflanzen
Düngung	Kulturell	Verringerung des Unkrautauflaufens, Verbesserung der	Verwendung von organischen Düngemitteln mit langsamer Nährstofffreisetzung und

		Konkurrenzfähigkeit der Pflanzen	Zusatzstoffen, Ausbringung von Düngemitteln, Vorziehen oder Verzögern der N-Düngung vor der Aussaat oder der Nachdüngung, Stickstofffixierende Pflanzen als Zwischenfrucht
Anbau	Kurativ	Vernichtung der vorhandenen Vegetation, Reduzierung des Unkrautwachstums	Striegeln oder Hacken nach Pflanzenaufgang, Dämme
Thermische Unkrautkontrolle	Kurativ	Vernichtung der vorhandenen Vegetation, Reduzierung des Unkrautwachstums	Beflammung vor Pflanzenaufgang oder örtlich begrenzt nach Pflanzenaufgang
Biologische Unkrautkontrolle	Kurativ	Vernichtung der vorhandenen Vegetation, Reduzierung des Unkrautwachstums	Einsatz von (Unkraut-) artspezifischen Krankheitserregern oder Schädlingen

Ein häufiges Problem bei nicht-chemischen Methoden besteht darin, dass für eine wirksame Bekämpfung häufigere Behandlungen erforderlich sind als bei der chemischen Unkrautbekämpfung. Nicht-chemische Mittel wirken nämlich hauptsächlich auf den oberirdischen Teil der Pflanzen, während systemische Herbizide die gesamte Pflanze abtöten und daher nur ein oder zwei Anwendungen pro Jahr erforderlich sind. Unterschiedliche Faktoren wie die Zusammensetzung der Unkrautarten, die Unkrautbedeckung, die Unkrautakzeptanz, die Unkrautbekämpfungsmethoden, das Klima und die Art der Bodenoberfläche können die Häufigkeit der Behandlungen beeinflussen. Aus diesem Grund ist die Integration von Anbau- und Unkrautbekämpfungsstrategien von entscheidender Bedeutung für den künftigen Erfolg eines landwirtschaftlichen Systems, das sich auf nicht-chemische Methoden der Unkrautbekämpfung stützt.

Überprüfungsfragen

1. Welche mathematische Beziehung besteht zwischen dem Ertragsverlust und der Unkrautdichte? (Kreuzen Sie die richtige Antwort an)

- a) linear
- b) sigmoid
- c) hyperbloid

2. Welche ist eine präventive kulturelle Praxis? (Kreuzen Sie die richtige Antwort an)

- a) thermische Unkrautbekämpfung
- b) Deckfrüchte
- c) Düngung

3. Die vorbeugende Wirkung der Zwischenfruchtanbautechnik ist (Kreuzen Sie die richtige Antwort an):

- a) das Aufkommen von Unkraut zu reduzieren
- b) zur Verbesserung der Konkurrenzfähigkeit der Pflanzen
- c) sowohl a) als auch b)

4. Welches sind die Hauptziele der Unkrautbekämpfung unter dem Gesichtspunkt des Pflanzenschutzes? (Kreuzen Sie die richtige/n Antwort/en an)

- a) Beseitigen aller Unkräuter, um den Ernteertrag zu steigern.
- b) Reduktion der Unkrautdichte auf ein tolerierbares Maß.
- c) Verschiebung der Zusammensetzung der Unkrautgemeinschaft hin zu weniger aggressiven, leichter zu bekämpfenden Arten.
- d) Die Ausrottung von Unkräutern ist erstrebenswerter als die Unkrautbekämpfung.
- e) Verringern des Schadensumfangs, den eine bestimmte Unkrautdichte verursacht.

5. Unkräuter können als nützlicher Bestandteil des Agrarökosystems bewertet werden, weil sie ... (Kreuzen Sie die richtige/n Antwort/en an)

- a) Lebensraum für natürliche Gegenspieler von Schädlingen bieten.
- b) die Bodenerosion verringern.
- c) eine große Menge an menschlicher Nahrung liefern.
- d) Lebensraum für eine Vielzahl von wildlebenden Tierarten bieten.
- e) die Feuchtigkeit verringern.

6. Welche Faktoren können die Häufigkeit von Unkraut-Behandlungen beeinflussen? (Markieren Sie die richtige/n Antwort/en)

- a) Art der angewandten Pflanzenschutzmittel
- b) Zusammensetzung der Unkrautflora
- c) Aufwandmenge von Düngemitteln
- d) Grad der Unkrautakzeptanz
- e) Klima

7. Geben Sie mit R oder F an, ob die Aussage richtig (R) oder falsch (F) ist.

- a) Das wichtigste Prinzip der ökologischen Unkrautbekämpfung ist die Vernichtung von Unkraut. _____
- b) Die Unkrautbekämpfung im ökologischen Landbau kann nicht mit einer einzigen Methode erfolgreich durchgeführt werden. _____

8. Geben Sie mit R oder F an, ob die Aussage richtig (R) oder falsch (F) ist.

- a) Die Unkrautbekämpfung kann im ökologischen Landbau leicht durchgeführt werden, weil sich die Arten in ihrer Beziehung zu den Kulturpflanzen gleich verhalten. _____
- b) Zu den indirekten Verfahren gehören alle Methoden, die vor der Aussaat einer Kultur angewendet werden. _____

9. Geben Sie mit R oder F an, ob die Aussage richtig (R) oder falsch (F) ist.

- a) Die Fruchtfolge ist eine kurative Methode, bei der der Wechsel zwischen Winter- und Frühjahr-Sommer-Kulturen, der Wechsel zwischen Blatt- und Wurzelgemüse und Getreide angewandt wird. _____
- b) Düngung kann die Konkurrenzfähigkeit von Kulturpflanzen verbessern. _____

10. Geben Sie mit R oder F an, ob die Aussage richtig (R) oder falsch (F) ist.

a) Das Gleichgewicht in der Zusammensetzung der Unkrautgemeinschaft muss von der dominierenden zu einer überwiegenden Anzahl von Arten gekippt werden, die von Kulturpflanzen besser toleriert werden können. _____

b) Das ökologische Konzept der „minimalen Diversifizierung von Störungen“ bedeutet, dass Kulturen und landwirtschaftliche Praktiken im Agrarökosystem auf niedrigem Niveau gestreut werden müssen, um eine langfristig wirksame Unkrautbekämpfungsstrategie zu entwickeln.

5.2 Pflanzenschutzmittel zur Unkrautbekämpfung im ökologischen Landbau

Lernziele

- Beschreiben der Arten von Pflanzenschutzmitteln, die im ökologischen Landbau eingesetzt werden dürfen.
- Wahl der geeigneten Pflanzenschutzmittel zur Unkrautbekämpfung.
- Wissen über den rechtlichen Hintergrund von Pflanzenschutzmitteln im ökologischen Landbau.

5.2.1 Nicht-synthetische, natürlich vorkommende Verbindungen

Einige Inhaltsstoffe natürlichen Ursprungs sind für die Herbizidanwendung zugelassen. Derzeit spielen ökologische Herbizide und Herbizide mit ökologischem Wirkstoff bei der ökologischen Unkrautbekämpfung jedoch eine untergeordnete Rolle. Dazu gehören bestimmte Formulierungen von Essigsäure (konzentrierter Essig), Pelargonsäure, Maisklebermehl und ätherische Öle.

Maisklebermehl wird als Voraufherbizid gegen Fingerhirse (*Digitaria* sp.) und andere Rasenunkräuter eingesetzt. Es hemmt die Wurzelbildung der Unkräuter. Dabei ist der Zeitpunkt der Anwendung entscheidend, denn wenn das Unkraut bereits gekeimt und Wurzeln geschlagen hat, dient der Maiskleber als Dünger. Er hat auch ernährungsphysiologische Eigenschaften mit 10 Gewichtsprozenten Stickstoff und kann daher als organische Stickstoffquelle dienen. Maiskleber braucht unmittelbar nach der Ausbringung Wasser, aber dann ist eine Trockenperiode erforderlich, um die hemmende Wirkung auf die Wurzelproduktion auszulösen. Bei der ersten Anwendung werden nur etwa 60 % der Unkrautsamen unterdrückt, und eine einzige Anwendung kann 4 bis 6 Wochen lang zur Unterdrückung von Unkraut beitragen. Bei schweren Böden, längerem Regenwetter und Hitzeperioden kann eine monatliche Anwendung oder eine zweite Anwendung im Spätsommer erforderlich sein. Nach mehreren Anwendungen kann der Maiskleber einen Wirkungsgrad von bis zu 80 % erreichen. Die Anwendungsmengen variieren je nach Form: Pulver, pelletiert oder granuliert. Die standardmäßige Ausbringungsmenge beträgt 10 kg Maiskleber pro 100 Quadratmeter Rasenfläche. Diese Menge liefert auch etwa 1 kg Stickstoff pro 10 Quadratmeter. Die Wirkung von Maiskleber ist kumulativ, d. h. die Ergebnisse verbessern sich bei wiederholter Anwendung im Laufe der Zeit. Das bekannteste unkrautvernichtende ätherische Öl ist jenes der Gewürznelke (*Syzygium aromaticum*). Dieses Öl ist das einzige, das als natürliches Unkrautvernichtungsmittel verwendet werden kann. Wintergrün (*Gaultheria fragrantissima*), Zimt (*Cinnamomum verum*) und Sommerbohnenkraut (*Satureja hortensis*) können die unkrautvernichtende Wirkung von Klee verstärken.

Es wurden auch einige selektive Herbizide mit organischen Wirkstoffen auf der Basis von Pilzpathogenen entwickelt, die Phytotoxine, Pathogene und anderen Mikroben beinhalten, die zur biologischen Unkrautbekämpfung eingesetzt werden. Bei Herbiziden mit organischem Wirkstoff kann es sich um Verbindungen und Sekundärmetaboliten handeln, die von Mikroben wie Pilzen, Bakterien oder Protozoen stammen, oder um phytotoxische Pflanzenrückstände, Extrakte oder einzelne Verbindungen, die von anderen Pflanzenarten stammen. Weltweit wurden bisher nur dreizehn Herbizide mit organischen Wirkstoffen entwickelt, die aus Mikroorganismen oder natürlichen Molekülen stammen. Von den dreizehn zugelassenen Herbiziden biologischen Ursprungs basieren neun auf pilzlichen Mikroorganismen, drei auf bakteriellen Mikroorganismen, und eines enthält einen Wirkstoff, der ein natürlicher Pflanzenextrakt ist (Tabelle 5.2).

Tabelle 5.2 Herbizide mit ökologischem Wirkstoff, die für die Unkrautbekämpfung im ökologischen Landbau entwickelt wurden

Name des Produkts	Wirkstoff	Unkrautart	Registrierung	Am Markt
De Vine®	Stamm MVW des Oomyceten <i>Phytophthora palmivora</i>	Latex-Wein (<i>Morrenia odorata</i>)	1981, USA	unbekannt
Collego™ (LockDown)	Sporen des Stammes <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> 20358	Virginische Seidenpflanze (<i>Aeschynomene virginica</i>)	1982/2006, USA	verfügbar
BioMal®	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> f.sp. <i>malvae</i>	Kleinblütige Malve (<i>Malva pusilla</i>)	1992, Kanada	verfügbar, aber begrenzte Produktion
Camperico®	<i>Xanthomonas campestris</i> Stamm JTP482	Einjähriges Rispengras (<i>Poa annua</i>)	1997, Japan	nicht verfügbar
Woad Warrior	Pilz <i>Puccinia thlaspeos</i>	Färberwaid (<i>Isatis tinctoria</i>)	2002, USA	nicht verfügbar
Chontrol®=Ecoclear®	<i>Chondrostereum purpureum</i> Stamm PFC 2139	Stockausschlag von Stümpfen der Schwarzkirsche (<i>Prunus serotina</i>) und der Kanadische Pappel (<i>Populus euramericana</i>) in sandigen Böden von Nadelwäldern	2004/2007	verfügbar
Mycotech™	<i>Chondrostereum purpureum</i> Stamm HQ1	Stockausschlag von Stümpfen der Schwarzkirsche (<i>Prunus serotina</i>)	2004/2007, Kanada	nicht verfügbar
Smoulder WP, Smoulder G	<i>Alternaria destruens</i> Stamm 059	Teufelszwirn (<i>Cuscuta</i> sp.)	2005, USA	verfügbar
Sarritor	<i>Sclerotinia minor</i> Stamm IMI 344141	zweikeimblättrige Unkräuter in Rasenflächen	2007, Kanada	verfügbar
Organo-Sol® (Kona)	<i>Lactobacillus casei</i> Stamm LPT-111	Weißklee (<i>Trifolium repens</i>) Rotklee	2010, Kanada	verfügbar

	<i>L. rhamnosus</i> Stamm LPT-21 <i>L. lactis</i> ssp. <i>lactis</i> Stamm LL64/CSL <i>L. lactis</i> ssp. <i>lactis</i> Stamm LL102/CSL <i>L. lactis</i> ssp. <i>cremoris</i> Stamm M11/CSL	(<i>Trifolium pratense</i>) Hornklee (<i>Lotus corniculatus</i>) Hopfenklee (<i>Medicago lupulina</i>) Waldsauerklee (<i>Oxalis acetosella</i>)		
Phoma	<i>Phoma macrostoma</i> Stamm 94-44B	zweikeimblättrige Unkräuter	2011, USA und Kanada	verfügbar
Opportune™	Thaxtomin A, eine Verbindung, die durch Fermentation aus dem <i>Streptomyces acidiscabies</i> -Stamm RL-110 hergestellt wird	Löwenzahn (<i>Taraxacum officinale</i>)	2012, USA	verfügbar
Beloukha®*	gewonnen aus Rapsöl durch ein natürliches Extraktionsverfahren (Nonansäure und Pelargonsäure)	bei Weinreben zur Abtötung von Schösslingen und zur Unkrautbekämpfung und bei Kartoffeln zur Abtötung von Stängeln und Blättern.	2015, USA	verfügbar

* In der EU zulässig

Herbizide mit biologischem Wirkstoff könnten dazu beitragen, sowohl die Wirksamkeit einzelner Unkrautbekämpfungsmethoden als auch die Gesamtwirksamkeit der integrierten Unkrautbekämpfungssysteme zu erhöhen.

Pflanzliche Inhaltsstoffe

Es ist bekannt, dass viele biologisch aktive Verbindungen von Sprosspflanzen produziert werden. Diese Verbindungen sind sekundäre Metaboliten. Ihre Biosynthese kann aus dem Stoffwechsel der primären Verbindungen abgeleitet werden, d. h. sie sind nur sekundär in ihrer Biosynthese und nicht in ihrer Bedeutung. Sekundärmetaboliten sind Endprodukte, die aus verschiedenen Materialien in verschiedenen Stoffwechselwegen synthetisiert werden. Obwohl sich unter ihnen auch anziehende und abstoßende Verbindungen befinden, wirkt die Mehrzahl von ihnen auf lebende Organismen hauptsächlich aufgrund ihrer hemmenden (toxischen) Natur. Diese sekundären Verbindungen können biochemisch vielfältig sein.

