MODUL

Schutz der Kulturen



Inhaltsverzeichnis - Schutz der Kulturen

	Einführung	4
1.	Präventive und nicht-chemische Massnahmen und ihre Potentiale	4
2.	Massnahmen für den nicht-chemischen Schutz der Kulturen	7
2.1	Ackerbauliche Massnahmen um Boden und Pflanzen gesund zu halten	7
2.2	Strukturelemente fördern Nützlinge	10
2.3	Physikalische und mechanische Massnahmen im Anbau	11
2.4	Biologische Pflanzenschutzmassnahmen	13
2.5	Spezialkulturen Apfel- und Weinanbau	15
2.6	Spezialkultur Freilandgemüse	16
3.	Hintergrundinformationen zu den Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Gesundheit und Umwelt	18
3.1	Auswirkungen auf Ökosystemleistungen und Bodenfruchtbarkeit	18
3.2	Auswirkungen auf die Gesundheit und Umwelt	19
	Abbildungsverzeichnis, Kästchenverzeichnis, Verzeichnis Praxisbeispiele	20
	Glossar	21
	Quellenangaben	23

Impressum
Herausgeber: Vision Landwirtschaft
Grafik und Gestaltung: Gabrielle D'Angelo, Vision Landwirtschaft
Zitiervorschlag: Vision Landwirtschaft 2025, Bildungsunterlagen «Zukunft Bauernhof»

© Vision Landwirtschaft 2025. Abdruck mit Quellenangabe gestattet.



Lernziele für das Modul Schutz der Kulturen

Sie kennen ...

- die wichtigsten Merkmale von nicht-chemischen Pflanzenschutzmassnahmen.
- mögliche Lösungen für den Einsatz von nicht-chemischen Pflanzenschutzmassnahmen.

Schutz der Kulturen

Einführung

Ein wichtiges Element für gute Erträge ist, die Pflanzenkulturen zu stärken und zu schützen. Dazu sind in der Praxis seit Jahren verschiedenste Massnahmen entwickelt worden, die sich bewährt haben. Ihr Ziel ist, die Widerstandskraft der Pflanzen anzuregen und ihre Selbstheilungskräfte zu stärken. Von rein chemisch-synthetischem Pflanzenschutz umzustellen auf präventive und nicht-chemische Massnahmen braucht Zeit. In der Umgebung müssen sich genügend Nützlinge einnisten und die Mikroorganismen im Boden sich ausreichend entwickeln. Neben dem positiven Effekt auf die Umwelt kann sich die Rentabilität des Pflanzenbaus verbessern. Forschende von Agroscope untersuchten den Effekt von präventiven und nicht-chemischen Pflanzenschutzmassnahmen für drei Kulturen und konnten zeigen, dass der Verzicht auf chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel wirtschaftlich attraktiv sein kann.

1. Präventive und nicht-chemische Massnahmen und ihre Potentiale

Präventive und nicht-chemische Massnahmen können chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel nicht eins-zu-eins ersetzen. Sie entfalten erst in ihrer Kombination die volle Wirksamkeit (Abb. 1). Basis sind präventive Massnahmen, welche die Widerstandskraft eines Pflanzenbausystems stärken, so dass dieses deutlich weniger anfällig ist gegenüber Krankheiten und Schädlingen, und Unkräuter sich weniger gut ausbreiten können. Entstehen dennoch Schäden über der so genannten Schadschwelle, werden primär nicht-chemische Pflanzenschutzmassnahmen eingesetzt. Wie viel chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel durch andere Pflanzenschutzmassnahmen ersetzt werden können, ist stark abhängig vom Standort und den äusseren Einflüssen wie dem Wetter sowie von der angebauten Kultur und der Art der Schädlinge, Krankheiten und Unkräuter. Eine ökonomische Bewertung und die Vergleichbarkeit zwischen den Massnahmen sind daher schwierig.

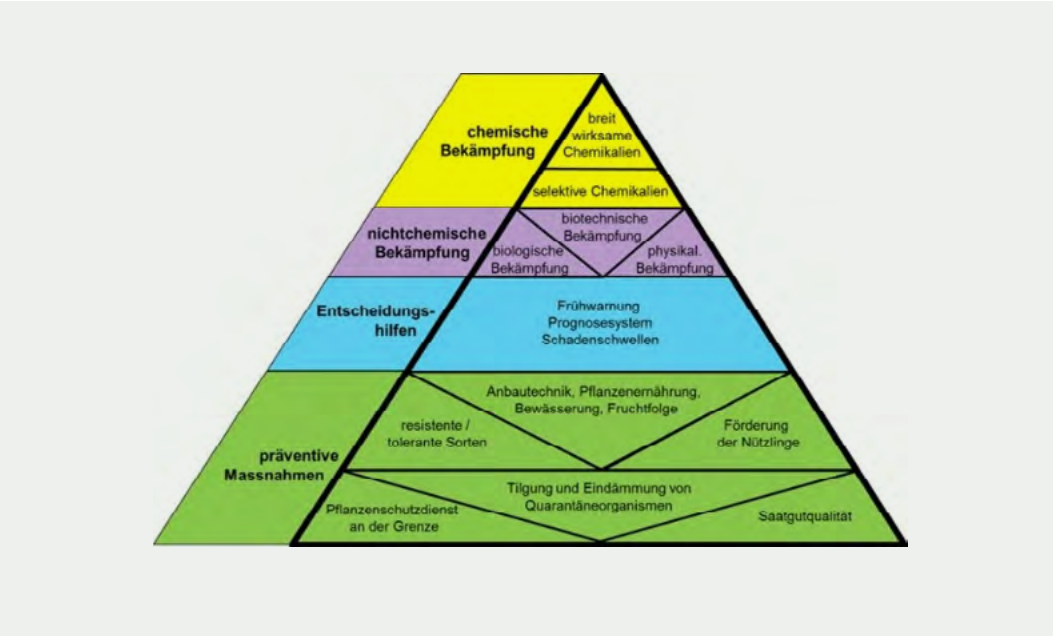


Abb. 1: Das Prinzip des integrierten Pflanzenschutzes. In der klassischen «IP-Pyramide» sind jene Massnahmen aufgeführt, welche die landwirtschaftlichen Produzenten auf ihren Betrieben umsetzen können.

Quelle: (BLW, 2024) Nachhaltiger Pflanzenschutz

Die Vielzahl der Massnahmen des integrierten Pflanzenschutzes unterteilen sich in präventive Massnahmen und nicht-chemische Massnahmen (Abb. 2). Zu den präventiven Massnahmen zählen ackerbauliche Massnahmen und das Anlegen von landwirtschaftlichen Strukturelementen, um Nützlinge zu fördern. Zu den nicht-chemischen Pflanzenschutzmassnahmen zählen physikalische (mechanische) und biologische (Nützlinge) Massnahmen.