- Thiophene. Thiophene sind schwefelhaltige aromatische Verbindungen. Typische Thiophene sind α -Tertieryl und Butenbitieryl. Beide Wirkstoffe finden sich in unserer beliebten Gartenzierpflanze, der Studentenblume (*Tagetes* spp.). Es ist wahrscheinlich, dass Thiophene als Toxine in den Beziehungen zwischen Pflanze und Tier bzw. Pflanze und Pflanze wirken. Thiophene weisen ein breites Spektrum an biologischer Aktivität auf. Sie wirken in erster Linie als Phototoxine. Darüber hinaus sind ihre fungiziden, herbiziden und nematidziden Wirkungen von Bedeutung.

- Kumarine. Kumarine sind Verbindungen, die aus Zimtsäuren bestehen. Ihre einfachste Struktur ist das Kumin selbst, aber es sind auch andere Kumarine (Pyrano- und Furanokumarine) bekannt. In Pflanzen kommen Kumarine hauptsächlich als Glykoside in zuckerähnlichen Verbindungen vor. Sie sind physiologisch äußerst wichtige Verbindungen. Einige Kumarine (einschließlich Kumin selbst)

hemmen die Keimung und die Zellstreckung. Hundertmal wirksamere Wachstumshemmer, wie die in der Praxis verwendeten Phenolsäuren.

- Mono- und Sesquiterpene. Monoterpene kommen als Bestandteile ätherischer Öle im Pflanzenreich vor. Am zahlreichsten sind sie in der Familie der Lippenblütler, Zitrusgewächse und Schmetterlingsblütler vertreten. Die Synthese der ätherischen Öle findet häufig in bestimmten Zellen oder Drüsenhaaren statt. Es ist bekannt, dass Drüsenhaare auf der Blattoberfläche ätherische Öle produzieren und absondern können. Die Funktion der ätherischen Öle ist von Fall zu Fall unterschiedlich. Sie haben eine hemmende Wirkung auf die Keimung und das Pflanzenwachstum. Aus diesem Grund sind sie auch wichtig für die Konkurrenz zwischen Pflanzenarten. Dadurch eignen sie sich zur Unkrautbekämpfung. Unter Laborbedingungen wurde die hemmende Wirkung von ätherischen Ölen auf das Wachstum von Bakterien und Pilzen nachgewiesen.

- Triterpene. Glykoside der Triterpene werden als Saponine bezeichnet. Saponine kommen in Pflanzen häufig als Komplexe vor. Luzerne, die als Futterpflanze bekannt ist, enthält zum Beispiel neben der Arzneimittelsäure 11 Saponine. Sie reichern sich hauptsächlich in den Blättern und Früchten der betreffenden Pflanzenart an.

Tabelle 5.3 Pflanzenarten und ihre Teile können bei der Unkrautbekämpfung als Extrakt verwendet werden. H - Herbizid, I - Insektizid, F - Fungizid, BD - Bodendesinfektionsmittel

Pflanzenart	typisches Bild der Gattung oder der Art	verwendeter Pflanzenteil	Wirkstoff	biologische Wirkung			
				H	I	F	BD
Studentenblume, <i>Tagetes</i> sp.	 Figure 5.2 (E. Takács)	Blühender Spross	α -Tertiaryl, Butenbitienyl	+		+	
Hahnenfuß, <i>Ranunculus</i> sp.	 Figure 5.3 (M. Ábele)	Blattsprosse	Ranunculin	+			+
Schafgarbe, <i>Achillea</i> sp.	 Figure 5.4 (M. Ábele)	Blütenstand, Blatt	Achillin, Anacyclin, Procamazulen	+			+

Rainfarn, <i>Tanacetum vulgare</i>	 Figure 5.5 (M. Ábele)	Blühender Spross	Borneol, Cineol, Isothujon	+	+		+
Braunelle, <i>Prunella</i> sp.	 Figure 5.6 (M. Ábele)	Blattspross	Ursolsäure	+			
Flockenblume, <i>Centaurea</i> sp.	 Figure 5.7 (M. Ábele)	Blühender Spross	Centaurepenzin	+			
Ringelblume, <i>Calendula officinalis</i>	 Figure 5.8 (https://www.shutterstock.com)	Blütenstand	Isorhamnetin	+	+		
Osterluzei, <i>Aristolochia</i> sp.	 Figure 5.9 (M. Ábele)	Frucht, Wurzelstock	Aristolochiasäuren	+			+
Minze, <i>Mentha</i> sp.	 Figure 5.10 (M. Ábele)	Blattspross	Limonen, Menthol, Menton, Menthofuran, Pulegon	+		+	+

Beifuß, <i>Artemisia</i> sp.		Blattspross	Absinthin, Bisabolen, Artemisinin, Thujon Cineol, Tauremizin	+	+		+
Ziest, <i>Stachys annua</i>		Blühender Spross	Stachydrin	+			
Salbei, <i>Salvia</i> sp.		Blatt	Cineol, Cimol	+	+		+

Aufgrund ihrer kurzen Wirkungsdauer und der relativ großen Menge an Extrakt, die erforderlich ist, um die gewünschte Unkrautbekämpfungswirkung zu erzielen, ist es ratsam, Pflanzenextrakte auf einer kleinen Fläche einzusetzen. Unserer Meinung nach lassen sich Pflanzenextrakte bei entsprechender Sorgfalt gut in die Instrumente des ökologischen Landbaus integrieren.

Überprüfungsfragen

1. Welches Herbizid mit biologischem Wirkstoff ist in der EU zugelassen? (Kreuzen Sie die richtige Antwort an)

- a) Woad Warrior
- b) Beloukha®
- c) Mycotech™

2. Welches ist das bekannteste unkrautabtötende ätherische Öl? (Kreuzen Sie die richtige Antwort an)

- a) Klee
- b) Zimt
- c) Pfefferminze

3. Welcher der folgenden pflanzlichen Wirkstoffe stammt von *Artemisia* sp.? (Kreuzen Sie die richtige Antwort an)

- a) Absinthin
- b) Limonen
- c) Borneol

4. Benennen Sie diese Pflanze (Kreuzen Sie die richtige Antwort an):

- a) *Tanacetum vulgare*
- b) *Artemisia* sp.
- c) *Ranunculus* sp.



5. Welche chemischen Verbindungen sind sekundäre Stoffwechselprodukte von Pflanzen? (Kreuzen Sie die richtige/n Antwort/en an)

- a) Thiole
- b) Thiophene
- c) Triticonazole
- d) Triterpene
- e) Terbutylazine

6. Von welcher der folgenden Pflanzenarten wird der blühende Spross als Pflanzenextrakt verwendet? (Kreuzen Sie die richtige/n Antwort/en an)

- a) Ziest
- b) Flockenblume
- c) Salbei
- d) Hahnenfuß
- e) Rainfarn

7. Welche der folgenden Pflanzenarten haben auch eine herbizide und bodendesinfizierende Wirkung? (Kreuzen Sie die richtige/n Antwort/en an)

- a) Studentenblume
- b) Beifuß
- c) Minze
- d) Schafgarbe

8. Geben Sie mit R oder F an, ob die Aussage richtig (R) oder falsch (F) ist?

- a) Einige natürlich vorkommende Chemikalien sind zur Herbizidanwendung zugelassen. ____
- b) Sekundärmetaboliten sind die ersten Verbindungen bei der Synthese verschiedener Stoffe in unterschiedlichen Stoffwechselwegen. ____

9. Geben Sie mit R oder F an, ob die Aussage richtig (R) oder falsch (F) ist?

- a) Nur eine geringe Menge des Extrakts ist erforderlich, um die gewünschte herbizide Wirkung zu erzielen. ____
- b) Weltweit wurden dreizehn Herbizide mit organischen Inhaltsstoffen entwickelt. ____

10. Geben Sie mit R oder F an, ob die Aussage wahr (R) oder falsch (F) ist?

- a) Kumarine sind Verbindungen, die aus Ameisensäuren bestehen. ____
- b) Glykoside von Triterpenen werden als Saponine bezeichnet. ____

5.3. Mechanische, agrartechnische und biologische Unkrautbekämpfung

Heutzutage gibt es eine Vielzahl von Entwicklungen im Bereich der nicht-chemischen Unkrautbekämpfung. Die folgenden Techniken sind gängige Strategien zur nicht-chemischen Unkrautbekämpfung im ökologischen Landbau.

Lernziele

- Erläutern des Unterschieds zwischen direkter und indirekter Unkrautbekämpfung im ökologischen Landbau und der verschiedenen Arten von Methoden.
- Wählen und empfehlen der geeignetsten Methoden zur Unkrautbekämpfung entsprechend den Vor- und Nachteilen der Verfahren.

5.3.1 Direkte Unkrautbekämpfung

Die direkte Bekämpfung muss mit langfristigen Präventivmaßnahmen verbunden werden, um die Unkrautpopulation auf einem kontrollierbaren Niveau zu halten.

Thermische Unkrautkontrolle

Die thermische Unkrautkontrolle umfasst die Anwendung von Feuer, Abflammen, Heißwasser, Dampf und Einfrieren. Diese Techniken bekämpfen das Unkraut, ohne den Boden aufzubrechen, und bringen die vergrabenen Samen nicht an die Bodenoberfläche. Mehrere Faktoren (z. B. Temperatur, Einwirkungszeit, Energiezufuhr) können die Wirksamkeit der thermischen Bekämpfung beeinflussen. Viele dieser Methoden töten jedoch nur die Triebe der Zielpflanzen ab, sodass wiederholte Behandlungen erforderlich sein können, um eine Regeneration zu vermeiden. Auf der Grundlage der Wirkungsweise lassen sich die thermischen Bekämpfungsmethoden in drei Gruppen einteilen: (i) direkte Erhitzungsmethoden (Abflammen/Verbrennen, Solarisation, Infrarot-Unkrautvernichter, Heißwasser, Dämpfen, Heißluft), (ii) indirekte Erhitzungsmethoden (Elektroschock, Mikrowellen, Laserstrahlung, ultraviolettes Licht) und (iii) Einfrieren als entgegengesetzter Pflanzenstressfaktor.

- Abflammen/Verbrennen. Pflanzenprozesse können durch hohe Temperaturen geschädigt werden, indem Proteine koagulieren und denaturieren, die Membrandurchlässigkeit erhöht und Enzyme inaktiviert werden. Der thermische Totpunkt für die meisten Pflanzengewebe liegt nach längerer Exposition bei 45 – 55 °C. Die Wirksamkeit des Verfahrens wird hauptsächlich durch die Pflanzengröße zum Zeitpunkt der Behandlung und weniger durch die Dichte der Unkrautpflanzen beeinflusst. Die tolerantesten Arten können unabhängig von der Anzahl der Anwendungen nicht durch Abflammen bekämpft werden. Das Abflammen ist eine erfolgreiche Art der Unkrautbekämpfung, wird aber wegen der hohen Kosten und der höheren Wirksamkeit anderer Methoden in Kulturen nur selten eingesetzt. Das Abflammen wirkt sich nur auf die Samen aus, die sich in der Mulchschicht und auf der unmittelbaren Bodenoberfläche unterhalb der Mulchschicht befinden. Um den Boden zu schonen und die organische Substanz zu erhalten, sollte das Verbrennen nur auf gehäuften Stroh oder auf gesammeltem Unkrautmaterial auf dem Feld durchgeführt werden, das sogenannte Spotbrennen.

Der am häufigsten verwendete Brennstoff in den Brennern ist Flüssiggas (LPG), in der Regel Propan, aber auch erneuerbare Alternativen wie Wasserstoff wurden geprüft. Das Flammjäten (Abbildung 5.14) kann billiger sein als das Jäten von Hand, aber die Maschinenkosten sind hoch. Man kommt zu dem Schluss, dass die Behandlung einer Fläche von 6 bis 20 Hektar die Kosten auf ein vernünftiges Niveau senkt, aber auch die Behandlung kleinerer Flächen könnte je nach Kultur rentabel sein.



Abbildung 5.14 Abflammgerät (<https://www.shutterstock.com>)

- Dämpfen. Die Anwendung von Dampf zur Unkrautkontrolle (Abbildung 5.15) führt zu einem geringfügig niedrigeren Wasserverbrauch und bietet eine bessere Durchdringung des Pflanzendaches im Vergleich zu Heißwasseranwendung. Die Wirksamkeit dieser Methode hängt von der Temperatur des Dampfes, der Unkrautart, der Dauer der Anwendung und der Pflanzengröße ab. Mehrjährige Unkrautarten haben die Fähigkeit, sich zu regenerieren, sodass eine wiederholte Behandlung erforderlich ist. Die Samenhülle einjähriger Unkrautarten kann einen gewissen Schutz gegenüber dem Dampf bieten. Die mobile Bodenbedampfung wird kommerziell zur Unkrautbekämpfung auf dem Feld und in Gewächshäusern eingesetzt, um sowohl Pathogene als auch Unkraut zu bekämpfen und den Boden zu sterilisieren. Das Interesse an Dampfsterilisationsmethoden wurde durch die Sorge um die Verwendung des hochgiftigen Methylbromids neu geweckt. Unter Metallwannen, die 3 bis 8 Minuten lang auf frisch angelegte Beete gedrückt werden, wird Dampf unter Druck angewendet. Der Dampf erhöht die Bodentemperatur auf 70 bis 100 °C und tötet die meisten Unkrautsamen bis zu einer Tiefe von mindestens 10 cm ab, wobei Unkrautsamen unterhalb der behandelten Schicht nicht betroffen sind. Wenn keine weitere Anbaubehandlung folgt, kann die Unkrautbekämpfung zwei Saisons lang wirksam bleiben.



Abbildung 5.15 mobiler Handdämpfer zur Unkrautkontrolle (<https://www.shutterstock.com>)

- Solarisation. Die Solarisation ist ein vorbeugendes Verfahren, das die Wärme der Sonne zur Unkrautkontrolle nutzt. Zu diesem Zweck wird eine schwarze oder durchsichtige Kunststoffabdeckung über die Bodenoberfläche gelegt, um die Sonnenstrahlung einzufangen (Abbildung 5.16). Die erhöhte Bodentemperatur tötet Pflanzen, Samen, Pflanzenpathogene und verschiedene Entwicklungsstadien von Schädlingen ab, sodass eine hohe Bodentemperatur als Bodendesinfektionstechnik deklariert wird. Für eine wirksame Solarisationsmethode sind ein warmer, feuchter Boden und eine intensive Strahlung erforderlich, die den ganzen Tag über anhält. Die Feuchtigkeit des Bodens ist für einen wirksamen Prozess erforderlich. Daher ist eine Bewässerung des Bodens vor der Solarisation notwendig. Es wurde auch festgestellt, dass der Erfolg der Bodensolarisierung nicht von der im Boden gemessenen Spitztemperatur abhängt, sondern vielmehr von der Zeitspanne, in der die Temperatur Tag für Tag über einem bestimmten Schwellenwert (45 °C) liegt. Damit die Unkrautbekämpfungswirkung der Solarisation erhalten bleibt, darf der Boden anschließend nicht bearbeitet werden, da sonst Unkrautsamen, die sich in tieferen Bodenschichten befinden (die von der Erwärmung weniger betroffen sind), an die Bodenoberfläche gebracht werden und keimen können.



Abbildung 5.16 Solarisation als Methode der Unkrautbekämpfung (<https://www.shutterstock.com>)

- Infrarotstrahlung. Der bei dieser Methode verwendete Brenner nutzt Infrarotstrahlung (IR), um das Unkraut abzutöten. Der Brenner erhitzt Keramik- und Metallflächen, die die Wärme (in Form von IR) auf die Unkrautpflanzen abstrahlen. Eine Keramikscheibe, die mit Gas aus einer kleinen Butangasflasche erhitzt wird, erzeugt IR, wenn sie glüht. Dann wird der sogenannte „heiße Speer“ (ein hervorstehender Metallhorn) in die Mitte der zu vernichtenden Pflanze gedrückt und dort einige Sekunden lang gehalten (bei den meisten Unkräutern reichen etwa 1,5 Sekunden, bei hartnäckigeren Pflanzen ist jedoch mehr Zeit erforderlich). Durch die starke Hitze wird die Feuchtigkeit in den Zellen der Pflanzen zum Kochen gebracht, sodass sie platzen. Unmittelbar nach der Behandlung welken die Blätter und verfärben sich dunkelgrün. Außerdem schädigt die Methode die Proteine in den Zellen, sodass die Pflanze bei fehlender Photosynthese absterben wird. Infrarot-Unkrautbekämpfungsgeräte haben den Nachteil, dass sie eine gewisse Zeit zum Aufheizen benötigen, dass die IR-Paneele empfindlich auf mechanische Beschädigungen reagieren und dass sie teurer sind als Unkrautabflamngeräte. Im Gegensatz zu Abflamngeräten können sie jedoch in Situationen eingesetzt werden, in denen eine offene Flamme extrem gefährlich wäre.

- Direkte Hitze. Vor der Anwendung von direkter Hitze zur Zerstörung von Unkrautsamen im Ackerboden wird der Boden bearbeitet und in Dämme gesetzt. Der bearbeitete Erdwall wird angehoben, durch eine mit einem Dieselmotor auf 68 bis 70 °C erhitzte Kammer geführt und dann wieder auf den Boden gelegt, sodass ein Streifen unkrautfreier Erde entsteht. Die Behandlungstiefe reicht von 10 cm für flach wurzelnde Pflanzen bis zu 25 cm für Kartoffeln. Das Trockenhitzesystem ermöglicht im Vergleich zum Dämpfen eine schnellere Abdeckung eines Feldes.

- elektrische Unkrautbekämpfung. Es gibt zwei Arten von Systemen, die für die elektrische Behandlung verwendet werden. Bei der „Spark-Discharge“-Methode (Funken-Entladungs-Methode) werden Hochspannungsimpulse von kurzer Dauer (z. B. 25 - 60 kV, 1 - 3 μ s) zur Unkrautbekämpfung, zum Ausdünnen der Pflanzen und zur Beschleunigung der Reifung eingesetzt. Bei der Methode des „kontinuierlichen Kontakts“ wird ein Metallapplikator verwendet, der an eine Hochspannungsquelle (z. B. 15 kV, 54 kW, 30 Ampere) angeschlossen ist. Der elektrische Strom fließt in einem geschlossenen Stromkreis durch die Pflanzen bis in die Wurzeln, durch kommunizierende Wurzeln in Nachbarpflanzen und von dort zurück in einen Stromabnehmer an der Bodenoberfläche. In einem solchen Stromkreis bildet die Pflanze einen Widerstand. Die elektrische Spannung schädigt das Chlorophyll der berührten Pflanzen und tötet die Pflanzenzellen ab. Diese Methode wird zur flächendeckenden Unkrautbekämpfung, zum Ausdünnen von Reihenkulturen und zum Beschneiden und Austrocknen von Wurzelfrüchten eingesetzt.

- Einfrieren (kryogene Unkrautbekämpfung). Für die Gefrierbehandlungen werden zwei verschiedene Medien eingesetzt: flüssiger Stickstoff und Kohlendioxidschnee (Trockeneis). Das kryogene System appliziert flüssigen Stickstoff über ein modifiziertes Sprühgerät auf die Zielunkräuter und zerkleinert diese dann mit einer mechanischen Walze mit Auflast. Flüssiger Stickstoff ist wirksamer als Kohlendioxid, aber keines von beiden ist so wirksam wie das Abflammen. Das Einfrieren ist nur dann von Vorteil, wenn beim Abflammen eine offensichtliche Brandgefahr besteht.

Es gibt noch weitere thermische Unkrautbekämpfungsmethoden wie Infrarotstrahlung, Mikrowellenstrahlung, elektrostatische Felder, Bestrahlung, Laser oder ultraviolettes Licht, die in diesem Kapitel jedoch nicht näher erläutert werden.

Mechanische Unkrautkontrolle

Landwirtschaft betreibenden Personen steht eine breite Palette mechanischer Unkrautbekämpfungsgeräte zur Verfügung, von einfachen Handgeräten bis hin zu traktorbetriebenen Geräten. Dazu gehören Kultivierungsgeräte (z. B. Hacken, Eggen, Zinken und Freischneider), Schneidgeräte (z. B. Mäher und Strimmer) und Geräte, die beides vereinen (z. B. Distelstecher). Grundsätzlich ist das vollständige Eingraben der Unkrautkeimlinge in 1 cm Tiefe und das Abschneiden an oder nahe der Bodenoberfläche die wirksamste mechanische Methode der Unkrautbekämpfung. Der Pflanzenbestand und die Unkrautpopulation bestimmen im Wesentlichen den Typ des Geräts und den Zeitpunkt bzw. die Häufigkeit seiner Anwendung, die eine wirksame Unkrautbekämpfung ermöglicht. So eignen sich beispielsweise starre Eggen besser für Ackerkulturen, während andere, wie z. B. Zwischenreihenstriegel, für den Gartenbau effektiver sind. Zu den Nachteilen der mechanischen Unkrautbekämpfung gehören niedrige Arbeitsgeschwindigkeiten, Verzögerungen aufgrund von Nässe und das Risiko, dass die Unkrautbekämpfung fehlschlägt, wenn die Unkräuter größer werden. Die Unkrautbekämpfung ist in früheren Unkrautstadien nicht unbedingt effektiver, da verspätet keimende Unkräuter die Behandlung überleben können. Die mit der mechanischen Unkrautbekämpfung verbundenen zusätzlichen Bodenbearbeitungen könnten die Bodenstruktur beeinträchtigen und möglicherweise die Bodenerosion fördern. Eine verstärkte Mineralisierung von Stickstoff im Boden durch die Bearbeitung kann für die Landwirte ein Problem oder einen Vorteil darstellen.

- Handwerkzeuge. Die manuelle Entfernung von Unkraut ist oft die wirksamste Methode, um zu verhindern, dass sich Unkraut ausbreitet und zu einem ernstem Problem wird. Handgeräte sind aufgrund ihrer Fähigkeit zur vegetativen Vermehrung eher für einjähriges als für mehrjähriges Unkraut geeignet. Manuell betriebene Unkrautbekämpfungsgeräte werden wie folgt unterschieden:

(i) kleine Werkzeuge: Hierbei handelt es sich um traditionelle, handgeführte Hacken, die von den Landwirten eingesetzt werden. Diese Geräte sind zwar für die Beseitigung von Unkraut zwischen den Pflanzen geeignet und sehr effektiv, können aber nur in der Hocke eingesetzt werden und haben eine sehr geringe Arbeitsleistung. Handhacken, Schieberhacken und andere traditionelle Methoden des Handjärens werden weltweit immer noch in Gartenbaukulturen eingesetzt. Das Handjäten wird häufig nach dem mechanischen Jäten zwischen den Reihen eingesetzt, um das in der Reihe verbliebene Unkraut zu beseitigen. Die Anwendung während der Tageshitze bei hellem Sonnenlicht ist am besten, da das Unkraut unter diesen Bedingungen schnell abstirbt. Bei regnerischem Wetter und nassen, lehmigen Böden kann sich das Unkraut erholen oder überleben.

(ii) Spaten oder Hackspaten. Diese Geräte haben gerade, gebogene oder gezackte Klingen. Das Unkraut wird durch Graben, Schneiden und Entwurzeln entfernt. Sie werden in gebückter Haltung betrieben. Die Arbeit ist normalerweise langsam und anstrengend.

(iii) Werkzeuge mit langem Stiel. Bei Langstielgeräten ist ein Bodenbearbeitungswerkzeug am Ende eines 1,5 bis 2 m langen Stiels befestigt. Diese Geräte werden im Schiebe-, Schiebe-Zieh- oder Zugmodus und in stehender Position betrieben. Sie sind für die Arbeit unter krümeligen Bodenfeuchtigkeitsbedingungen ausgelegt und ermöglichen eine hohe Arbeitsleistung in den frühen Phasen des Pflanzenwachstums, wenn das Unkraut noch klein ist.

- Eggen. Das Eggen ist eine traditionelle Form der mechanischen Unkrautbekämpfung (Abbildung 5.17), um einjährige Unkräuter zu bekämpfen, ist aber unwirksam gegen mehrjährige und tief wurzelnde Unkräuter. Um der Kultur einen frühen Vorteil zu verschaffen, indem die ersten aufkommenden Unkräuter durch Federzinken-, Ketten- oder Schleppeggen abgetötet werden, kann nach der Aussaat, aber vor dem Auflaufen der Kultur, blind oder vor dem Auflaufen geeggt werden. Frühes Striegeln ist bei trockenem Wetter und ausreichender Bodenfeuchtigkeit erfolgreich. Der Nachteil des Blindeggens

ist die geringe Wirksamkeit, wenn nur wenige Unkräuter aufgetaucht sind, und manchmal der langsame Aufgang der Pflanzen. Striegeln kann auch nach Pflanzenaufgang angewendet werden, allerdings kann es dabei zu Schädigungen der Pflanzen kommen. Eine Erhöhung der Arbeitstiefe von 10 auf 30 mm verdoppelt die Anzahl der gerodeten Pflanzen und wird durch höhere Bodenfeuchtigkeit und schnellere Arbeitsgeschwindigkeiten weiter verbessert. Die Sortierwirkung der Zinken nimmt mit breiteren Zinken und langsamerer Fahrgeschwindigkeit zu, während die Wurfwirkung mit der Fahrgeschwindigkeit, der Arbeitstiefe und der Zinkenbreite zunimmt.

Ketteneggen mit runden und/oder schiffchenförmigen Gliedern vergraben das Unkraut, ziehen es aber nicht hoch. Sie sind besonders wirksam auf leichten Böden und vor dem Auflaufen der Pflanzen oder bei kurzen Kulturen. Zinkenstriegel mit starren oder gefederten Zinken kultivieren oberflächlich die gesamte Bodenoberfläche und verursachen weniger Ernteschäden. Sie sind auf leichteren Böden effektiver und auf schweren Böden weniger erfolgreich.

Striegel mit flexiblen Zinken (Flexi-Zinken) können selektiv im späten Bestockungsstadium von Getreide eingesetzt werden, wenn das dichte Pflanzenlaub die Zinken in die Zwischenreihen drückt. Sie sind am wirksamsten, wenn sich das Unkraut im Weißfäden- (Unkraut, das gekeimt, aber noch nicht aufgetaucht ist) oder Keimblattstadium befindet. Die Vorteile der Flexi-Zinken liegen in der hohen Arbeitsgeschwindigkeit, dem Aufbrechen von Bodenkrusten und dem Anheben von Abschnitten über der Kultur ohne Verletzung.

Torsionsjäter mit Zinkenpaaren auf beiden Seiten der Pflanzenreihe ermöglichen eine präzisere Arbeit zwischen den Reihen. Die Pflanzen müssen sehr gut durchwurzelt sein und einen ausreichenden Reihenabstand haben. Das optimale Kulturstadium für den Einsatz von Torsionsjätgeräten ist im Blattstadium 2+ und bei sehr guter Durchwurzelung.

Rotierende Unkrautstecher sind Unkrautbekämpfungsgeräte mit Drehzinken, bei denen zwei vom Boden angetriebene „Stern-“ oder „Spinnenzinken“-Rotoren jede Reihe bearbeiten, ermöglichen auch die Unkrautbekämpfung zwischen den Reihen. Der Winkel der Rotoren kann so eingestellt werden, dass der Boden von der Reihe weg oder zur Reihe hin bewegt wird; im letzteren Fall wird der Boden aufgewirbelt, um kleine Unkräuter in der Reihe zu vergraben.



Abbildung 5.17 Eggen für die Unkrautbekämpfung: Kettenegge (links -

<https://www.shutterstock.com>), Torsionsjäter (Mitte – I. Tirczka), Fingerhacke (rechts – I. Tirczka)

- Traktorhacken. Traktorhacken durchschneiden den Boden in einer Tiefe von 2 bis 4 cm mit einer festen, vibrierenden oder rotierenden „A“- oder „L“-Form. Eine größere Arbeitstiefe verbessert die Unkrautbekämpfung kaum, aber eine höhere Fahrgeschwindigkeit erhöht die Bodenbedeckung der Unkräuter und verringert deren Überleben. Die Bodenstruktur ist wichtig: In groben Böden kann das Unkraut in den von der Hacke angehobenen Erdklumpen weiter wachsen. Das Austrocknen der Bodenoberfläche ist ein entscheidender Faktor, um die Regeneration von Unkraut zu verhindern, und feuchte Bedingungen nach der Hacke können den Bekämpfungsgrad verringern. Die Hacke ist besonders wirksam gegen reifes Unkraut. Hacken bekämpfen Unkräuter innerhalb der Zwischenreihen. Da die Schare alles unterschneiden, müssen die Hacken sehr sorgfältig zwischen den

Pflanzenreihen geführt werden. Ein gutes Saatbett und eine präzise Aussaat sind Voraussetzungen für eine erfolgreiche Hackenarbeit. Um zu vermeiden, dass eine große Anzahl von Pflanzen entfernt und von Erde bedeckt wird, können verschiedene Arten von Schutzvorrichtungen angebracht werden. Diese können die Form von Scheiben, Platten oder Schutzhauben haben.

Die Motorhacke wird von einer Zapfwelle angetrieben und ist mit rotierenden L-förmigen Messern auf einer horizontalen Achse ausgestattet (Abbildung 5.18). Die Breite des Rotors kann auf verschiedene Reihenbreiten eingestellt werden, sodass eine intensivere Bodenbearbeitung möglich ist und auch größeres Unkraut bekämpft werden kann. Die Bodenfräse erfüllt zwei grundlegende Funktionen: (i) Beseitigung kleinerer Unkräuter und (ii) Auflockerung verkrusteter oder verdichteter Böden, um das Auflaufen der Pflanzen zu erleichtern. Eine weitere Entwicklung ist die bodengetriebene Unkrautfräse oder der Rollkultivator, bei dem in der Regel zwei bodengetriebene „Stern-“ oder „Spinnenzinken“-Rotoren jede Reihe abdecken. Die Bodenfräse stört die Ernterückstände nur geringfügig und verbessert so die Infiltration und verhindert Erosion. Ihr Einsatz ist im Allgemeinen auf großflächig gesäte Kulturen wie Mais und Sojabohnen beschränkt, da diese Kulturen relativ tief gepflanzt werden und ein Wurzelsystem haben, das sich schnell genug entwickelt, um die jungen Setzlinge zu verankern.