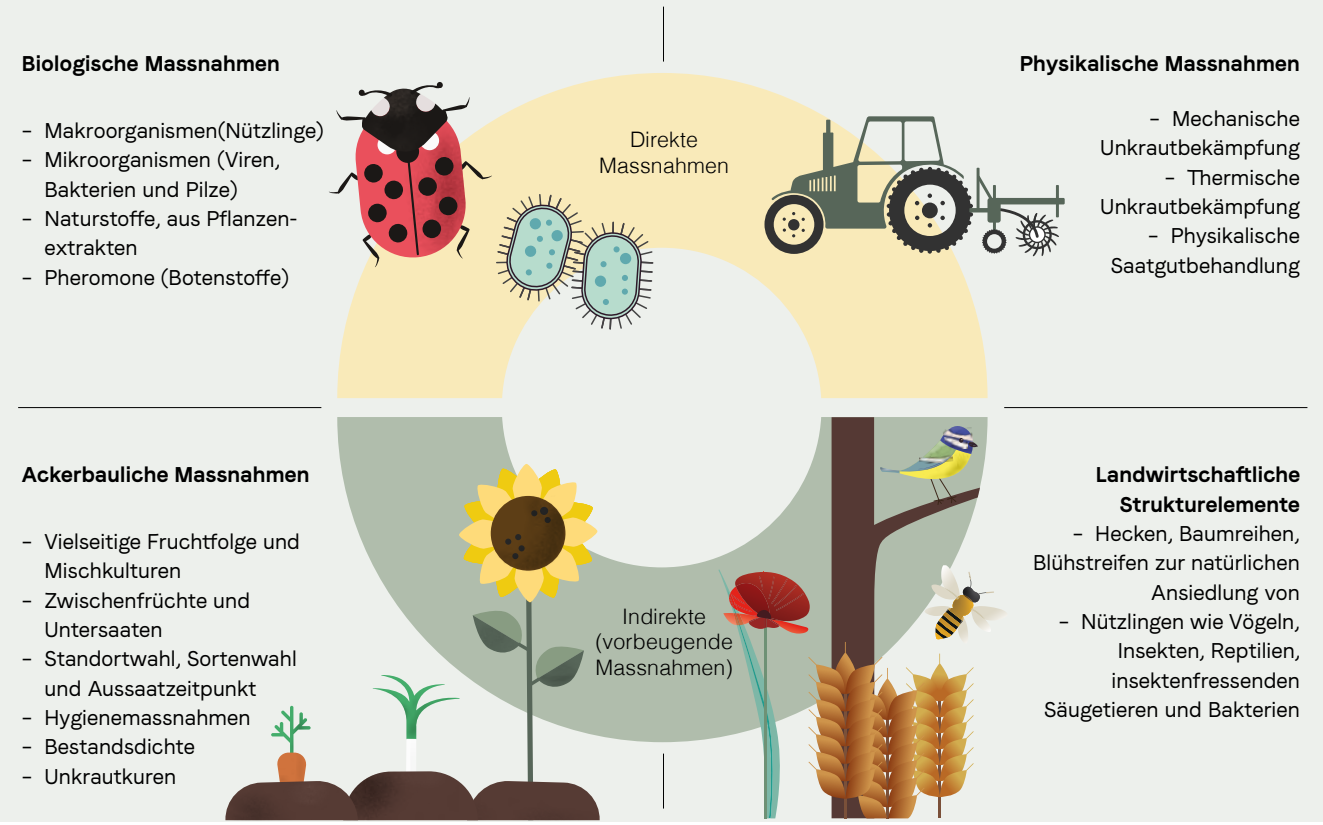


Abb. 2: Nicht-chemische Pflanzenschutzmass-nahmen.

Das Grundprinzip der nicht-chemischen Pflanzenschutzmassnahmen ist, dass die vorbeugenden (präventiven) indirekten Massnahmen vorrangig eingesetzt werden, mit dem Ziel, Schäden zu vermeiden oder zu minimieren. Wenn trotzdem ein Schaden über der Schadschwelle entsteht, wird versucht, diesen mit physikalischen und biologischen Massnahmen zu begrenzen. Nur wenn die nicht-chemischen Massnahmen ordnungsgemäss angewendet wurden und nicht ausreichend sind, ist als letztes Mittel der Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln denkbar (s. Abb. 1).

Kästchen 1

Weniger chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel einzusetzen, bietet für die Landwirtschaft vielfältige Chancen:

Mehr Einkommen: Weniger Pflanzenschutzmittel einzusetzen, kann die Produktion wirtschaftlicher machen und somit das landwirtschaftliche Einkommen erhöhen.

Besseres Image: Konsumentinnen und Konsumenten reagieren sehr sensibel auf Meldungen über negative Folgen von Pflanzenschutzmitteln für Trinkwasser und Umwelt. Eine Landwirtschaft, die weniger Pflanzenschutzmittel einsetzt, stärkt das Vertrauen in ihre Produktion und verbessert ihr Image.

Überzeugende Qualitätsstrategie: Integrierter Pflanzenschutz hebt die Schweizer Produktion ab vom Ausland. Das macht die Qualitätsstrategie glaubwürdiger und rechtfertigt höhere Inlandpreise sowie Zölle auf importierten landwirtschaftlichen Produkten.

Bessere Gesundheit und Lebensqualität: Weniger chemisch-synthetischer Pflanzenschutz verbessert die Gesundheit und die Lebensqualität der Menschen, die in der Landwirtschaft tätig sind.

Geringere Abhängigkeit: Weniger Pflanzenschutzmittel einzusetzen, reduziert die Abhängigkeit der Landwirtschaft von Industrie und Importen.

Kästchen 1: Chancen eines reduzierten chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmittel-Einsatzes.

2. Massnahmen für den nicht-chemischen Schutz der Kulturen

In diesem Kapitel werden die verschiedenen präventiven, physikalischen und biologischen Pflanzenschutzmassnahmen im Detail vorgestellt. Zu den präventiven Massnahmen gehören sowohl ackerbauliche Massnahmen als auch landwirtschaftliche Strukturelemente.

2.1 Ackerbauliche Massnahmen um Boden und Pflanzen gesund zu halten

Ackerbauliche Massnahmen wollen das natürliche Abwehrsystem gegenüber Krankheitserregern und Schädlingen stärken, um Boden und Pflanzen gesund zu halten. Gleichzeitig werden Bedingungen geschaffen, welche die Entwicklung und Verbreitung von Unkräutern, Krankheitserregern und Schädlingen erschweren. Dadurch lässt sich zu einem späteren Zeitpunkt der Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln oft vermeiden.

Zu den wichtigsten ackerbaulichen Massnahmen gehören:

- Bodenfruchtbarkeit erhalten und fördern;
- eine vielseitige Fruchtfolge planen und Mischkulturen aussäen;
- Standort, Sorten und Aussaatzeitpunkt geschickt wählen;
- Bestandesdichte optimieren;
- Zwischenfrüchte und Untersaaten einplanen;
- Unkrautkuren durchführen;
- Hygienemassnahmen umsetzen.

Gesunde Böden sind die Basis

Gesunde und fruchtbare Böden sind von zentraler Bedeutung für gesunde und ertragreiche Pflanzen (Böhler et al., 2021). Die Bodenfruchtbarkeit hängt sehr stark von der Bewirtschaftung ab. Gefördert werden kann sie mit klugen ackerbaulichen Massnahmen, wie sie im Folgenden beschrieben werden. Wichtig ist auch ein angepasstes Düngemanagement (s. Modul «Nährstoffeffizienz»). Beeinflusst wird die Bodenfruchtbarkeit ferner durch den Maschineneinsatz. Wichtig ist, Verdichtungen zu vermeiden. Also nicht zu schwere Maschinen wählen, den Boden zum optimalen Zeitpunkt bearbeiten, nicht zu tief pflügen, nicht zu oft und nicht zu fein hacken. Falls Verdichtungen vorhanden sind oder entstehen, existieren verschiedene Methoden, um diese zu kurieren (s. Modul «Boden»).