Abbildung 5.18 Drehhacke (E. Takács)

- Unkrautbürste. Die Unkrautbürste (Abbildung 5.19) ist in erster Linie für die Unkrautbekämpfung zwischen den Reihen von Gemüsekulturen gedacht, kann aber auch in Getreide eingesetzt werden. Es wurden zwei Haupttypen von Unkrautbürsten entwickelt: (i) mit Scheibenbürsten, die in der vertikalen Ebene auf einer horizontalen Achse arbeiten, und (ii) mit Rundbürsten, die in der horizontalen Ebene auf einer vertikalen Achse arbeiten. Im Allgemeinen bestehen die Bürsten aus Glasfaser und sind flexibel. Diese Unkrautbekämpfungsgeräte arbeiten sehr oberflächlich und entwurzeln hauptsächlich Unkraut, aber sie können auch Unkraut vergraben oder brechen. Zum Schutz des Ernteguts kann ein Schutzschild oder ein Schutzzelt verwendet werden. Bei der Verwendung von Bürsten mit horizontaler Achse sollte die Rotationsgeschwindigkeit nur geringfügig höher sein als die Geschwindigkeit des Traktors, da sonst zu viel Staub aufgewirbelt wird. Bei Unkrautbürsten mit horizontaler Achse ist die

Arbeitstiefe der wichtigste Faktor für eine gute Unkrautbekämpfung. Traktorgeschwindigkeit, Bürstengeschwindigkeit und Bodenbeschaffenheit bestimmen die Arbeitstiefe. Eine höhere Drehzahl verbessert die Wirkung nicht, allerdings nutzen sich die Borsten schneller ab. Sie hat den Vorteil, dass sie bei feuchteren Bodenverhältnissen eingesetzt werden kann als eine Schlepplacke. Wenn der Boden zu hart ist, entfernt die Unkrautbürste nur den Teil des Unkrauts, der sich oberhalb des Bodens befindet, und das Unkraut wächst leicht wieder nach. Bei der Anwendung auf feuchtem Boden lässt die Wirkung nach, weil die Erde an den Borsten kleben bleibt. Bei einigen Modellen von Vertikalachsenbürsten können Winkel, Drehzahl und Drehrichtung der Bürsten eingestellt werden. Vertikalachsenbürsten können so eingestellt werden, dass sie Erde in Richtung der Pflanzenreihe werfen oder Erde und Unkraut aus der Reihe entfernen.



Abbildung 5.19 Unkrautbürste (<https://www.shutterstock.com>)

- Rasenmäher, Mähmaschinen und Freischneider bzw. Trimmer. Diese Methoden werden häufig bei Rasenflächen angewandt, können aber auch in Wein- und Obstanlagen, Weiden und Futterpflanzenkulturen eingesetzt werden, wenn sie in geeigneter Weise angewendet werden. Wenn das Unkraut viel höher ist als die Pflanze, kann es möglich sein, das Unkraut zu „kappen“ und zumindest die weitere Aussaat zu verhindern. Mithilfe von Schnitt- und Mähtechniken können wir jedoch die Größe der Unkräuter und ihre Samenproduktion kontrollieren und die Konkurrenz zwischen Unkräutern und Nutzpflanzen minimieren. Hand- und Radtrimmer bieten die Möglichkeit, Sämlinge und größere Unkräuter vor dem Auflaufen insgesamt oder nach dem Auflaufen zwischen den Pflanzenreihen abzuschneiden, ohne die Bodenoberfläche zu stören. Diese Techniken sind jedoch selten effizient genug, um eine vollständige Unkrautbekämpfung zu erreichen. Das Schneiden und Mähen von Unkräutern reduziert deren Blattfläche, verlangsamt ihr Wachstum und verringert oder verhindert die Samenproduktion. Wiederholtes Mähen verringert die Konkurrenzfähigkeit der Unkräuter, erschöpft die Kohlenhydratreserven in den Wurzeln und verhindert die Samenbildung. Einige Unkräuter, die gemäht werden, wenn sie noch jung sind, werden leicht vom Vieh verzehrt. Mähen kann ein-, zwei- und mehrjährige Unkräuter abtöten oder unterdrücken und dazu beitragen, ihre Ausbreitung einzuschränken. Ein einmaliges Mähen reicht nicht aus, um die meisten Unkräuter zufriedenstellend zu bekämpfen; ein drei- oder viermaliges Mähen pro Jahr über mehrere Jahre hinweg kann jedoch bestimmte Unkräuter stark reduzieren und gelegentlich sogar beseitigen. Regelmäßiges Mähen trägt dazu bei, dass sich Unkräuter nicht etablieren, ausbreiten und mit erwünschten Futterpflanzen konkurrieren.

Tabelle 5.4 Vor- und Nachteile der wichtigsten Geräte, die bei der integrierten Unkrautbekämpfung im ökologischen Landbau eingesetzt werden

Gerät	Positive Wirkung bei der Unkrautbekämpfung	Negativer Effekt der Unkrautbekämpfung
Pflug	Unterbricht das Unkrautwachstum und die Samenproduktion. Vergräbt die in diesem Jahr produzierten Samen und vergräbt mehrjährige Unkräuter und ihre unterirdischen Wurzel-/Stammsysteme.	Unkrautsamen aus der Samenbank werden an die Bodenoberfläche gebracht.
Grubber/ Scheibenegge	Unterbricht das Unkrautwachstum und die Samenproduktion. Vergräbt die in diesem Jahr produzierten Samen und vergräbt/zerteilt mehrjährige Unkräuter und ihre unterirdischen Wurzel-/Stammsysteme.	Kann die Entwicklung von Trieben aus unterirdischen Wurzel-/Stammsystemen von mehrjährigen Unkräutern anregen.
Egge	Zerstört/tötet kleine Unkrautpflanzen. Zerstückelt Wurzel-/Stängelteile von mehrjährigen Unkräutern in der Nähe der Bodenoberfläche.	Stimuliert die Keimung von Unkrautsamen. Kann lebensfähige Wurzel-/Stängelteile von mehrjährigen Unkräutern verbreiten.
Walze	Verbessert die Keimbedingungen für die Kulturpflanzen.	Verbessert die Keimbedingungen für die Unkrautsamen.
Unkrautstriegel	Bedeckt kleine Unkrautpflanzen mit Erde und/oder entwurzelt sie.	Stimuliert die Keimung von Unkrautsamen. Kann die Ernte mehr oder weniger schädigen.
Zwischenreihen- grubber	Bedeckt kleine Unkrautpflanzen mit Erde, entwurzelt sie oder schneidet sie ab.	Kann die Kulturpflanzen schädigen.
Unkrautbürste	Deckt kleine Unkrautpflanzen mit Erde zu oder entwurzelt sie.	Kann die Kulturpflanzen schädigen.
Mäher	Abschneiden von Unkraut in wachsenden Kulturen.	Wenn sie erst nach der Stängelstreckung eingesetzt werden, wird die Nutzpflanze geschädigt.

Mulchen

Mulch ist eine Schicht aus unterschiedlichem Material, die auf die Bodenoberfläche aufgebracht wird. Er bildet eine physische Barriere auf der Bodenoberfläche und blockiert fast das gesamte Licht, das die Oberfläche erreicht. Er hält die Bodenoberfläche schattig und kühl, verringert die täglichen Schwankungen der Bodentemperatur, sodass Unkräuter, die unter dem Mulch auftauchen, nicht genügend Licht zum Überleben haben. Wenn beispielsweise eine Deckfrucht durch extreme Temperaturen, Mähen oder Walzen abgetötet wird, bleiben ihre Reste als Mulch auf der Bodenoberfläche zurück. Dessen Wirksamkeit hängt von der Art des Unkrauts ab. So wird beispielsweise die Keimung von kleinsamigen, breitblättrigen Unkräutern durch eine 2 bis 3 Zentimeter dicke Schicht aus Deckfruchtrückständen wirksam verhindert. Breitblättrige Sämlinge mit größeren Samen, Grassämlinge und mehrjährige Unkräuter, die aus eingegrabenen Rhizomen und Knollen austreiben, können dagegen durchbrechen, aber ihr Wachstum kann durch Rückstände einer Deckfrucht mit hoher Biomasse verzögert werden. Die Mulchwirkung kann durch die Freisetzung von allelopathischen Substanzen aus den verrottenden Rückständen verstärkt werden. Außerdem bietet Mulch Lebensraum für Laufkäfer und andere Räuber von Unkrautsamen sowie für Mikroorganismen, die Unkrautkeimlinge befallen und abtöten können. Je nach Art des Bodenbedeckungsmaterials gibt

es verschiedene Arten von Mulch: organische (Laub, Grasschnitt, Torfmoos, Holzschnitzel, Rindenschnitzel, Strohmulch, Kiefernstroh, biologisch abbaubarer Mulch, Pappe/Zeitungspapier) und synthetische (Gummi, Kunststoff, Polypropylen und Polyethylen, Teppich, farbiger Mulch). Mulch kann auch wie folgt unterteilt werden:

- Mulchschichte. Unkrautbekämpfung im ökologischen Landbau eingesetzt, sind aber für geringwertigere, großflächige Feldkulturen im Allgemeinen nicht geeignet. Kunststoffmulche haben eine doppelte Wirkung: Sie filtern selektiv die photosynthetisch aktive Strahlung (PAR) heraus und lassen Infrarotlicht zur Erwärmung des Bodens durch (thermische Unkrautbekämpfung). Hinsichtlich der Farbe des Mulchs wurde festgestellt, dass weiße und grüne Abdeckungen wenig Wirkung auf das Unkraut haben, während braune, schwarze, blaue und weiße auf schwarzen (zweifarbigen) Folien das Aufkommen von Unkraut verhindern. Letztere hat den Vorteil, dass der höhere Lichtreflexionsgrad für die Pflanzen von Vorteil ist. Kunststoff- und andere haltbare Mulchfolien haben den Nachteil, dass sie sich auf dem Feld nicht abbauen. Mulche aus Papier (Abbildung 5.20), nicht gewebten Naturfasern und abbaubaren Kunststoffen haben den Vorteil, dass sie sich auf natürliche Weise zersetzen und nach Gebrauch in den Boden eingearbeitet werden können. Durch die richtige Verlegung des Papiers können Schäden durch Regen oder Wind vermieden werden. Zusätzliche Umweltvorteile können sich ergeben, wenn der Papiermulch aus recycelten Materialien wie Kartonagen hergestellt wird. Im Jänner 2018 wurde die Europäische Norm EN 17033: „Kunststoffe - Biologisch abbaubare Mulchfolien für den Einsatz in Landwirtschaft und Gartenbau - Anforderungen und Prüfverfahren“ veröffentlicht. Die Norm wurde vom Europäischen Komitee für Normung, Technisches Komitee CEN/TC 249 Kunststoffe, erarbeitet und gilt für alle Länder der Europäischen Union sowie Mazedonien, Norwegen, Schweden, Schweiz, Serbien, Türkei und das Vereinigte Königreich. Diese Norm regelt die Anforderungen an biologisch abbaubare Kunststoff-Mulchfolien (BDM): ihre Zusammensetzung, ihre biologische Abbaubarkeit im Boden, ihre Auswirkungen auf die Bodenumwelt (Ökotoxizität), ihre mechanischen und optischen Eigenschaften sowie die Prüfverfahren für jede der aufgeführten Kategorien. Sie gilt nicht für Mulchfolien, die nach dem Gebrauch von den Äckern entfernt werden.



Abbildung 5.20 Mulch aus Papier (E. Takács)

- Lebende Mulche (Bodendecker). Lebender Mulch besteht aus einem dichten Bestand niedrig wachsender Arten (Abbildung 5.21), die vor oder nach der Ernte angebaut werden (z. B. Untersaat von Getreide mit Klee und Gras). Er verlangsamt die Entwicklung von Unkräutern und bietet weitere Vorteile (Stickstofffixierung, Schutz des Bodens vor Wasser- und Winderosion, Zunahme von Fraßfeinden von Pflanzenschädlingen). Lebende Mulche kontrollieren Unkraut auf zwei Arten: Wenn sie vor der Etablierung von Unkräutern ausgesät werden, unterdrücken sie Unkräuter durch Konkurrenz. In manchen Situationen können die allelopathischen Eigenschaften von lebenden Mulchen zur Unkrautbekämpfung genutzt werden. Es wurde argumentiert, dass einjährige Unkräuter bei richtiger Bewirtschaftung eine natürliche Bodenbedeckung darstellen würden. Lebende Mulche werden manchmal auch als Deckfrüchte bezeichnet, wachsen aber zumindest einen Teil der Zeit gleichzeitig mit der Kulturpflanze. Deckfrüchte werden in der Regel vor der Etablierung der Kultur abgetötet. Oft ist der Hauptzweck eines lebenden Mulchs die Verbesserung der Bodenstruktur, die Verbesserung der Nährstoffversorgung oder die Vermeidung von Schädlingsbefall; die Unkrautunterdrückung kann nur ein zusätzlicher Nutzen sein. Ein Nachteil von lebendem Mulch ist, dass er mit der Hauptkultur um Nährstoffe und Wasser konkurriert, was zu Ertragseinbußen führen kann. Obwohl Leguminosen als Deckfrucht eine hohe Biomasseproduktion und einen hohen Umsatz aufweisen, ist es unwahrscheinlich, dass sie die organische Substanz des Bodens erhöhen. Das liegt daran, dass Leguminosen, die als lebende Mulchpflanzen verwendet werden, einen höheren N-Gehalt und ein niedriges Verhältnis von C zu N aufweisen. Wenn sich die Leguminosenrückstände zersetzen, steht den Bodenmikroben also ausreichend N zur Verfügung, um den Abbau organischer Stoffe im Boden zu fördern. Daher wird der Einsatz von Leguminosen vor allem dann empfohlen, wenn bereits genügend organisches Material im Boden vorhanden ist.



Abbildung 5.21 Lebender Mulch (Tagetes) und Zuckerrohr (<https://www.shutterstock.com>)

- Partikelmulche. Partikelmulche bestehen aus einer Masse von auf dem Boden verteiltem, losem Material wie Stroh, Rinde und kompostierten kommunalen Grünabfällen (Abbildung 5.22). Der Partikelmulch kann aus Kompost, Dung, Stroh, Sägespänen, Steinen, Kies oder jedem anderen Material bestehen, das den Boden bedeckt. Unkrautsamen im Mulch selbst können ein Problem darstellen, wenn der Kompostierungsprozess nicht vollständig wirksam war oder eine Verunreinigung durch vom

Wind verwehte Samen vorliegt. In Strohmulch sind durchwachsene Getreidesämlinge ein besonderes Problem, da nach der Ernte Getreidekörner und sogar ganze Ähren im Stroh verbleiben. Es besteht die Gefahr, dass Herbizid- oder Wachstumsregulatorenrückstände, die auf dem Stroh von konventionell angebautem Getreide verbleiben, die Ernte schädigen. Bei Partikelmulchen wie Stroh, die aus leichten Materialien bestehen, besteht die Möglichkeit, dass sie vom Wind verweht werden.