Mit einer durchdachten Fruchtfolge vorbeugen und Mischkulturen anbauen

Eine vielseitige, gut durchdachte Fruchtfolge mit Anbaupausen kann das Auftreten von Krankheiten, Schädlingen und die Verbreitung von Unkräutern gezielt verhindern. Dadurch kann der Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln stark reduziert oder sogar komplett vermieden werden. Abhängig von den Ackerkulturen, die gewünscht sind, sehen Fruchtfolgen sehr unterschiedlich aus. Zwei Grundregeln jedoch sollten immer eingehalten werden: mindestens 20 Prozent Dauerbegrünung, zum Beispiel Kleegras und Luzerne, und maximal 50 Prozent Getreide. Die Dauerbegrünung hat zum Ziel, die Bodenfruchtbarkeit zu erhöhen und die Entwicklung von unerwünschten Unkräutern wie Ackerkratzdistel, Quecke und Winde zu unterdrücken. Getreide sollte maximal 50 Prozent ausmachen, weil dieses anfällig ist für Pilz-Krankheiten. Je nach Getreideart sollten zudem ein bis drei Jahre Anbaupause eingehalten, zwischen Winter- und Sommerkulturen abgewechselt sowie Früh- und Spätsaaten gewählt werden.

Auch der Anbau von Mischkulturen kann den Unkrautdruck reduzieren. Mischkultur heisst, mindestens zwei Ackerkulturen auf derselben Fläche zur selben Zeit anzubauen (Agroscope 2020). Die gewählten Kulturen müssen miteinander harmonieren; Erntezeitpunkt und Wasserbedarf zum Beispiel sollten möglichst gleich sein. Bewährt hat sich die Kombination von Getreide und Körnerleguminosen wie Erbse oder Ackerbohne. Das schnellwüchsige Getreide schirmt den Boden ab und reduziert die Spätverunkrautung. Zudem dient es den Körnerleguminosen als Stützfrucht. Solche Mischkulturen erzielen häufig einen höheren Flächenertrag als der Anbau von Reinkulturen.

Standort, Sorte und Aussaatzeitpunkt klug wählen

Der **Standort** beeinflusst massgebend, wie sich die Hauptkultur entwickelt. Je geeigneter der Standort, desto konkurrenzfähiger die Hauptkultur gegenüber unerwünschten Unkräutern. An einem ungünstigen Standort können Krankheiten und Unkräuter schnell Überhand nehmen. Für den Rapsanbau zum Beispiel sind mittelschwere bis schwere Böden zu bevorzugen, die über eine ausreichende Wasserversorgung verfügen (Bartels et al., 2020). Winterweizen hat hohe Bodenansprüche, kann jedoch aufgrund starker Wurzelbildung auch in trockenen Böden hohe Erträge liefern.

Die **Sortenwahl** ist ein wichtiger Faktor, um Krankheiten und Schädlinge zu vermeiden oder zu minimieren. Vorteilhaft sind resistente und robuste Sorten, die an die Region und den Standort angepasst sind. Zum Beispiel schädigt der Rapsglanzkäfer den Raps nur im Knospenstadium. Werden Sorten mit frühem Blühzeitpunkt und einer kurzen Blüte gewählt, kann sich der Rapsglanzkäfer deutlich weniger stark vermehren (Bartels et al., 2020).

Der **Aussaatzeitpunkt** beeinflusst den Befall durch Schaderreger und die Ausbreitung von Unkräutern und Schadgräsern. So führt zum Beispiel eine spätere Aussaat von Winterraps zu weniger Befall mit Rapserdfloh (Bartels et al., 2020). Bei einer späten Aussaat von Wintergetreide und Raps kann sich der Ackerfuchsschwanz weniger ausbreiten. Je nach Wetterbedingungen kann es jedoch schwierig sein, das Optimum zwischen Aussaatpunkt und optimalen Bodenbedingungen zu finden.

Bestandesdichte optimieren

Zu dichte Bestände sind wenig durchlüftet. Dadurch entsteht ein Mikroklima, das die Entstehung und Ausbreitung von Krankheiten begünstigt. Um Krankheiten vorzubeugen, ist es daher wichtig, die Bestandesdichte je nach Ackerkultur und Standort zu optimieren.

Zwischenfrüchte und Untersaaten unterdrücken Unkräuter

Schnellwüchsige Zwischenfrüchte decken den Boden nach der Ernte der Hauptkultur rasch ab und unterdrücken dadurch Samen- und Wurzelunkräuter wie zum Beispiel Quecken. Zu den klassischen Zwischenfrüchten gehören Senf, Raps und Ölrettich. Untersaaten (Mischungen mit z.B. Englisches Raigras, Lieschgras, Gelbklee, Hornklee, Seradella, Weissklee, Inkarnatklee, Perserklee, Leindotter, Phacelia, Koriander) werden bereits während des Hauptfruchtanbaus angesät. Der Aussaatzeitpunkt spielt dabei eine wichtige Rolle für den Erfolg. Bei einer zu frühen Aussaat steht die Untersaat in Konkurrenz mit der Hauptfrucht, während sich die Untersaat bei einer zu späten Aussaat nur ungenügend entwickeln kann.

Mit Unkrautkuren Samenvorrat reduzieren

Unkrautkuren, auch «falsches Saatbett» genannt, können helfen, den Samenvorrat von einjährigen Unkräutern im Boden vor der Aussaat einer neuen Kultur deutlich zu reduzieren. Um die Samen der Unkräuter zum Keimen anzuregen, wird nach der Ernte ein Saatbett angelegt. Sind die Unkrautsamen gekeimt, werden in einem zweiten Schritt die Keimlinge durch mechanische Bearbeitung mit Striegel oder Egge zerstört (Bartels et al., 2020).

Mit Hygienemassnahmen vorbeugen
Durch Heisswasserbeizung und Saatgutreinigung während der Saatgut-Aufbereitung kann vermieden werden, dass mit den Samen Pilzkrankheiten auf das Feld getragen werden. Werden Bodenbearbeitungsgeräte regelmässig gereinigt, werden weniger Unkrautsamen verschleppt. Im Obstbau kann die Reinigung von Schnittwerkzeugen die Ausbreitung von Krankheiten verhindern.

Kombination verschiedener Massnahmen
Besonders wirkungsvoll ist die Kombination aus verschiedenen vorbeugenden ackerbaulichen Massnahmen, wie das Praxisbeispiel 1 im Kartoffelanbau zeigt.

Praxisbeispiel 1: Durch Fruchtfolgeplanung Drahtwürmer im Kartoffelanbau minimieren
https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1013-fruchtfolgeplanung-drahtwuermer.pdf

2.2 Strukturelemente fördern Nützlinge

Nützlinge – dazu gehören Vögel, Insekten, Reptilien, insektenfressende Säugetiere und Bakterien – sind natürliche Gegenspieler von Schadorganismen und nehmen im integrierten Pflanzenschutz eine wichtige Rolle ein. Die natürliche Ansiedlung von Nützlingen kann gezielt gefördert werden durch das Anlegen von Strukturelementen wie Hecken, Baumreihen und Blühstreifen auf und entlang dem Acker. Diese Elemente können dazu beitragen, die Lebensbedingungen für Nützlinge zu fördern, was die nicht-chemische Schädlingsbekämpfung verstärkt. Nützlinge können auch durch das Anlegen von Streifenmischkulturen gefördert werden.

Nützlinge wirken häufig selektiv auf einzelne oder wenige Schadorganismen ein. Das macht sie effektiv und schont andere Organismen. Breitenwirksame Insektizide hingegen, aber auch falsche Bodenbearbeitung, schädigen in der Regel auch Nützlinge und reduzieren deren positive Wirkung.

Einer der bekanntesten Nützlinge ist der Marienkäfer. Er kann vor allem im Obst- und Gemüseanbau helfen, die Ausbreitung von Blattläusen zu unterdrücken. Im Rapsanbau zählen unter anderem Schlupfwespen und am Boden lebende Fressfeinde wie Laufkäfer und Spinnenarten zu den natürlichen Gegenspielern von Rapsschädlingen (Bartels et al., 2020).

Praxisbeispiel 2: Reduzieren des Unkrautdrucks mit der «falschen Saatbettbereitung»
https://www.fibl.org/de/shop/4934-falsches-saatbett

2.3 Physikalische und mechanische Massnahmen im Anbau

Auch bei optimalen vorbeugenden ackerbaulichen Massnahmen muss Unkraut während der Standzeit der Ackerkulturen zusätzlich physikalisch reguliert werden. Physikalische Massnahmen können in bestimmten Einsatzbereichen dazu beitragen, auf Herbizide zu verzichten und Bekämpfungslücken zu schliessen. Eingesetzt werden können mechanische und thermische Massnahmen.

Mechanische Unkrautregulierung ist bewährt

Die mechanische Unkrautregulierung ist ein altbewährtes Mittel und mit einer vergleichbaren Wirkung wie derjenigen von Glyphosat und anderen Herbiziden. Eingesetzt werden verschiedenste Geräte wie Bürsten, Zinkenstriegel im Wintergetreide, Rotostriegel oder reihengebundene Rollhacken im Mais. Diese regulieren das Unkraut, in dem sie es ausreissen oder verschütten (Bernet et al., 2021). Mit mechanischer Unkrautregulierung und Bodenbearbeitung breiten sich Unkräuter weniger aus. So werden weniger Herbizide ausgebracht und dadurch entwickeln sich weniger herbizidresistente Ackerunkräuter.

Diese Art der Unkrautregulierung kann den Unkrautdruck um bis zu 60 Prozent reduzieren, unter günstigen Bedingungen sogar um 90 Prozent. Zudem können neue Technologien wie automatische Lenksysteme, leistungsfähige Sensoren, Kameras und GPS-Systeme eingesetzt und die Effektivität erhöht werden. Die Kombination von verschiedenen Steuersystemen erlaubt eine grössere Genauigkeit. Ausserdem erhöhen neue Technologien den Wirkungsgrad. Es gibt immer mehr Geräte, die Unkraut auf dem Boden sehr flach bearbeiten. Dadurch wird die Bodenstruktur geschont.



Abb. 3: Ackerstriegel im Maisanbau (Foto: Vision Landwirtschaft)

Vor allem die Kombination von ackerbaulichen Massnahmen und mechanischer Unkrautregulierung kann eine wirksame Alternative zur Anwendung von Herbiziden sein. Bei einer Studie in Alabama (USA) konnten durch die richtige Anwendung der mechanischen Unkrautbekämpfung die Kosten im Vergleich zur Behandlung durch Herbizide um bis zu 26 US-Dollar pro Hektar gesenkt werden. Dabei wurden Zwischenfrüchte angebaut und anschliessend mit einem «Roller-Crimper» genannten Gerät zu einer vor Unkräutern schützenden Strohmatte verarbeitet (Ashford & Reeves, 2003).

Die mechanische Regulierung von Unkräutern hat jedoch ihre Grenzen, vor allem bei Problemunkräutern wie Ambrosia, Disteln, Quecken und Ampfer. Durch die mechanische Bearbeitung besteht die Gefahr, dass die Wurzeln in kleine Stücke zerschnitten werden oder beim ersten Striegeldurchgang bereits so stark verwurzelt sind, dass sie von den Zinken nicht mehr verschüttet werden. Deshalb kommt es bei der Anwendung von Alternativen auf die Kombination von ackerbaulichen und technischen Massnahmen an.

Thermische Unkrautregulierung überlegt einsetzen
Die thermische Unkrautregulierung mit Hilfe von Abflammgeräten verbraucht viel Energie und verursacht entsprechend hohe Kosten. Diese Methode wird deshalb überwiegend im Gemüse- und Kartoffelanbau angewendet.

Abflammgeräte zerstören durch kurzfristige hohe Hitze (60–70°C) die Unkräuter in ihrer Struktur, sodass sie absterben (Gelencsér & Dierauer, 2021). Dieses Verfahren ist auch im Biolandbau zugelassen und ermöglicht, unerwünschte Pflanzen zu beseitigen, ohne in den Boden einzugreifen. Der gewählte Zeitpunkt für das Abflammen ist entscheidend für das Resultat, da beim Abbrennen auch die Hauptackerkultur beschädigt werden kann.

Eine effektive Methode, um Unkräuter noch vor der Keimung der Hauptkultur zu entfernen, ist das Abflammen mit einer Unkrautkur zu kombinieren (s. Mit Unkrautkuren Samenvorrat reduzieren).

Praxisbeispiel 3: Anbau der Körnererbse in Mischkultur mit Gerste
https://www.fibl.org/de/shop/5003-mischkultur-gerste-erbse

Praxisbeispiel 4: Ackerfuchsschwanz in Wintergetreide durch Hacken regulieren
https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/4941-wintergetreide-hacken.pdf

2.4 Biologische Pflanzenschutzmassnahmen

Biologische Pflanzenschutzmassnahmen haben das Potential, chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel effektiv zu ersetzen. Eingesetzt werden naturbasierte Pflanzenschutzmassnahmen mit dem Ziel, die Pflanzen gesund zu halten ohne negative Auswirkungen für Biodiversität, Umwelt und menschliche Gesundheit. Dazu gehören die Förderung und der Einsatz von natürlichen Gegenspielern (Nützlingen), um Schädlinge und Krankheitserreger frühzeitig abzuwehren, und die Abwehrkräfte der Pflanzen gegen Schaderreger zu stärken.

Zu den klassischen Verfahren gehören:

- Makroorganismen als Gegenspieler einsetzen
- Mikroorganismen
- Naturstoffe aus Pflanzenextrakten
- Pheromone

Makroorganismen

Makroorganismen wie Insekten, Spinnentiere und Nematoden (Fadenwürmer) werden im biologischen Pflanzenschutz als Gegenspieler von Schädlingen eingesetzt. Hierbei handelt es sich ausschliesslich um Nützlinge, die im Handel (z.B. Andermatt Biocontrol) erhältlich sind und aktiv eingesetzt werden. Circa 80 Arten stehen zum kommerziellen Einsatz zur Verfügung, darunter Wespen, Milben, Käfer, Wanzen, verschiedene Larvenarten und Bestäuber. Eine Zulassungspflicht für Makroorganismen besteht nicht.

Mikroorganismen

Mikroorganismen können Viren, Bakterien oder Pilze sein, welche für die menschliche Gesundheit und andere Insekten ungefährlich sind und gezielt bestimmte Schadinsekten angreifen und töten. Im Gegensatz zu vielen chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln zielen biologische Pflanzenschutzmittel in der Regel nur auf eine bestimmte Art von Schädlingen ab und schonen dadurch nützliche oder unproblematische Insekten. Die Anwendung von Apfelwickler-Granulovirus zum Beispiel verhindert, dass sich die Larven des Apfelwicklers im Frühjahr zu Maden entwickeln und der Apfelernte schaden können. Damit ist das Virus ein effektives, direkt regulierendes, nicht-chemisches Instrument. Dieses ist auch im biologischen Landbau zugelassen.