Abbildung 5.22 Partikelmulch (<https://www.shutterstock.com>)

Biologische Unkrautkontrolle

Bei biologischen Unkrautregulierungsmethoden werden lebende Organismen wie Insekten, Nematoden, Bakterien oder Pilze eingesetzt, um Unkrautpopulationen zu reduzieren. Die klassische (oder inokulative) Bekämpfung beschreibt die Einführung wirtsspezifischer, exotischer natürlicher Gegenspieler zur Kontrolle gebietsfremder Unkräuter. Bei der inundativen (oder augmentativen) Bekämpfung werden (in der Regel) massenhaft einheimische natürliche Gegenspieler gegen (in der Regel) einheimische Unkräuter produziert und freigesetzt. Die grundlegenden Kriterien für ökologische Produkte sind Wirtsspezifität und Langzeitwirkung. Da auf dem Feld jedoch in der Regel Unkrautpopulationen aus gemischten Arten vorkommen, wird ihre praktische Anwendbarkeit (auch) dadurch erschwert. Im weiteren Sinne wird auch die Allelopathie (sekundäre, hemmende Stoffwechselprodukte, die von bestimmten Pflanzen produziert werden) dazu gezählt. Anfällige Unkräuter sterben zwar nicht ab, erleiden aber eine erhebliche biologische Beeinträchtigung, sodass sie keine konkurrenzfähigen Partner für gesunde Kulturpflanzen sind. Vorbeugende kulturelle Praktiken sowie physikalische Bekämpfungsmaßnahmen wie Anbau, Abflammen und Mulchen gehören normalerweise zur Unkrautbekämpfungsstrategie eines Biobetriebs, wobei biologische Produkte oder Wirkstoffe höchstens eine untergeordnete Rolle spielen. Biologische Prozesse können jedoch zur Wirksamkeit von Praktiken wie Deckfruchtanbau, Mulchen, Fruchtfolge und Diversifizierung des Betriebs beitragen, um den Unkrautdruck zu verringern. Zu den biologischen Prozessen, die sich auf Unkräuter auswirken können, gehören: (i) Herbivorie - direkter Verzehr von Unkrautsämlingen, Blättern oder Wurzeln ausgewachsener Unkräuter, (ii) durch Bakterien, Pilze und andere

Mikroorganismen verursachte Krankheiten, (iii) Wechselwirkungen zwischen Pflanze, Boden und Mikroorganismen, die die Vitalität und Wettbewerbsfähigkeit von Unkräutern gegenüber der Kulturpflanze verändern, (iv) Allelopathie - Unterdrückung des Unkrautwachstums durch Substanzen, die von anderen Pflanzen freigesetzt werden, (v) Verzehr von Unkrautsamen und (vi) Verfall von Unkrautsamen.

Es ist wichtig, biologische Bekämpfungsmittel eingehend auf ihre Wirtsspezifität zu testen. Vieles davon befindet sich noch in der Forschungs- und Entwicklungsphase. Einige biologische Prozesse sind jedoch hinreichend gut bekannt und dokumentiert, um als wirksame Methoden zur Verbesserung des Erfolgs des gesamten Unkrautbekämpfungsprogramms eingesetzt zu werden. Darüber hinaus setzen viele diversifizierte Betriebe Vieh und Geflügel als Unkrautkonsumenten ein, oft mit erheblichem Nutzen.

- Allelopathie. Es handelt sich um den Effekt, wenn Pflanzen natürliche Substanzen freisetzen, die die Keimung und das frühe Wachstum von Unkrautsamen unterdrücken oder behindern (Abbildung 5.23). Der Ursprung dieser Substanzen kann sein: (i) Ausscheidung (Exudate) durch lebende Pflanzenwurzeln, (ii) Auswaschung aus Blättern und (iii) Freisetzung während der mikrobiellen Zersetzung von Pflanzenresten. Diese Allelochemikalien, von denen einige so stark sind, dass man sie als Herbizide der Natur bezeichnen könnte, wirken vor allem auf keimende Samen, Sämlinge und Jungpflanzen, indem sie ihr Wachstum bremsen, sichtbare Schäden an Wurzeln oder Trieben verursachen oder sie sogar ganz abtöten. Viele Deckfrüchte und einige Gemüsesorten üben nachweislich eine erhebliche allelopathische Wirkung auf Unkräuter aus, insbesondere auf junge einjährige Unkräuter. Deckfrüchte aus der Familie der Brassicaceen, darunter Raps, Senf und Radieschen, enthalten eine Reihe von Verbindungen, die als Senfölglykoside bezeichnet werden. Diese zerfallen bei der Zersetzung der Rückstände in starke flüchtige Allelochemikalien, sogenannte Isothiocyanate, die sowohl das Pflanzenwachstum als auch die mikrobielle Aktivität beeinträchtigen können. Gut dokumentierte Beispiele sind Roggen, andere Getreidesorten, Sorghum, Sorghum-Sudangras-Hybride, Futterrettich und andere Kohlarten sowie Süßkartoffeln. Hier ein Beispiel dafür, dass eine allelopathische Beziehung recht spezifisch sein kann. So hemmen die Wurzelexsudate der Sonnenblume das Wachstum von Senf und anderen breitblättrigen Unkräutern, haben aber kaum Auswirkungen auf Gräser. In Feldversuchen mit Direktsaat sind Roggenrückstände stark allelopathisch gegen *Amaranthus* sp. und *Chenopodium album*, aber nicht gegen Ambrosie. Es gibt einige Fälle, in denen die Allelopathie weniger effektiv ist. Transplantate und große Samen reagieren weniger auf die allelopathische Unterdrückung, da sie tief eingepflanzt werden und die von einer Mulchdecke produzierten allelochemischen Stoffe oberhalb der Bodenoberfläche konzentriert sind. In dem Maße, wie die spezifischen allelopathischen Beziehungen besser verstanden werden, können Fruchtfolgen und Anbausysteme so gestaltet werden, dass die Pflanzen einen Vorteil gegenüber den wichtigsten Unkräutern auf einem bestimmten Feld haben. Im Gegensatz zur direkten Konkurrenz kann die Unterdrückung von Unkräutern durch allelopathische Wirkstoffe noch einige Wochen nach Beendigung einer Deckfrucht anhalten. Das Unterpflügen des obersten Aufwuchses als Gründüngung bewirkt einen intensiven, aber relativ kurzen Ausbruch der allelopathischen Aktivität in der gesamten Bodentiefe. Wenn die Rückstände als Mulch auf der Oberfläche verbleiben, entsteht eine flache (weniger als 2,5 cm), aber beständigere allelopathische Zone, die je nach Wetterbedingungen drei bis zehn Wochen andauern kann.

- Boden-Mikrobiota. Die Fähigkeit der Mikrobiota des Bodens, das Wachstum und die Konkurrenzfähigkeit von Unkräutern gegenüber Nutzpflanzen zu beeinflussen, ist Gegenstand zahlreicher faszinierender Forschungsarbeiten. Die Beziehungen zwischen Pflanzen und Bodenmikroben sind äußerst komplex, und die Forschungsergebnisse sind noch nicht konsistent genug, um die Empfehlung von Verfahren zur Einführung, Förderung oder Begrenzung bestimmter Bodenmikroben als Unkrautbekämpfungsmaßnahmen zu rechtfertigen.

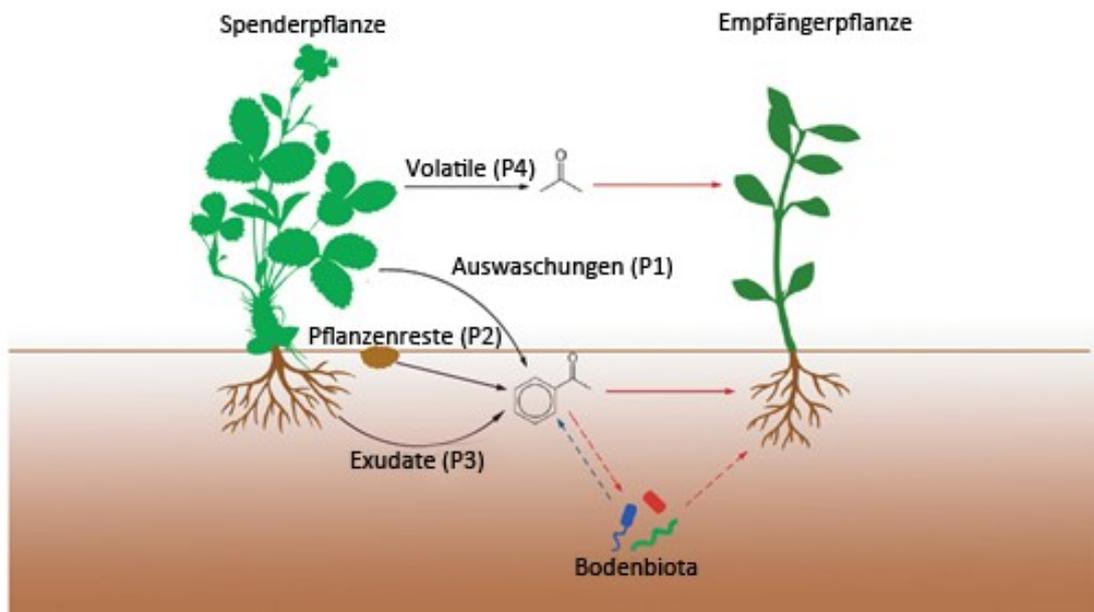


Abbildung 5.23 Die verschiedenen Freisetzungswege und Wirkungen von Allelochemikalien. Die Allelopathie-Pflanze (links) kann Allelochemikalien über vier Wege freisetzen (schwarze Pfeile): Auswaschung durch Regen (P1), Zersetzung von Pflanzenresten (P2), Exudate aus Wurzeln (P3) und Volatilen (P4) (übersetzt nach Zhang et al., 2021).

5.3.2 Indirekte Unkrautkontrolle

Management von Entwässerungs- und Bewässerungssystemen

Die sorgfältige Auswahl und Instandhaltung von Entwässerungs- und Bewässerungssystemen ist eine wichtige Präventivmaßnahme zur Reduzierung des Unkrautbefalls auf dem Feld. Die regelmäßige Beseitigung der Unkrautvegetation entlang der Gräben verhindert das Eindringen von Unkraut in das Feld. Wo es wirtschaftlich machbar ist, wird durch den Ersatz von Gräben durch unterirdische Drainagen eine potenzielle Quelle für Unkrautbefall beseitigt. Lokale Bewässerungssysteme (z. B. Tropfbewässerung) begünstigen die Entwicklung der Pflanzen zum Nachteil der Unkräuter. Im Gegensatz dazu begünstigen verteilte Bewässerungssysteme häufig Unkräuter, da die meisten Unkräuter eine höhere Wassernutzungseffizienz (Produktion von trockener Biomasse pro Einheit Wasser, das für die Evapotranspiration verwendet wird) aufweisen als die Kulturpflanzen.

Bodenbearbeitung

Eines der wichtigsten Ziele aller Bodenbearbeitungsverfahren ist neben anderen positiven Effekten seit jeher, den Bestand an Unkrautsamen im Boden zu verringern und die Nährstoffreserven der unterirdischen vegetativen Fortpflanzungsorgane bei mehrjährigen Arten zu erschöpfen. Unkrautsamen im Boden werden durch die Störung in günstigere bodennahe Schichten zur Keimung gebracht, und die Keimlinge können bei einer wiederholten Bodenbearbeitung leicht zerstört werden. Der Einsatz konventioneller Bodenbearbeitungssysteme ist im ökologischen Landbau von großer Bedeutung. Sie besteht in erster Linie aus einem Tiefpflügen oder Stoppelbearbeitung im Herbst und anschließend, im Frühjahr des folgenden Jahres, aus den Bodenbearbeitungsverfahren zur Vorbereitung der Aussaat (Scheibe, Grubber, Egge, Mähdrescher usw.). Später, in der Vegetation,

können mehrere zusätzliche mechanische Unkrautbekämpfungsmaßnahmen zwischen den Reihen erforderlich werden (Grubber, Unkrautkamm, Unkrautbürste, Spatenhacke usw.). Die Bodenbearbeitung als wirksame Methode wird seit langem zur Unkrautbekämpfung eingesetzt. Verschiedene Faktoren wie Tiefe, Zeitpunkt und Häufigkeit der Bodenbearbeitung können verschiedene Parameter der Unkrautpopulation (Zusammensetzung, Dichte und langfristige Persistenz) beeinflussen. Ähnlich wie bei anderen Unkrautbekämpfungsmethoden gibt es jedoch auch bei der Bodenbearbeitung Konflikte. Feinere Saatbetten erzeugen mehr Unkrautkeimlinge, aber eine glatte Oberfläche erleichtert die direkte Unkrautbekämpfung. Größere Erdklumpen erzeugen weniger Unkrautkeimlinge, aber die raue Oberfläche bietet aufkeimendem Unkraut Schutz vor direkten Unkrautbekämpfungsmethoden. Die Bodenstruktur kann durch übermäßige Bodenbearbeitung geschädigt werden, was längerfristig zu Erosion führt. Eine reduzierte Bodenbearbeitung führt zwar zu einer besseren Kontrolle der Bodenerosion, zur Erhaltung der Bodenfeuchtigkeit und zu einer effizienteren Nutzung fossiler Brennstoffe, aber nicht alle Böden sind für eine reduzierte Bodenbearbeitung geeignet. Die Bodenbearbeitung wird häufig in drei Formen unterteilt: primäre, sekundäre und tertiäre Bodenbearbeitung, aber es gibt auch weitere Formen der Bodenbearbeitung, die nicht in diese Kategorien fallen.

- Primäre Bodenbearbeitung. Die primäre Bodenbearbeitung ist die wichtigste Methode, die für die Kultivierung vor der Aussaat gewählt wird. Sie ist die erste Bodenbearbeitungsmaßnahme in Anbausystemen, die zur Vorbereitung des Bodens für die Anpflanzung durchgeführt wird. Die primäre Bodenbearbeitung ist immer aggressiv und erfolgt in großer Tiefe. Mit ihr werden einjährige und/oder mehrjährige Unkräuter bekämpft, indem ein Teil der keimfähigen Samen und/oder Keimlinge in einer Tiefe vergraben wird, in der die Unkrautsamen nicht mehr aufkeimen können. Die wichtigsten Werkzeuge für die Primärbodenbearbeitung sind Pflüge mit Streichblechen, Scheibenpflüge, Bagger und Meißelpflüge.

- Sekundäre Bodenbearbeitung. Die sekundäre Bodenbearbeitung dient der Vorbereitung des Saatbettes und der Schaffung einer ebenen Oberfläche für die Aussaat, sodass der Boden nicht aggressiv oder tief bearbeitet wird. Ziel ist es, den Boden für die Aussaat oder das Umpflanzen vorzubereiten oder ein falsches Saatbett zu schaffen. Zu den Geräten für die sekundäre Bodenbearbeitung gehören Grubber, Eggen (Scheiben, Federzinken, Radialmesser und Walzen) und Zapfwellenmaschinen, die bis zu einer Tiefe von 10 cm eingesetzt werden. Bei der konservierenden Bodenbearbeitung können diese Geräte den Pflug bei der Primärbodenbearbeitung ersetzen. Die konservierende Bodenbearbeitung ist nützlich, um den Gehalt an organischer Substanz im Boden zu erhalten oder zu erhöhen und um Zeit, Kraftstoff und Kosten zu sparen. Obwohl reduzierte Bodenbearbeitungstechniken einige Probleme mit Unkräutern verursachen können, können Landwirtschaft Betreibende primäre und sekundäre Bodenbearbeitung optimal abwechseln, um die Bodenbewirtschaftung zu optimieren. Indem sie die mechanischen Maßnahmen von Jahr zu Jahr ändern, wird die Kontrolle ein- und mehrjähriger Unkrautarten verbessert. Der Zeitpunkt der Saatbettbereitung wirkt sich erheblich auf die Unkrautpopulationen aus und bietet die Möglichkeit, die Zahl der Unkräuter zu verringern, die in der wachsenden Kultur auftauchen. Eine traditionelle Methode der Unkrautbekämpfung ist die Technik des abgestandenen oder falschen Saatbettes. Die Bodenbearbeitung zur Vorbereitung des Saatbettes hat zwei gegensätzliche Auswirkungen auf Unkräuter: (i) Beseitigung der aufkommenden Vegetation nach der primären Bodenbearbeitung und (ii) Stimulierung der Keimung von Unkrautsamen und des anschließenden Auftretens von Sämlingen. Diese beiden Effekte lassen sich durch die Technik des falschen (abgestandenen) Saatbettes nutzen. Bei dieser Technik wird das Saatbett mehrere Tage/Wochen/Monate vor der Aussaat oder dem Umpflanzen von Pflanzen vorbereitet, um das Auflaufen von Unkraut vor der Aussaat zu fördern. Der Erfolg eines abgestandenen Saatbettes hängt von der Länge der Zeit vor der Aussaat und vom

Unkrautspektrum ab. Später auftretende Unkräuter sind immer noch ein potenzielles Problem. Die Anwendung der Technik des falschen Saatbettes kann das Auftreten von Unkraut um mehr als 80 % im Vergleich zur normalen Saatbettvorbereitung reduzieren. Der wichtigste Faktor neben der Temperatur ist die Feuchtigkeit des Bodens. In trockenen Jahren ist die falsche Saatbettmethode ohne Bewässerung keine gute Methode zur Unkrautbekämpfung. Eine neue Methode zur Verringerung des Keimlingsaufkommens besteht darin, die Saatbettvorbereitung im Dunkeln durchzuführen, um die Keimung von Unkrautsamen nicht zu stimulieren; diese Technik liefert jedoch keine konsequenten Ergebnisse.