Naturstoffe
Zu den Naturstoffen zählen vor allem pflanzliche Extrakte wie Neem-, Fenchel- oder Rapsöle. Diese eignen sich besonders gut als Ersatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel. Das Neemkern-Extrakt dringt in die Blätter ein und wird innerhalb der Pflanze transportiert und von den Schädlingen durch ihre Saug- bzw. Frasstätigkeit aufgenommen. Das Neemkern-Extrakt wirkt innerhalb weniger Stunden inaktivierend auf die Schädlinge, die ihre Nahrungsaufnahme und damit ihre pflanzenschädigenden Aktivitäten einstellen. Neemkern-Extrakte sind schonend für viele Nützlinge, werden jedoch bei wenigen Insektennützlingen als schwach-schädigend bis schädigend eingestuft. Ein anderer natürlicher Wirkstoff ist Kaliumhydrogencarbonat, ein Kaliumsalz, das als Lebensmittelzusatzstoff verwendet wird. Es hat eine austrocknende Wirkung auf Schadpilze und wird vor allem im Sonderkulturanbau eingesetzt. Bei Tomaten, Freilandgurken, Mais oder Blattsalat konnte eine hohe Wirksamkeit festgestellt werden. Ein weiterer Naturstoff ist Gesteinsmehl, ein effektives Mittel gegen den Rapsglanzkäfer.

Praxisbeispiel 5: Gesteinsmehl gegen Rapsglanzkäfer
https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/4902-gesteinsmehl-rapsglanzkaefer.pdf

Pheromone
Pheromone sind Botenstoffe, dank denen diverse Insekten über die Luft kommunizieren. Im biologischen Pflanzenschutz werden diese Botenstoffe imitiert. Zum Beispiel spezifische Sexualpheromone können die Vermehrung einer Art stören und dadurch weiteren Schäden vorbeugen. Denn der ausgebrachte Botenstoff verhindert, dass sich z.B. paarungswillige Traubenwickler-Männchen und -Weibchen finden, was eine Befruchtung verhindert. Dieses Verfahren ist sehr selektiv auf eine Art gerichtet und beeinträchtigt keine Nicht-Zielorganismen.

Allelochemikalien
Allelochemikalien sind eine zweite Gruppe von Botenstoffen. Mit ihnen kommunizieren Schädlinge einer befallenen Kulturpflanze untereinander und auch die Pflanzen selbst senden Botenstoffe an Nützlinge aus, um sich gegen ihre Fressfeinde zu wehren. Der schädliche Sommerapfelblattsauger (Cacopsylla picta) zum Beispiel verteilt beim Saugen zellwandlose Bakterien (Phytoplasmen) auf den Apfelblättern, die Apfeltriebsucht (Besenwuchs) bewirken, eine der häufigsten Erkrankungen in Obstkulturen. Andere Blattsauger werden vom Geruch infizierter Bäume angelockt und vergrössern den Schaden. Forschende haben diese Botenstoffe identifiziert, um sie in Lockstoff-Fallen zu verwenden, mit denen Schädlinge überwacht und gefangen werden können.

Kästchen 2

Der biologische Pflanzenschutz ist besonders wirkungsvoll in funktionierenden Ökosystemen. Der vorherige Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel kann teilweise dazu führen, dass biologischer Pflanzenschutz nur noch eingeschränkt wirkt. Da der Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel langfristig die Artenvielfalt an vielen Orten reduziert, reduziert er die Möglichkeiten biologischer Schädlingsbekämpfung weiter. Allerdings stellt sich nach einer längeren Zeit der biologischen Bewirtschaftung auch wieder ein Gleichgewicht ein. Biologischer Pflanzenschutz wirkt nur anfangs eingeschränkt nach der Umstellung.

Kästchen 2: Wirksamkeit des biologischen Pflanzenschutzes.

2.5 Spezialkulturen Apfel- und Weinanbau

Im Obst- und im Weinanbau können viele der vorbeugenden ackerbaulichen Massnahmen, zum Beispiel Fruchtfolge, nicht eingesetzt werden, weil die Kulturen eine längere Standzeit haben. In diesen Spezialkulturen werden deshalb chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel intensiver angewendet als in Ackerbaukulturen. Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die nicht-chemischen Pflanzenschutzmassnahmen im Apfel- und Weinanbau.

Niederstammapfelbäume verbleiben durchschnittlich 15 bis 20 Jahre an ihrem Standort und Weinreben können bis zu 40 Jahre und länger stehen. In diesem langen Zeitraum kann sich ein grosses Schaderregerpotential etablieren. Auch in gut eingespielten, jahrzehntealten Anlagen können einzelne Schädlinge oder Krankheiten zeitweise überhandnehmen. Eine Alternative zu chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln ist, nicht-chemische Pflanzenschutzmassnahmen so zu kombinieren, dass ein stabiles, langfristiges und tragfähiges System entsteht.

Managementmassnahmen

Zu den wichtigsten Managementmassnahmen gehören:

- sonnige und gut durchlüftete Standorte wählen;
- Pflanzen mit ausreichend Abstand setzen;
- den Befallsdruck intensiv beobachten;
- Nützlinge und Singvogelarten durch Blühstreifen, Wildbäume und Nisthilfen fördern, um den Insektenbefall zu minimieren;
- kalibrierte Applikationstechnik einsetzen, um Pflanzenschutzmittel möglichst effizient auszubringen;
- Sorten wählen, die gegenüber Krankheiten und Schädlingen robust sind, reduziert den Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln sogar komplett.

Robuste Sorten als Basis
Vielen modernen Apfelsorten fehlt die Widerstandskraft gegen Krankheiten und Schädlinge, weil sie eine schmale genetische Basis haben. Die meisten der heute produzierten Apfelsorten lassen sich auf wenige Sorten zurückführen, in erster Linie Golden Delicous, Cox Orange, Jonathan, Red Delicous und James Grieve. Die genetische Basis wieder zu verbreitern und sich auf alte Apfelsorten zurückzubesinnen, kann helfen, die Äpfel wieder widerstandsfähiger zu machen. Vor allem Pilzkrankheiten wie Apfelschorf setzen dem Apfelanbau zu. Apfelschorf führt zum einen zu Qualitäts- und Lagerverlusten, zum anderen kann er eine Gefahr für die Bäume selbst sein. Gegen diese und andere Pilzkrankheiten werden regelmässig Fungizide ausgebracht; die Häufigkeit hängt unter anderem von der Witterung ab. Durch pilzresistente Sorten kann die Behandlungsintensität deutlich reduziert werden. Resistente Sorten zu wählen, ist eines der wirksamsten Mittel gegen Apfelschorf.

Auch diverse Schädlinge wie Milben- und Blattlausarten können dem Baumbestand gefährlich werden. Hier können Befalls-Erhebungen und Schadschwellen helfen, den Einsatz von Insektiziden zu reduzieren.

Im Weinbau setzen vor allem Pilzkrankheiten wie der Falsche und der Echte Mehltau Pflanze und Ernte unter Druck. Auch hier können pilzwiderstandsfähige Sorten den Einsatz von Fungiziden reduzieren. Schädlinge im Weinbau können reguliert werden durch den Einsatz von biologischen Pflanzenschutzmitteln wie Sexuallockstoffen (Pheromone) und Nützlingen. Eine neue Herausforderung, vor allem für rote Rebsorten, ist seit einigen Jahren die Kirschessigfliege, die aus Japan eingeschleppt worden ist. Um sie zu bekämpfen, wurden gute Erfahrungen gemacht mit der Ausbringung von Kaolin.