- tertiäre Bodenbearbeitung oder Bodenbearbeitung im Anbau. Die Bodenbearbeitung im Anbau erfolgt nach der Aussaat, um eine flache Bodenbearbeitung zu erreichen, die den Boden auflockert und Unkraut bekämpft. Zu diesem Zweck werden Grubber eingesetzt, die das Unkraut auf unterschiedliche Weise bekämpfen können. Das vollständige oder teilweise Vergraben von Unkräutern und ihren Samen kann eine wichtige Ursache für die Mortalität sein. Eine weitere Wirkungsweise ist die Entwurzelung und Unterbrechung des Kontakts der Unkrautwurzeln mit dem Boden. Die Bodenbearbeitung sollte vorzugsweise dann erfolgen, wenn der Boden nicht zu nass ist, da sie die Bodenstruktur beschädigen und die Ausbreitung von mehrjährigen Unkräutern begünstigen kann. Grubber werden im Allgemeinen nach ihrer Anwendung in einer Kultur eingeteilt: Flächengrubber können sowohl in den Reihen als auch zwischen den Reihen eingesetzt werden; Zwischenreihengrubber werden nur zwischen den Reihen eingesetzt; und Reihengrubber werden zur Beseitigung von Unkraut in den Reihen eingesetzt. Zum Beispiel die Bekämpfung von *Cirsium arvense*: Bei der Drahtseilmethode wird das Feld mithilfe von Häufelgeräten anstelle des Pfluges aufgewühlt. Bei der Bodenbearbeitung werden die Erdhügel oder Dämme je nach Kultur mehr oder weniger tief abgetragen und z. B. mit Getreide eingesät oder mit Feldgemüse bepflanzt. Wenn die Saat aufgeht, die Wurzeln der Kulturen aber noch kurz sind, werden die bearbeiteten Hügelkämme an der Grenze zwischen Ober- und Unterboden mit einem über das Hügelgerät gespannten Drahtseil unterschritten und so die Disteltriebe abgeschnitten. Die Unterschneidung mit dem Drahtseil kann sowohl im Herbst als auch im Frühjahr durchgeführt werden.

Fruchtwechsel

Die Fruchtfolge ist ein grundlegendes Verfahren im ökologischen Landbau, um Schädlinge und Krankheiten zu bekämpfen und eine optimale Bodenfruchtbarkeit zu gewährleisten. Darüber hinaus wird die Unkrautbekämpfung durch die Kombination von Fruchtfolge und anderen kulturellen Maßnahmen wirksam unterstützt. Bei der Fruchtfolge werden verschiedene Kulturen in einer systematischen Abfolge auf demselben Land angebaut (Abbildung 5.24). Monokulturen oder ein hoher Anteil ähnlicher Kulturen führen zu einer Unkrautartenzusammensetzung, die an die Wachstumsbedingungen der jeweiligen Kultur angepasst ist (zur Begrenzung der Ackerkratzdistel sollte der Getreideanteil auf maximal 50 % begrenzt werden). Eine Fruchtfolge mit unterschiedlichen Lebenszyklen kann die Entwicklung von Unkraut-Kulturen-Assoziationen stören, indem unterschiedliche Pflanz- und Erntetermine die Etablierung von Unkraut und damit die Samenproduktion verhindern. Da verschiedene Kulturen unterschiedliche Unkrautarten begünstigen, ist es wichtig, in der Fruchtfolge zwischen einjährigen und mehrjährigen Kulturen zu wechseln. Herbst- und Frühlingsaussaaten begünstigen ebenfalls unterschiedliche Unkrautarten, sodass es wichtig ist, innerhalb einer Fruchtfolge zwischen diesen Kulturen zu wechseln. Traditionell wird die Kartoffel in die Fruchtfolge aufgenommen, um Unkrautprobleme zu verringern, bevor eine weniger konkurrenzfähige Kultur angebaut wird. Für einen Biobauern wird die Wahl der Kulturen durch die Berücksichtigung des Bodenfruchtbarkeitsniveaus und die Einbeziehung von fruchtbarkeitsfördernden Perioden in die Fruchtfolge erschwert. Die Einbeziehung einer Brache in die Fruchtfolge reduziert bekanntermaßen mehrjährige Unkräuter. Am besten ist es, Leguminosen mit Gräsern, Frühlingskulturen mit

Herbstkulturen, Reihenkulturen mit dicht gepflanzten Kulturen und Starkzehrer mit Schwachzehrern abzuwechseln. Trotz der Anwendung von Fruchtfolgen haben sich einige Unkräuter als besondere Probleme im ökologischen Landbau erwiesen. Die Quecke (*Elymus repens*) und andere kriechende mehrjährige Gräser sowie die Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*) werden häufig als Hauptproblemunkräuter in allen ökologischen Systemen genannt. Das Schwarze Rispengras (*Alopecurus myosuroides*) und die Ackerkratzdistel können häufiger auftreten, wenn Getreide einen wesentlichen Teil der Fruchtfolge ausmacht. Ampfer (*Rumex* spp.) ist ein besonderes Problem im Grünland, und der Farn (*Pteridium aquilinum*) hat sich zu einem ernststen Problem in Berggebieten mit Weideflächen entwickelt.

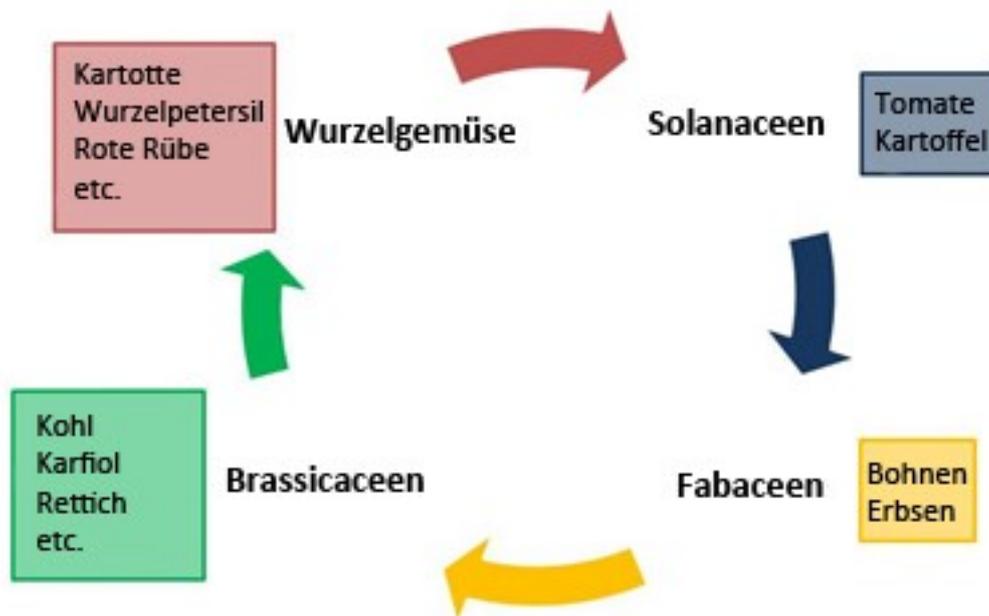


Abbildung 5.24 Möglichkeiten der Fruchtfolge (E. Takács)

Kultursorte

Es ist nicht nur die Wahl der Kulturpflanze, die die Unkrautentwicklung innerhalb einer Fruchtfolge beeinflusst, sondern auch die Eigenschaften der Sorte, wie Morphologie und Wachstumsgeschwindigkeit, können einen erheblichen Einfluss auf die Entwicklung von Unkraut und Kulturpflanze haben. Die Wahl der Sorte und die Saatgutmenge können Unkräuter wirksam unterdrücken und somit auch den Aufwand für die Unkrautbekämpfung minimieren. Zum Beispiel weist die Sommergerste cv. Atem eine höhere Wuchshöhe als die Sorte cv. Triumph auf und hat somit einen größeren Einfluss auf die Unkrautunterdrückung. Auch die Anzahl der auf den Parzellen gefundenen Unkrautarten war in Gegenwart der traditionellen, längerstrohigen Wintergerstensorte Maris Huntsman im Gegensatz zur Sorte Mercia deutlich geringer. Morphologische Merkmale können die Konkurrenzfähigkeit von Kulturpflanzen gegenüber Unkräutern beeinflussen. So ist zum Beispiel die frühe Bodenbedeckung der Kultur entscheidend für die Unterdrückung von Unkräutern, und Forschungen haben ergeben, dass eine größere anfängliche Saatgutgröße die frühe Etablierung der Kultur und damit die Konkurrenzfähigkeit von Winterweizensorten deutlich verbessern kann. Die Identifizierung und Quantifizierung der Merkmale, die mit der Konkurrenzfähigkeit gegenüber Unkräutern zusammenhängen, wird dadurch erschwert, dass verschiedene Sorten zwar einzigartige Merkmale aufweisen, viele dieser Merkmale sich jedoch im Laufe der Entwicklung verändern können. Unterschiedliche Bewurzelungsmuster, frühe Wuchskraft, Blattgröße und allelochemische Eigenschaften können jedoch die Fähigkeit einer Sorte beeinflussen, Unkräuter zu unterdrücken und in Zuchtprogrammen erfolgreich ausgewählt zu werden.

Zwischenfruchtanbau

Zwischenfruchtanbau bedeutet, dass zwischen den Reihen der Hauptfrucht eine niedrigere Kultur angebaut wird (Abbildung 5.25). Der erwartete Hauptnutzen des Zwischenfruchtanbaus ist vermutlich eine Ertragssteigerung und nicht eine verbesserte Unkrautbekämpfung. Es wird behauptet, dass Zwischenfrüchte Unkräuter unterdrücken können, allerdings sollte dies sorgfältig geschehen. Wenn man nicht aufpasst, können Zwischenfrüchte die Erträge der Hauptkultur stark verringern, wenn es zu einer Konkurrenz um Wasser oder Nährstoffe kommt. Ähnlich wie Deckfrüchte erhöhen Zwischenfrüchte die ökologische Vielfalt und die Nutzung der natürlichen Ressourcen durch das Blätterdach, außerdem konkurrieren sie besser mit Unkraut um Licht, Wasser und Nährstoffe. So verringert beispielsweise eine Lauch-Sellerie-Zwischenfrucht, die reihenweise ausgesät wird, die relative Bodenbedeckung durch Unkräuter um 41 %, reduziert die Dichte und Biomasse des Greiskrautes (*Senecio vulgaris*) um 58 % bzw. 98 % und erhöht den Gesamtertrag um 10 % im Vergleich zum Einzelanbau. Auch für Getreide-Leguminosen-Zwischenfrüchte wurden in vielen Umgebungen eine verbesserte Unkrautunterdrückung und ein höherer Ernteertrag nachgewiesen. Wie beim lebenden Mulchen hängt der Erfolg des Zwischenfruchtanbaus davon ab, dass die Anforderungen der einzelnen Arten an Licht, Wasser und Nährstoffe bestmöglich aufeinander abgestimmt sind, was die Komplementarität der Ressourcennutzung erhöht und die Konkurrenz zwischen den Zwischenfrüchten verringert. In der Praxis bedeutet dies die Optimierung der räumlichen Anordnung der Zwischenfrüchte, der relativen Pflanzendichte und des relativen Wachstums der Pflanzen im Laufe der Zeit in einer bestimmten Umgebung.



Abbildung 5.25 Zuckerrohr mit Kohlpflanzen als Zwischenfrucht (<https://www.shutterstock.com>)

Düngung

Der Nährstoffgehalt des Bodens in Agrarökosystemen wird durch die Ausbringung von Düngemitteln verändert, was sich direkt auf die Dynamik der Unkrautpopulation und die Konkurrenz zwischen Pflanzen und Unkraut auswirkt. Zahlreiche Unkräuter sind hohe Stickstoffverbraucher und können daher die Verfügbarkeit von Stickstoff für das Kulturpflanzenwachstum verringern. Der Zeitpunkt, die Dosierung und die Platzierung von Düngemitteln haben einen großen Einfluss auf die Unkrautbekämpfung. Im ökologischen Landbau werden organischer Dünger und Kompost verwendet, um Nährstoffe aufzufüllen, die bei unsachgemäßer Behandlung eine „unkrautfördernde“ Wirkung auf die darin befindlichen lebensfähigen Unkrautsamen haben. Es ist bekannt, dass Unkräuter Nährstoffe früher und in größerer Menge aufnehmen als die mit ihnen vergesellschafteten Kulturpflanzen, so die Nährstoffergänzung sehr sorgfältig erfolgen muss.