Praxisbeispiel 6: Mit Kaolin gegen die Kirschessigfliege im Weinbau
https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1073-kaolin.pdf

2.6 Spezialkultur Freilandgemüse

Im Freilandgemüsebau ist der Pflanzenschutz anspruchsvoll, weil viele Gemüsekulturen anfällig für Krankheiten und Schädlinge sind und zudem sowohl der Handel als auch die Konsumentinnen und Konsumenten hohe Qualitätsansprüche haben. Daher werden in den meisten Gemüsekulturen deutlich mehr chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel eingesetzt als in Ackerkulturen. Mit gezielten und kulturspezifischen Massnahmen lassen sich jedoch der Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln und die damit verbundenen Umweltrisiken vermindern. Die optimale Anwendung vorbeugender Massnahmen reduziert ihren Einsatz sogar auf ein Minimum.

Vorbeugende Kulturmassnahmen
Zu den wichtigsten vorbeugenden Kulturmassnahmen gehören:

- Fruchtfolge durchdacht planen;
- geeignete Parzellen wählen;
- robuste Sorten gegenüber Krankheiten und Schädlingen wählen;
- Saat- und Pflanzzeitpunkt optimal wählen;
- ein geeignetes Anbausystem wählen;
- eine gute Bodenfruchtbarkeit sicherstellen.

Kluge Sortenwahl minimiert Pflanzenschutzmitteleinsatz
Meist dominieren grossflächige Monokulturen den Freilandgemüsebau. Solche einheitlich bepflanzten Anbauflächen haben den Nachteil, dass Pilze oder Insekten ein leichtes Spiel haben und so die Ernte bedrohen. Eine mögliche Alternative zu Monokulturen sind Mischkulturen.

Im Freilandgemüsebau besteht die Methode der **Mischkultur** darin, auf derselben Parzelle verschiedene Pflanzenarten anzubauen, um deren Wechselwirkungen zu nutzen. Bei einer klugen Kombination können sich bei gleichzeitigem Anbau verschiedene Pflanzenarten gegenseitigen Nutzen bringen. Zum Beispiel kann die eine Art den Boden für die andere Art fruchtbarer machen, Insekten fernhalten oder Schädlinge zur Entlastung der anderen Pflanze auf sich ziehen oder auch das Wachstum von Unkraut eindämmen (Mischkultur-Schieber Bioterra).

Die Vorteile einer Mischkultur sind:

- Höherer Gesamtertrag pro Fläche aufgrund optimaler Platzverteilung
- störender Duft der Nachbarspflanze hält Schädlinge fern
- Nützlinge von Nachbarspflanzen bekämpfen Schädlinge
- Weniger Dünger erforderlich
- Grössere Artenvielfalt
- Unterschiedliche Wuchshöhen beschatten den Boden und die Nachbarspflanze.

Praxisbeispiel 7: Pflanzenschutz im Gemüsebau
https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1027-gemuese-unkraut.pdf

https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/aktuell/news-room/2022/10-10_pflanzenschutz-gemuesebau.html

https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1145-pflanzenschutz-biogemuesebau.pdf

3. Hintergrundinformationen zu den Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Gesundheit und Umwelt

Chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel werden in der landwirtschaftlichen Praxis ausgebracht, um Ertrag und Qualität der landwirtschaftlichen Kulturen zu sichern, indem sie Schadinsekten, Pilze oder Unkräuter beseitigen oder dezimieren.

Das Ausbringen von chemisch-synthetischen Substanzen in der Landwirtschaft, in Gartenbau, in der Pflege von öffentlichem Grünraum und entlang von Verkehrsachsen führt zu langfristigen negativen Effekten für Mensch und Umwelt:

- Die Vielfalt an Insekten, Vögeln und anderen Arten nimmt drastisch ab;
- Gewässer und Böden werden belastet;
- die menschliche Gesundheit ist gefährdet durch direkten Hautkontakt oder Einatmen beim Ausbringen oder durch Substanzen auf Lebensmitteln.

Die Sorge um Ertrags- und Einkommensverluste gehört zu den am häufigsten genannten Gründen, warum Landwirtinnen und Landwirte nicht auf Pflanzenschutzmittel verzichten wollen. Diese Sorge ist nicht immer berechtigt, denn oft ist eine Reduktion von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln ohne negative Auswirkungen auf die Produktivität und Rentabilität der Betriebe möglich.

3.1 Auswirkungen auf Ökosystemleistungen und Bodenfruchtbarkeit

Der chemisch-synthetische Pflanzenschutzmitteleinsatz kann die Biodiversität schädigen. Weniger Biodiversität schmälert die Möglichkeiten für eine natürliche Schädlingsregulierung und führt unter Umständen wiederum zum vermehrten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln. Pflanzenschutzmittel können Schädlinge bekämpfen und so den Ertrag sichern. Aber sie können auch andere Lebewesen schädigen oder Rückstände auf den Produkten hinterlassen. Dadurch kann die Produktion geschmälert werden. Pflanzenschutzmittel können auch Nicht-Schädlinge und die Umgebung schädigen. Sie beeinflussen das gesamte Bodenökosystem und die Bodenfruchtbarkeit. Beispielsweise können wichtige Mikroorganismen, die den biologischen Stoffabbau im Boden vorantreiben, geschädigt werden.

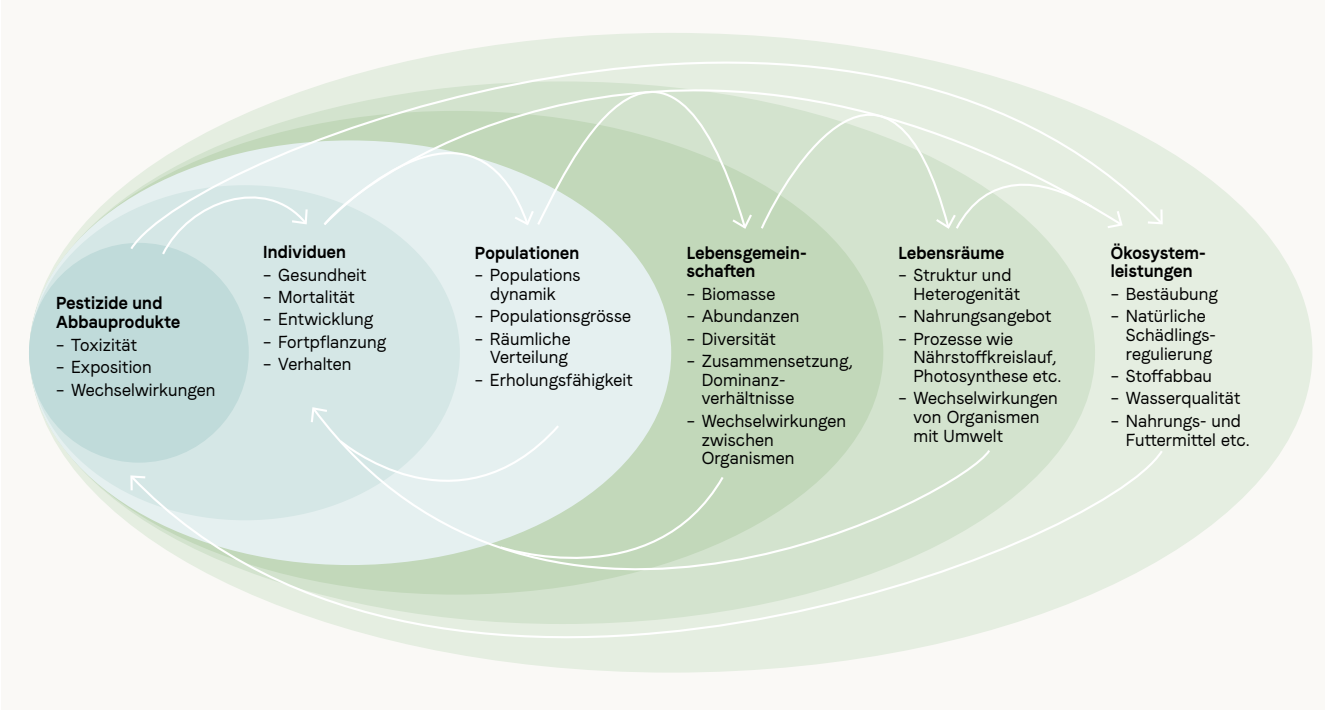


Abb. 4: Wirkungen Pflanzenschutzmitteleinsatz. Er kann die Biodiversität vom einzelnen Individuum bis zum Lebensraum ungewollt beeinflussen. (Bild SCNAT)

3.2 Auswirkungen auf die Gesundheit und Umwelt

Der chemisch-synthetische Pflanzenschutzmitteleinsatz kann die Gesundheit von Mensch und Tier auf dem Landwirtschaftsbetrieb schädigen.

Es gibt Pflanzenschutzmittel, die zwar zugelassen sind, aber gefährlich bis besonders gefährlich sind für die Gesundheit oder Umwelt (PSM mit besonderem Risikopotential https://backend.blw.admin.ch/PSM/Risikopotenzial, BLW 2025). Einige der Giftstoffe, die in Pflanzenschutzmitteln enthalten sind, erzeugen Krebs oder beeinflussen das menschliche Hormonsystem negativ und belasten das Grundwasser. Manche Wirkstoffe zerfallen in der Umwelt in Hunderte verschiedene Abbauprodukte, sogenannte Metaboliten, die wiederum das Wasser belasten können.

Ein Wirkstoff gilt als besonders gefährlich, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

Gesundheitsgefahr für den Menschen

- er ist als krebserregende Substanz eingestuft;
- er ist als reproduktionstoxische Substanz eingestuft; das heisst, er hemmt die Fruchtbarkeit;
- er hat negative endokrine Eigenschaften, das heisst er verändert die Produktion von Hormonen.

Die Gesundheitsgefahren sind grundsätzlich am höchsten für die Landwirtinnen und Landwirte, welche die Pflanzenschutzmittel ausbringen und in den behandelten Kulturen arbeiten.

Gefahren für die Umwelt

- persistent, also schwer abbaubar im Boden, Wasser oder Sediment;
- bioakkumulierbar und toxisch für aquatische Organismen, reichert sich an und ist giftig für Wasserlebewesen.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Das Prinzip des integrierten Pflanzenschutzes	5
Abb. 2:	Nicht-chemische Pflanzenschutzmassnahmen	6
Abb. 3:	Ackerstriegel im Maisanbau	11
Abb. 4:	Wirkungen Pflanzenschutzmitteleinsatz	19

Verzeichnis Praxisbeispiele

Praxisbeispiel 1:	Durch Fruchtfolgeplanung Drahtwürmer im Kartoffelanbau minimieren	10
Praxisbeispiel 2:	Reduzieren des Unkrautdrucks mit der «falschen Saatbettbereitung	10
Praxisbeispiel 3:	Anbau der Körnererbse in Mischkultur mit Gerste	12
Praxisbeispiel 4:	Ackerfuchsschwanz in Wintergetreide durch Hacken regulieren	12
Praxisbeispiel 5:	Gesteinsmehl gegen Rapsglanzkäfer	14
Praxisbeispiel 6:	Mit Kaolin gegen die Kirschessigfliege im Weinbau	16
Praxisbeispiel 7:	Pflanzenschutz im Gemüsebau	17

Kästchenverzeichnis

Kästchen 1:	Chancen eines reduzierten chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmittel-Einsatzes	7
Kästchen 2:	Wirksamkeit des biologischen Pflanzenschutzes	15

Glossar

bioakkumulierbar	Dazu zählt ein Stoff, bei dem der Biokonzentrationsfaktor (BCF) in Wasserlebewesen einen bestimmten Grenzwert überschreitet, was bedeutet, dass sich die Stoffe in den Lebewesen ansammeln.
Biozide	Substanzen, die Schädlinge wie Insekten, Mäuse, Algen, Pilze oder Bakterien bekämpfen (zum Beispiel Reinigungs- und Desinfektionsmittel). Nicht für die direkte Anwendung an Pflanzen geeignet.
chemisch-synthetische (Pflanzenschutzmittel)	Bezeichnet den Vorgang (Synthese) zur Herstellung von Wirkstoffen im Labor.
Egge	Bodenbearbeitungsgerät zur Lockerung des Bodens und zur Vorbereitung des Saatbeetes.
endokrin	Neben den körpereigenen Hormonen gibt es auch natürliche und synthetische Stoffe, die hormonähnlich wirken. Derartige Stoffe werden als «endokrin aktiv» bezeichnet.
Fungizide	Chemisch-synthetische Wirkstoffe, die Pilze und deren Sporen abtöten oder ihr Wachstum hemmen.
Herbizide	Chemisch-synthetische Wirkstoffe zur Bekämpfung von Unkraut und Gräsern.
Insektizide	Chemisch-synthetische Wirkstoffe zur Bekämpfung von Insekten und deren Entwicklungsstadien.
Leguminosen	Artenreiche Pflanzenfamilie, die auch Hülsenfrüchte genannt werden, und deren Wurzelknöllchen eine Symbiose mit stickstofffixierenden Bakterien (Rhizobien) eingehen (zum Beispiel Kichererbsen, Bohnen, Lupinen, Klee, Luzerne, Akazien).
Mischkultur im Ackerbau	Der Mischanbau im Ackerbau erfolgt meistens mit Mischungen von Saatgut mehrerer Arten (z.B. von Getreide und Leguminosen), die ähnliche Bedürfnisse an Boden, Wasser und Sonne haben. Im Gegensatz dazu ist die Reinkultur (Monokultur einer einzigen Art). Eine andere Art von Mischkultur ist der Streifenanbau von mehreren Arten nebeneinander. https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1564-koernerleguminosen-mischkultur.pdf
Mischkultur im Gemüsebau	Die Mischkultur im gewerblichen Gemüsebau erfolgt in den meisten Fällen als Streifenanbau. Dabei werden Kulturen als Reinsaat in Streifen nebeneinander angebaut. Durch die Barrierewirkung und kleinräumige Diversität wird der Befallsdruck von Schädlingen und Krankheiten reduziert, sowie Nützlinge gefördert. Wichtig ist die Kombination von Arten (des richtigen Beetpartners), die sich im Wuchs gegenseitig positiv beeinflussen, sich stärken und gegenseitig schützen.
Nicht-Zielorganismen	Nicht-Zielorganismen sind alle Tiere und Pflanzen, die nicht bekämpft werden sollen mit bestimmten Pflanzenschutzmassnahmen. Chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel beeinträchtigen jedoch häufig auch Nicht-Zielorganismen.