Deckfrüchte

Deckfrüchte umfassen ein breites Spektrum von Pflanzen, die aus verschiedenen ökologischen Gründen angebaut werden und den Boden bedecken. Deckfrüchte (Abbildung 5.26) unterdrücken Unkräuter, indem sie um Ressourcen konkurrieren. Darüber hinaus hemmen ihre auf der Bodenoberfläche liegenden Rückstände Unkräuter durch physikalische (Barriere für das Aufkommen und die Vermehrung von Unkräutern, Reduktion des Raums für die normale Entwicklung von Unkräutern), biotische (Blockierung von Licht, Vermeidung von Temperaturschwankungen, Veränderung der für die Keimung erforderlichen Feuchtigkeitsbedingungen) und allelopathische Wechselwirkungen (aus lebendem oder verrottendem Pflanzengewebe freigesetzte Verbindungen). Im Allgemeinen gilt: Je größer die Deckfrucht und je größer die Biomasse- oder Trockenmasseproduktion, desto größer ist die Wirkung auf Unkräuter. Trotz dieser potenziellen Vorteile bieten die physikalischen und biochemischen Wirkungen von Deckfrüchten möglicherweise keine ausreichende Unkrautbekämpfung. Die Unterdrückung von Unkräutern durch Rückstände von Deckfrüchten kann je nach Biomasse und Stickstoffgehalt der Deckfrüchte, Jahreszeit, Wetter und Bodenbedingungen von vernachlässigbar bis hochwirksam sein und zwischen zwei Wochen und mehreren Monaten andauern. Warmes, feuchtes Wetter in Verbindung mit einer hohen biologischen Aktivität im Boden beschleunigt die Zersetzung der Deckfruchtrückstände und ihrer Allelochemikalien und verkürzt so den Zeitraum der Unkrautbekämpfung. Strohhige Rückstände mit niedrigem N-Gehalt halten länger als saftige Rückstände mit hohem N-Gehalt. Ergänzen Sie die Unkrautbekämpfung mit mechanischen Bekämpfungsmethoden und kulturellen Maßnahmen. Die Einbeziehung von

Deckfrüchten wie Roggen, Rotklee, Buchweizen und Ölrettich, Überwinterungskulturen (z. B. Winterweizen) oder Futterpflanzen in das Anbausystem kann das Unkrautwachstum unterdrücken. Sehr konkurrenzstarke Pflanzen können als kurzzeitige „Erstickungspflanzen“ innerhalb der Fruchtfolge angebaut werden. Bei der Auswahl einer Deckfrucht sollte immer berücksichtigt werden, wie sich die Deckfrucht auf die nachfolgende Kultur auswirken wird. Beispiele für stark unkrautunterdrückende Deckfrüchte sind Roggen, Sorghum, Grünkohl, Rauke und Senf. Im Gegensatz dazu kann die direkte Unkrautunterdrückung durch Leguminosen zwar beträchtlich sein, doch ist ihre Restwirkung bei der Unkrautbekämpfung in der Regel geringer. Dies ist bedingt durch die große Menge an Stickstoff, die nach der Abtötung der Deckfrucht aus deren Rückständen freigesetzt wird. So wird das Aufkommen von Unkraut gefördert, insbesondere wenn Leguminosen als Gründüngung verwendet werden.



Abbildung 5.26 Deckfrüchte verbessern die Bodengesundheit in vielerlei Hinsicht (E. Takács)

Hygienemaßnahmen

Es ist möglich, die Einschleppung vieler neuer Unkräuter in den Betrieb zu verhindern und bestehende Unkräuter daran zu hindern, große Mengen an Samen zu produzieren. Die Verwendung von sauberem Saatgut, das Mähen von Unkräutern am Feldrand oder nach der Ernte, um die Aussaat von Unkräutern zu verhindern, und die gründliche Kompostierung von Dung vor der Ausbringung können die Einschleppung von Unkrautsamen und schwierigen Unkrautarten erheblich reduzieren. Es ist sogar möglich, vereinzelte Ausbrüche neuer Unkräuter von Hand auszurotten und so einen künftigen Befall wirksam zu verhindern. Die Aussaat von sauberem, qualitativ hochwertigem Saatgut ist für den Ernteerfolg von entscheidender Bedeutung. Zu den weiteren zu berücksichtigenden Hygienefaktoren gehören die gründliche Reinigung von Maschinen, die möglicherweise auf Unkrautfeldern eingesetzt wurden, auf Waschplätzen und das Anlegen von Hecken, um die Verweh von Samen durch den Wind zu verhindern.

Überprüfungsfragen

1. Die Solarisation ist ein Verfahren, das die Wärme der Sonne zur Unkrautbekämpfung nutzt. Bitte wählen Sie die richtige Art des Verfahrens.

- a) präventiv
- b) kurativ
- c) indirekt

2. Unter Zwischenfruchtanbau versteht man den Anbau von _____ Pflanzen zwischen den Reihen der Hauptkultur. Bitte wählen Sie die richtige Antwort, um den Satz zu vervollständigen.

- a) höheren
- b) Leguminosen
- c) niedrigeren

3. Mulch ist eine Schicht aus organischem Material, die _____ ausgebracht wird. Bitte wählen Sie die richtige Antwort aus, um den Satz abzuschließen.

- a) auf der Bodenoberfläche
- b) nur an sonnigen Tagen
- c) nur an Regentagen

4. Benennen Sie diese Technologie zur Unkrautbekämpfung:

- a) Infrarotstrahlung
- b) Solarisation
- c) Mulchen



5. Der Ursprung natürlicher Substanzen, die eine allelopathische Wirkung auslösen, kann sein (Bitte markieren Sie die richtige/n Antwort/en):

- a) Verteilung durch Bestäuber
- b) Ausscheidung durch lebende Pflanzenwurzeln
- c) Freisetzung bei der mikrobiellen Zersetzung von Pflanzenresten
- d) Auswaschung aus Blättern
- e) Erzeugung durch Mikroorganismen

6. Welche dieser Methoden gehören zur sind direkten Unkrautbekämpfung? (Markieren Sie die richtige/n Antwort/en)

- a) Mulch
- b) Thermische Technologien
- c) Management des Bewässerungssystems
- d) biologische Methoden
- e) Deckfrüchte

7. Wie können Deckfrüchte die Bodengesundheit verbessern? (Markieren Sie die richtige/n Antwort/en)

- a) die Anzahl der Mykorrhizapilze schwächen
- b) Unkraut unterdrücken
- c) die Bodenaggregation verringern

- d) die Erosion verringern
- e) organische Materials zuführen

8. Geben Sie mit R oder F an, ob die Aussage richtig (R) oder falsch (F) ist?

- a) Die thermische Unkrautbekämpfung umfasst die Anwendung von Feuer, Abflammen, Heißwasser, Dampf und Gefrieren. __
- b) Zwischenfrüchte verringern die ökologische Vielfalt. ____

9. Geben Sie mit R oder F an, ob die Aussage richtig (R) oder falsch (F) ist?

- a) Bei biologischen Unkrautbekämpfungsmethoden werden lebende Organismen wie Insekten, Nematoden, Bakterien oder Pilze eingesetzt, um Unkrautpopulationen zu reduzieren. __
- b) Im Allgemeinen gilt: Je größer die Deckfrucht und je höher die Biomasse- oder Trockenmasseproduktion, desto geringer ist der Einfluss auf Unkräuter. ____

10. Geben Sie mit R oder F an, ob die Aussage richtig (R) oder falsch (F) ist?

- a) Die Primärbodenbearbeitung ist die zweite bodenbearbeitende Maßnahme in Anbausystemen, die zur Vorbereitung des Bodens für die Aussaat durchgeführt wird. __
- b) Der Erfolg der Bodensolarisierung hängt hauptsächlich davon ab, dass die Temperatur Tag für Tag über einem bestimmten Schwellenwert (45 °C) liegt. __

6 LITERATUR

1. Abouziena, H.F.; Haggag, W.M. 2016. Weed control in clean agriculture - a review. *Planta daninha*, 34: 377-392. (doi.org/10.1590/S0100-83582016340200019)
2. Auld, B. 2009. Guidelines for monitoring weed control and recovery of native vegetation. Manager Publishing, NSW DPI, Australia, 28 pp.
3. Baldwin, K.R. Crop rotations on organic farms. The North Carolina Cooperative Extension Service. Online verfügbar. URL: <http://carolinafarmstewards.org/wp-content/uploads/2012/12/7-CEFS-Crop-Rotation-on-Organic-Farms.pdf> (aufgerufen am 14 April 2021)
4. Balkcom, S. 1992. Cooperative learning. Online verfügbar. URL: <http://www.ed.gov/pubs/OR/ConsumerGuides/cooplear.html> (aufgerufen am 14 Mai 2021)
5. Bárber, P. 2003. Preventive and cultural methods for weed management. In: *Weed management for developing countries* (Labrada, R. Ed.) Food and agriculture organization of the United Nations. Online verfügbar. URL: <https://www.fao.org/3/y5031e/y5031e0e.htm#bm14> (accessed on 25 Mai 2021)
6. Barić, B.; Pajač Živković, I. 2020. Načela integrirane zaštite bilja. University of Zagreb Faculty of Agriculture, Zagreb, 122 pp.
7. Baric, K.; Ostojic, Z.; Scepanovic, M. 2014. Integrirana zastita bilja od korova. *Glasilo biljne zastite*, 5: 416-434.
8. Barman, P.; Bora, S.S.; Mahanta, N. 2019. Biodiversity enhancement for sustainable organic farming: A review. *Int. J. Chem. Stud.*, 7: 3442-3444.
9. Bass, S.; Dalal-Clayton, B.; Pretty, J. 1995. Participation in Strategies for Sustainable Development. International Institute for Environment and Development. Online verfügbar. URL: <https://pubs.iied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/7754IIED.pdf?> (aufgerufen am 2 September 2021).
10. BELBIN. 2021. The Nine Belbin Team Roles. Online verfügbar. URL: <https://www.belbin.com/about/belbin-team-roles> (aufgerufen am 28 September 2021)
11. Bond, W.; Turner, R.; Grundy, A. 2003. A review of non-chemical weed management. Online verfügbar. URL: https://www.gardenorganic.org.uk/sites/www.gardenorganic.org.uk/files/updated_review_0.pdf (aufgerufen am 29 August 2021).
12. Brown, M.; Perez, J., Miles, A. Teaching Organic Farming & Gardening, Resources for Instructors. 3rd Edition. University of California Santa Cruz, 790 pp. Online verfügbar. URL: <https://agroecology.ucsc.edu/about/publications/Teaching-Organic-Farming/PDF-downloads/TOFG-all.pdf> (aufgerufen am 29 April 2021)
13. Cloutier, D.C.; van der Weide, R.Y.; Peruzzi, A.; Leblanc, M.L. 2007. Mechanical weed management. In: *Non-chemical Weed Management* (Upadhyaya, M.K. and Blackshaw, R.E. Eds.), CAB International, Wallingford, UK, pp. 111-135.
14. Commission Implementing Regulation (EC) No 2021/1165 of 15 July 2021 on authorising certain products and substances for use in organic production and establishing their lists. Online verfügbar. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R1165&from=EN> (aufgerufen am 10 Januar 2021)
15. Dawn C.; Baas, S.; Fleig, A. 2003. Participatory Processes towards Co-Management of Natural Resources in Pastoral Areas of the Middle East: A Training of Trainers Source Book Based on the Principles of Participatory Methods and Approaches. FAO. Online verfügbar. URL: <http://danadeclaration.org/pdf/ChattyBaasFleig.pdf> (aufgerufen am 14 Juni 2021)

16. Dong, Y.; Xu, F.; Du, X.; Ye, H.; Huang, W.; Zhu, Y. 2019. Monitoring and forecasting for disease and pest in crop based on WebGIS system. 8th International Conference on Agro-Geoinformatics, 1-5. (doi: 10.1109/Agro-Geoinformatics.2019.8820620)
17. Dong, Y.; Xu, F.; Liu, L.; Du, X.; Ren, B.; Guo, A.; Geng, Y.; Ruan, C.; Ye, H.; Huang, W.; Zhu, Y. 2020. Automatic System for Crop Pest and Disease Dynamic Monitoring and Early Forecasting. IEEE journal of selected topics in applied earth observations and remote sensing, 13: 4410-4418.
18. Dreistadt, S.H.; Newman, J.P.; Robb, K.L. 1998. Sticky Trap Monitoring of Insect Pests. University of California, Agriculture and Natural Resources, Davis, CA, USA. 8pp. Online verfügbar. URL: <https://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/21572.pdf> (aufgerufen am 15 Juli 2021)
19. Duveskog, D. 2013. Farmer field schools: a platform for transformative learning in rural Africa. PhD Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences. Online verfügbar. URL: https://pub.epsilon.slu.se/10383/1/duveskog_d_130503.pdf (aufgerufen am 10 Juli 2021)
20. EU Pesticide database 2021. Active substances, safeners and synergists (1462 matching records). Online verfügbar. URL: <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/active-substances/?event=search.as> (aufgerufen am 10 Juli 2021)
21. FAO. Community IPM. Facilitating scientific method as follow-up for FFS graduates. Food and Agriculture Organization. Online verfügbar. URL: <http://www.fao.org/3/ca8266en/ca8266en.pdf> (aufgerufen am 20 April 2021)
22. FAO. Fisheries and Aquaculture Management Division 2008. Participatory training and curriculum development for Farmer Field Schools in Guyana and Suriname. A field guide on Integrated Pest Management and Aquaculture in rice. Food and Agriculture Organization. Online verfügbar. URL: <http://www.fao.org/publications/card/en/c/e2cf8500-2b97-5d67-9b49-ac4060ea87b6/> (aufgerufen am 24 April 2021)
23. FAO. Global Farmer Field School Platform. What are FFS? Food and Agriculture Organization. Online verfügbar. URL: <http://www.fao.org/farmer-field-schools/overview/en/> (aufgerufen am 20 April 2021)
24. FAO. INTEGRATED MANAGEMENT OF FALL ARMYWORM: Online verfügbar. URL: <http://www.fao.org/3/i8665en/I8665EN.PDF> (aufgerufen am 20 April 2021)
25. Farag El-Schafie, H.A. 2019. Insect Pest Management in Organic Farm System. In: Multifunctionality and Impacts of Organic and Conventional Agriculture, (Moudry, J. et al. eds.), IntechOpen (DOI: 10.5772/intechopen.84483.) Online verfügbar. URL: <https://www.intechopen.com/chapters/65591> (aufgerufen am 20 April 2021)
26. Federal Ministry of Food and Agriculture. 2021. Organic Farming in Germany. 32 pp. Online verfügbar. URL: <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/OekolandbauDeutschland.html> (aufgerufen am 1 September 2021)
27. Fernandez-Quintanill, C.; Pena-Barragan, J.; Andjar, D.; Dorado, J. 2018. Is the current state of the art of weed monitoring suitable for site-specific weed management in arable crops? Weed Res., 58(4): 259-272 (10.1111/wre.12307)
28. Findafacilitator. The 8 Roles of a Great Facilitator. Online verfügbar. URL: <https://www.findafacilitator.com/8-roles-facilitator/> (aufgerufen am 14 Juli 2021)
29. Fischer-Colbrie, P.; Gross, M.; Hluchy, M.; Hoffmann, U.; Pleininger, S.; Stolz, M. 2014. Atlas der Krankheiten, Schädlinge und Nützlinge im Obst- und Weinbau. ISBN 978-3-7020-1489-6
30. Flint, M.L.; Dreistadt, S.H. 1998. Natural Enemies Handbook. University of California Press edition, 154 pp.
31. Folke, A.L.; Lilleør, H.B. 2014. Beyond the Field: The Impact of Farmer Field Schools on Food Security and Poverty Alleviation. World Development, 64: 843-859. Online verfügbar. URL:

- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X14002058> (aufgerufen am 14 Juli 2021)
32. Forecasting of Plant Diseases. Online verfügbar. URL: <https://www.biologydiscussion.com/plants/plant-diseases/forecasting-of-plant-diseases-botany/58606> (aufgerufen am 30 Mai 2021)
 33. Frankel, M. 2021. Why it's so critical to continuously monitor and manage plant diseases. Online verfügbar. URL: <https://theconversation.com/why-its-so-critical-to-continuously-monitor-and-manage-plant-diseases-139423> (aufgerufen am 7 Juli 2021)
 34. Gage, K.L.; Schwartz-Lazaro, L.M. 2019. Shifting the paradigm: An ecological systems approach to weed management. *Agriculture*, 9: 179. (doi.org/10.3390/agriculture9080179)
 35. Gallagher, K. 2003. Fundamental elements of Farmer Field Schools. FAO. Online verfügbar. URL: <https://www.betuco.be/voorlichting/Field%20farmer%20school/FFS%20Farmer%20Fleld%20school%20Fundamental%20Elements%20of%20FFS.pdf> (aufgerufen am 10 Juni 2021)
 36. GFRAS; 2021. Global Good Practices in Rural Advisory Services Initiative. NOTE 2: Farmer Field Schools. Online verfügbar. URL: <https://www.g-fras.org/en/good-practice-notes/farmer-field-schools.html?showall=1> (aufgerufen am 14 Mai 2021)
 37. Global Crop Pest and Disease Monitoring & Forecasting (PEST&DISEASE). 2021. Online verfügbar. URL: https://www.earthobservations.org/documents/gwp20_22/CROP-PEST-MONITORING.pdf (aufgerufen am 31 Mai 2021)
 38. Hague, T.; Tillett, N.D.; Wheeler, H. 2006. Automated Crop and Weed Monitoring in Widely Spaced Cereals. *Precis. Agric.*, 7: 21-32. (<https://doi.org/10.1007/s11119-005-6787-1>)
 39. Hallmann, J.; Tidemann, A. 2019. Phytomedizin Grundwissen Bachelor. Utb GmbH.
 40. Han, L. 2014. Teacher's Role in Developing Learner Autonomy: A Literature Review, *International Journal of English Language Teaching*, 1(2). doi:10.5430/ijelt.v1n2p21. Online verfügbar. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187705091732094X> (aufgerufen am 02 Mai 2021)
 41. Haron H.; Noor Hida, N.A.; Harun, A. 2017. A Conceptual Model Participatory Engagement Within E-learning Community, *Procedia Computer Science*, 116:242–250. Online verfügbar. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187705091732094X> (aufgerufen am 02 Mai 2021)
 42. Hendrichs, J.; Kenmore, P.; Robinson, A. S.; Vreysen, M. J. B. 2007. Area-Wide Integrated Pest Management (AW-IPM): Principles, Practice and Prospects. In: *Area-Wide Control of Insect Pests*, Vreysen, M.J.B.; Robinson, A.S.; Hendrichs, J. (Eds.). Springer Netherlands: pp. 3–33.
 43. Huang, W.; Shi, Y.; Dong, Y.; Ye, H.; Wu, M.; Cui, B.; Liu, L. 2019. Progress and prospects of crop diseases and pests monitoring by remote sensing. *Smart Agriculture*, 1(4): 1-11. (10.12133/j.smartag.2019.1.4.201905-SA005)
 44. Igrc Baričić, J.; Maceljiski, M. 2001. Ekološki prihvatljiva zaštita bilja od štetnika. Zrinski d.d., Čakovec.
 45. Ikemoto, T. 2005. Intrinsic optimum temperature for development of insects and mites. *Environ. Entomol.*, 34: 1377–1387.
 46. INTRAC. 2017. Participatory Learning and Action (PLA). Online verfügbar. URL: <https://www.intrac.org/wpcms/wp-content/uploads/2017/01/Participatory-learning-and-action.pdf> (aufgerufen am 31 Mai 2021)
 47. Habermas, J.; Shapiro, J.J. 1971. Knowledge and human interests. Beacon Press, 422 pp.
 48. Kaur, T.; Kaur, N.; Bhullar, M.S. 2018. Ecological Methods for Weed Management. In: *Sustainable Agriculture Reviews* 31: 179-216.

49. Knutson, A.E.; Muegge, M.A. 2010. A degree-day model initiated by pheromone trap captures for managing pecan nut casebearer (Lepidoptera: Pyralidae) in pecans. *J. Econ. Entomol.*, 103: 735–743.
50. Kocira, A.; Staniak, M. 2021. Weed Ecology and New Approaches for Management. *Agriculture*, 11(3): 262. (<https://doi.org/10.3390/agriculture11030262>)
51. Liebman, M. 2007. Ecological management of agricultural weeds. Cambridge University Press, 548 pp.
52. Liebman, M.; Baraibar, B.; Buckley, Y.; Childs, D.; Christensen, S.; Cousens, R.; Eizenberg, H.; Heijting, S.; Loddo, D.; Merotto, A.; Renton, M.; Riemens, M. 2016. Ecologically sustainable weed management: How do we get from proof-of-concept to adoption? *Ecol. Appl.*, 26(5): 1352-1369. (doi.org/10.1002/15-0995)
53. Litterick, A.M.; Watson, C.A.; Atkinson, D. 2002. Crop protection in organic agriculture - a simple matter? In Proceedings of the UK Organic Research 2002 Conference (Powell, J. et al., Eds.), Organic Centre Wales, Institute of Rural Studies, University of Wales Aberystwyth, pp. 203-206.
54. Lunenburg, F.C. 2011. Key Components of a Curriculum Plan: Objectives, Content, and Learning Experiences: Schooling, 2(1): 2011. Sam Huston State University. Online verfügbar. URL: <http://www.nationalforum.com/Electronic%20Journal%20Volumes/Lunenburg,%20Fred%20C.%20Components%20of%20a%20Curriculum%20Plan%20Schooling%20V2%20N1%202011.pdf> (aufgerufen am 14 Juli 2021)
55. Maceljski, M. 2002. Poljoprivredna entomologija. Zrinski, Čakovec: 464 pp.
56. Maclaren, C.A.; Storkey, J.; Menegat, A.; Metcalfe, H.; Dehnen-Schmutz, K. 2020. An ecological future for weed science to sustain crop production and the environment. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 40(4). (doi.org/10.1007/s13593-020-00631-6)
57. Mahlein, A. 2016. Plant disease detection by imaging sensors – parallels and specific demands for precision agriculture and plant phenotyping. *Plant Dis.*, 100(2): 241-251. (<https://doi.org/10.1094/PDIS-03-15-0340-FE>)
58. Martens, H.; Martens K. 2002. Organic Weed Control: Cultural and Mechanical Methods. Online verfügbar. URL: <https://www.ecofarmingdaily.com/eco-farming-index/organic-weed-control/> (aufgerufen am 7 Mai 2021)
59. Matyjaszyk, E. 2018. Plant protection means used in organic farming throughout the European Union. *Pest Manag. Sci.*, 74: 505–510. (DOI 10.1002/ps.4789)
60. Messelink, G.J.; Bennison, J.; Alomar, O.; Ingegno, B.L.; Tavella, L.; Shipp, L.; Palevsky, E.; Wackers, F.L. 2014. Approaches to conserving natural enemy populations in greenhouse crops: current methods and future prospects. *BioControl*, 59: 377-393. (doi.org/10.1007/s10526-014-9579-6)
61. Mohler, C.L.; Johnson, S.E. 2009. Crop rotation on organic farms - a planning manual. Sustainable Agriculture Research and Education (SARE) Plant and Life Sciences Publishing (PALS). Online verfügbar. URL: <https://www.sare.org/wp-content/uploads/Crop-Rotation-on-Organic-Farms.pdf> (aufgerufen am 30 August 2021)
62. Mortensen, D.A.; Bastiaans, L.; Sattin, M. 2000. The role of ecology in the development of weed management systems: an outlook. *Weed Research*, 40: 49-62. (doi.org/10.1046/j.1365-3180.2000.00174.x)
63. Newlands, N.K. 2018. Model-Based Forecasting of Agricultural Crop Disease Risk at the Regional Scale, Integrating Airborne Inoculum, Environmental, and Satellite-Based Monitoring Data. *Front. Environ. Sci.*, 6(63): 1-16. (<https://doi.org/10.3389/fenvs.2018.00063>)
64. Oseto, C.Y. 2000. Physical Control of Insects. In: Insect Pest Management. Techniques for Environmental Protection (Rechcigl, J.E.; Rechcigl, N.A. Eds.) Lewis Publishers, pp. 25-100.

65. Participatory methods. 2021. About Participatory Methods. Online verfügbar. URL: <https://www.participatorymethods.org/page/about-participatory-methods> (aufgerufen am 1 Oktober 2021)
66. Peltzer, S. 2021. Assessing weed population density. Online verfügbar. URL: <https://www.agric.wa.gov.au/grains-research-development/assessing-weed-population-density> (aufgerufen am 30 Mai 2021)
67. Philominraj, A.; Bertilla, M.; Ranjan. R. 2020. Participatory Learning: An Appealing Classroom Method to Foster English Language Teaching. *Revista ESPACIOS*. 41(6):1 0. Online verfügbar. URL: <https://www.revistaespacios.com/a20v41n06/a20v41n06p10.pdf> (aufgerufen am 14 Mai 2021)
68. Pontius, J.; Dilts, R.; Bartlett, A. 2002. Ten Years of IPM Training in Asia - From Farmer Field School to Community IPM. FAO. Online verfügbar. URL: <http://www.fao.org/3/AC834E/ac834e07.htm> (aufgerufen am 22 Juli 2021)
69. Prasad, Y.G.; Prabhakar, M. 2012. Pest Monitoring and Forecasting: principles and practice. In *Integrated Pest Management*. (Abrol, D.P.; Shankar, U. Eds.) CAB International, 41-67 (10.1079/9781845938086.0041)
70. Pretty, J.; Guijt, I.M.; Thompson, J.; Scoones, I. 1995. *Trainers' Guide for Participatory Learning and Action*. International Institute for Environment and Development, London, 267 pp. Online verfügbar. URL: https://www.researchgate.net/publication/288832171_Trainers'_Guide_for_Participatory_Learning_and_Action (aufgerufen am 25 Mai 2021)
71. Priya, L.R.; Ignisha Rajathi, G.; Vedhapriyavadhana, R. 2019. Crop Disease Detection and Monitoring System. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(4): 3050-3053. (DOI:10.35940/ijrte.D7857.118419)
72. Quinn, J.A.; Leyton-Brown, K.; Mwebaze, E. 2011. Modeling and Monitoring Crop Disease in Developing Countries. *Proceedings of the Twenty-Fifth AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 1390- 1395.
73. Ramamurthy, V.V.; Akhtar, M.S.; Patankar, N.V.; Menon, P.; Kumar, R.; Singh, S.K.; Ayri, S.; Parveen, S; Mittal, V. 2010. Efficiency of different light sources in light traps in monitoring insect diversity. *Mun. Ent. Zool*. 5(1): 109-114.
74. Scheepens, P.; Hoevers, R. 2007. *Non-chemical crop protection*. Agromisa Foundation and CTA, Wageningen, Netherlands. 84 pp.
75. Schmidt, L. 1970. *Tablice za determinaciju insekata*. Priručnik za agronome, šumare i biologe. Zagreb
76. Schonbeck, M. 2019. An organic weed control toolbox. eOrganic. Online verfügbar. URL: <https://eorganic.org/node/2782> (aufgerufen am 29 August 2021)
77. Scialabba, N.; Gomez, I.; Thivant L. 2015. *Training manual for Organic Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 104 pp. Online verfügbar. URL: http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/sustainability_pathways/docs/Compilation_tech_niques_organic_agriculture_rev.pdf (aufgerufen am 1 September 2021)
78. Slokum, N. 2003. *Participatory Methods Toolkit. A practitioner's manual*. (Second edition), King Baudouin Foundation; The Flemish Institute for Science and Technology Assessment (viWTA). Online verfügbar. URL: https://archive.unu.edu/hq/library/Collection/PDF_files/CRIS/PMT.pdf (aufgerufen am 29 August 2021)
79. Study.com. 2021. Field Study: Definition & Research. Lesson transcript. Online verfügbar. URL: <https://study.com/academy/lesson/field-study-definition-research-quiz.html> (aufgerufen am 29 August 2021)

80. Swanson, B.E.; Benz, R.P.; Sofranko, A.J. 1998. Improving agricultural extension. A reference manual. FAO, 303 pp. Online verfügbar. URL: <https://www.fao.org/3/w5830e/w5830e00.htm> (aufgerufen am 22 Juli 2021)
81. Thacker, J.R.M. 2002. An Introduction to Arthropod Pest Control. Cambridge University Press 336 pp.
82. The Commission of the European Communities 2008. Commission Regulation (EC) No 889/2008 of 5 September 2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control.
83. The European Parliament and the Council of the European Union 2018. Regulation (EU) 2018/848 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on organic production and labelling of organic products and repealing Council Regulation (EC) No 834/2007.
84. Tuckman, B.W. 1965. Developmental sequences in small groups. *Psychological Bulletin*, 63: 348- 399.
85. Tyler, R. W. 1949. Basic Principles of Curriculum and Instruction. ISBN-13:978-0226086507
86. Vassala, P. 2006. The field study as an educational technique in open and distance learning. *The Turkish Online Journal of Distance Education*. 7(4):1. Online verfügbar. URL: <https://www.researchgate.net/publication/26442261> [The field study as an educational technique in open and distance learning](#) (aufgerufen am 30 August 2021)
87. Vincent, C.; Hallman, G.; Panneton, B.; Fleurat-Lessard, F. 2003. Management of agricultural insects with physical control methods. *Annu. Rev. Entomol.*, 48: 261-81. (doi:10.1146/annurev.ento.48.091801.112639)
88. Vincent, C.; Weintraub, P.; Hallman, G. 2009. Chapter 200 - Physical Control of Insect Pests. In: *Encyclopedia of Insects*, 2nd ed. (Vincent, H.R.; Ring T.C. Eds.), Academic Press, Elsevier Inc., 794-798. (doi.org/10.1016/B978-0-12-374144-8.00209-5)
89. Wang, X.F.; Wang, Z.; Zhang, S.W.; Shi, Y. 2015. Monitoring and Discrimination of Plant Disease and Insect Pests based on agricultural IOT. *International Conference on Information Technology and Management Innovation (ICITMI 2015)*: 112- 115.
90. Wilen, C.A.; Koike, S.T.; Ploeg, A.; Tjosvold, S.A.; Bethke J.A.; Mathews, D.M.; Stapleton, J.J. Revised continuously. Monitoring with Sticky Traps. In: *UC IPM Pest Management Guidelines: Floriculture and Ornamental Nurseries*. UC ANR Publication 3392. Online verfügbar. URL: <https://www2.ipm.ucanr.edu/agriculture/floriculture-and-ornamental-nurseries/Monitoring-with-Sticky-Traps/> (aufgerufen am 30 Mai 2021)
91. Witzgall, P.; Kirsch, P.; Cork, A. 2010. Sex pheromones and their impact on pest management. *J. Chem. Ecol.*, 36:80–100.
92. Wszelak, A.; Broughton, S. 2012. W235-D Increasing Farm Biodiversity. University of Tennessee Institute of Agriculture, U.S. Department of Agriculture, UT Extension. Online verfügbar. URL: <https://extension.tennessee.edu/publications/Documents/W235-D.pdf> (aufgerufen am 16 April 2021)
93. Wyniger, R. 1971. *Insektenzucht Methoden der Zucht und Haltung von Insekten und Milben im Laboratorium*. Verlag Eugen Ulmer, 368 pp.
94. Zhang, S.; Huang, W.; Wang, H. 2020. Crop disease monitoring and recognizing system by soft computing and image processing models. *Multimed. Tools. Appl.*, 79: 30905–30916. (<https://doi.org/10.1007/s11042-020-09577-z>)
95. Zhang, Z.; Liu, Y.; Yuan, L.; Weber, E.; van Kleunen, M. 2021. Effect of allelopathy on plant performance: a meta-analysis. *Ecol. Lett.*, 24: 348-362. <https://doi.org/10.1111/ele.13627>