persistent	Persistenz beschreibt in der Umweltchemie und Ökologie die Eigenschaft von Stoffen (Umweltgiften), über lange Zeit unverändert durch physikalische, chemische oder biologische Prozesse in der Umwelt zu verbleiben. Persistente Stoffe werden somit schlecht abgebaut und können sich daher in Böden, Gewässern und Lebewesen anreichern.
Pflanzenschutzmittel (Pestizide)	Als chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel (PSM) werden viele unterschiedliche Stoffe und Stoffkombinationen bezeichnet, die als Pflanzenschutzmittel oder als Biozide eingesetzt werden. Sie sind giftig insbesondere für Pflanzen (Herbizide), Insekten (Insektizide) oder Pilze (Fungizide). Chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel sind dazu gemacht, unerwünschte Organismen zu töten oder zu schädigen und damit die landwirtschaftliche Kultur zu schützen.
reproduktionstoxisch	Reproduktionstoxizität beschreibt die fortpflanzungsgefährdende Wirkung einer Substanz.
Roller-Crimper	In den USA eingesetzte Maschine, die Zwischensaat (Phacelia) als Mulchschicht aufbereitet für die Hauptkultur.
Samenunkräuter	Samenunkräuter sind Beikräuter, die eine grosse Zahl von Samen ausbilden und die sich schnell und stark vermehren können.
Streifenmischkultur im Ackerbau	Der Streifenanbau ist eine Möglichkeit, die landschaftliche Vielfalt zur erhöhen und gleichzeitig die Flächen vollständig in der Produktion zu halten. Dabei werden Felder in Streifen mehrfacher Maschinenbreiten unterteilt und zwei oder mehr Kulturen nebeneinander abgewechselt. https://www.fibl.org/de/themen/projektdatenbank/projektitem/project/2213
Striegel	Landmaschine zum Verschütten oder Freilegen von jungen Pflanzen.
Untersaat	Anbau einer Zweitfrucht neben der Hauptfrucht. Dient als Bodenbedeckung, Gründüngung oder Erosionsschutz.
Wurzelunkräuter	Wurzelunkräuter bilden unterirdische Ausläufer, die beim Bekämpfen mit entfernt werden müssen.

Quellenangaben

Links kontrolliert 13.05.2025

Agroscope (2020) Mischkulturen: Hilfe von Pflanze zu Pflanze https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/pflanzenbau/ackerbau/kulturarten/culture-associee.html

Agroscope (2022) Pflanzenschutzmitteln (PSM). https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/pflanzenbau/pflanzenschutz/pflanzenschutzmittel.html.

Ashford, D.L. & Reeves, D.W. (2003). Use of a mechanical roller-crimper as an alternative kill method for cover crops. Am. J. Altern. Agric. 18, S. 37–45. https://www.cambridge.org/core/journals/american-journal-of-alternative-agriculture/article/abs/use-of-a-mechanical-rollercrimper-as-an-alternative-kill-method-for-cover-crops/266875603FFBC555BBE7FDD539764997.

BAFU (2015) Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Mensch und Umwelt. https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/chemikalien/pflanzenschutzmittel/auswirkungen-von-pflanzenschutzmitteln-auf-mensch-und-umwelt.html.

Bartels, A., Haberlah-Korr, V., Schäfer, B.C. (2020). Leitlinie des integrierten Pflanzenschutzes im Rapsanbau. Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e. V. (UFOP). https://www.nap-pflanzenschutz.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/IPS/Integrierter_Pflanzenschutz/Leitlinien_IPS/201111_RL_UFOP_1738_Leitlinie_Raps_final.pdf.

Bernet, T., Weidmann, G., (2021). Biologischer Landbau – Grundprinzipien und gute Praxis. Merkblatt Nr. 1144. FiBL. https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1144-grundlagen-bio-landbau.pdf.

Bioterra (2020) Mischkultur-Schieber. https://www.bioterra.ch/shop/buecher-und-ratgeber-bio-und-naturgarten/ratgeber-und-merkblaetter/mischkultur-schieber

Böhler, D., Niggli, J., Hauenstein, S., Vieweger, A. (2021). Bodenschutz und Fruchtfolge - Einhaltung der Grünlandanteile in den Fruchtfolgen viehschwacher und viehloser Biobetriebe. Merkblatt Nr. 1432. Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL. https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1432-bodenschutz.pdf.

Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND) (2022). Alternativen zu chemisch-synthetischen Pestiziden in der Landwirtschaft. https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/umweltgifte/Umweltgifte-Broschuere-Pestizidalternativen-Ansicht.pdf.

Daniel, C., Cahenzli, F., Stöckli, S. (2018). Mit Kaolin gegen die Kirschessigfliege im Weinbau. Merkblatt Nr. 1073. FiBL https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1073-kaolin.pdf.

Daniel, C., Conder, M., Weidmann, G. (2017). Einsatz von Gesteinsmehl gegen Rapsglanzkäfer. Praxistipp Nr. 032. FiBL. https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/4902-gesteinsmehl-rapsglanzkaefer.pdf.

Dierauer, H., Wiedmann, G., Sigrist, F. (2017a). Drahtwürmer durch Fruchtfolge minimieren. Praxistipp Nr. 027. FiBL. https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1013-fruchtfolge-planung-drahtwuermer.pdf

Dierauer, H., Malgorzata, C., (2017). Reduzieren des Unkrautdrucks mit der falschen Saatbettbereitung. Praxistipp Nr. 007. FiBL. https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/4934-falsches-saatbett.pdf.

Dierauer, H., Wiedmann, G., Sigrist, F. (2017b). Ackerfuchsschwanz in Wintergetreide durch

Hacken regulieren. Praxistipp Nr. 004. FiBL. https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/4941-wintergetreide-hacken.pdf.

Gelencsér, T. & Dierauer, H. (2021). Abflammen - Alternative Unkrautregulierung ohne Herbizide. Merkblatt Nr. 1155. FiBL. https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1155-abflammen.pdf

Guntern J. et al. (2021) Pestizide: Auswirkungen auf Umwelt, Biodiversität und Ökosystemleistungen. Swiss Academies Factsheets 16 (2)

Häseli, A. (1999). Krankheits- und Schädlingsregulierung im biologischen Rebbau. Merkblatt FiBL. https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1217-rebbau-krankheit.pdf.

Häseli, A., Weibel, F., Daniel, C., Schmid, A., Tamm, L., Wyss, E. (2005). Pflanzenschutz im Biokernobstanbau. Merkblatt FiBL. https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1016-pflanzenschutz-kernobst.pdf.

Klaiss, M., Wiedmann, G., Siegrist, F. (2017). Anbau der Körnererbse in Mischkultur mit Gerste. Praxistipp Nr. 003. FiBL. https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/5003-mischkultur-gerste-erbse.pdf.

Korkaric M., Lehto M., Poiger T., de Baan L., Mathis M., Ammann L., Hanke I., Balmer M., Blom J. Nationale Risikoindikatoren für Pflanzenschutzmittel: Weiterführende Analysen. Agroscope Science, 154, 2023. https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/52647.

Vieweger, A., Hauenstein, S., Koller, M. (2023b). Pflanzenschutz im Biogemüsebau. Merkblatt Nr. 1145. FiBL. https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1145-pflanzenschutz-biogemuesebau.pdf.

Vision Landwirtschaft (2016) Pestizid-Reduktionsplan Schweiz. Aktuelle Situation, Reduktionsmöglichkeiten, Zielsetzungen und Massnahmen. https://www.visionlandwirtschaft.ch/de/publikationen-berichte/ubersicht/pestizid-reduktionsplan-schweiz/.