

Begriffsklärung

Pestizide, Pflanzenschutzmittel, Biozide

Herbst 2024

Pflanzenschutz ist eine Wissenschaft. Wissenschaften stützen sich auf präzise Definitionen von Begriffen, die auch international verwendet werden. Die Debatte um den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft ist geprägt von unklaren Begrifflichkeiten, wenn es um die Definition von chemisch-synthetischen beziehungsweise biologischen Pflanzenschutz geht. Die folgende Begriffserklärung ordnet diese Begriffe ein und leistet einen Beitrag an die Versachlichung der Debatte.

Was sind Pestizide?

Nach der offiziellen Definition von Weltgesundheitsorganisation (WHO) und der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) sind Pestizide Substanzen oder Stoffmischungen aus chemischen oder biologischen Inhaltsstoffen zur Abwehr und Bekämpfung von Schädlingen, Krankheiten und Unkräutern sowie Pflanzenwachstumsregulatoren. Pestizide lassen sich wie folgt unterteilen:

- **Pflanzenschutzmittel** (Produkte zum Schutz von Pflanzen)
z.B. Fungizide, also Mittel zur Bekämpfung von Pilzen
- **Biozide** (Produkte zum Schutz von Menschen und Tieren)
z.B. Reinigungs- und Desinfektionsmittel.

Diese Definition entspricht ebenfalls den Begriffserklärungen von Pestiziden und Pflanzenschutzmitteln in der Europäischen Gesetzgebung (EFSA, EU-Richtlinien). Wer also von Pestiziden spricht, meint immer beides: Pflanzenschutzmittel und Biozide. Wer Pestizide verbietet, der verbietet auch den Einsatz von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln.

Was sind Pflanzenschutzmittel?

Pflanzenschutzmittel sind chemische und biologische Wirkstoffe oder Zubereitungen, die dazu verwendet werden, Pflanzen- und Pflanzenerzeugnisse vor Schadorganismen zu schützen, den Stoffwechsel und das Wachstum der Pflanzen zu beeinflussen und unerwünschte Pflanzen oder Pflanzenteile zu vernichten. Pflanzenschutzmittel werden, je nach Wirkung, in verschiedene Gruppen eingeteilt. Zum Beispiel:

- **Herbizide:** Mittel gegen Unkräuter
- **Insektizide:** Mittel gegen Insekten
- **Fungizide:** Mittel gegen Pilzkrankungen
- **Molluskizide:** Mittel gegen Schnecken
- **Wachstumsregulatoren:** Mittel zur Steuerung biologischer Prozesse.

Was sind Biozide?

Biozide sind Wirkstoffe oder Zubereitungen, die Schadorganismen abtöten oder zumindest in ihrer Lebensfunktion einschränken. Sie werden zum Beispiel zur Bekämpfung von Bakterien, Insekten, Pilzen oder Algen eingesetzt. Die Schadorganismenbekämpfung kann auf chemischem oder biologischem Wege erfolgen. Biozide lassen sich grob in vier Hauptgruppen unterteilen:

- **Desinfektionsmittel:** z.B. für die menschliche Hygiene oder für die Hygiene im Veterinärbereich, aber auch Produkte zur Desinfektion von Trinkwasser
- **Schutzmittel:** z.B. Holzschutzmittel, Sprays gegen Mücken oder Imprägniermittel für Baumaterialien
- **Schädlingsbekämpfungsmittel:** Insektizide, Akarizide (zur Bekämpfung von Milben und Spinnen), Rodentizide (gegen Nagetiere) etc.
- **Sonstige Biozidprodukte:** z.B. Antifoulingmittel, die verhindern, dass sich an Schiffsrümpfen Organismen ansiedeln.

Was ist ein Wirkstoff?

Wirkstoffe sind biologisch aktive Verbindungen, die in geringen Konzentrationen biochemische und physiologische Prozesse in pflanzlichen, tierischen und menschlichen Organismen quantitativ und/oder qualitativ im Sinne einer Hemmung oder Aktivierung beeinflussen.

Was sind synthetische Pflanzenschutzmittel?

Alle Pflanzenschutzmittel, die durch eine Synthese hergestellt werden, sind auch synthetisch. Als Synthese wird der Vorgang bezeichnet, bei dem aus Elementen eine Verbindung oder aus einfach gebauten Verbindungen ein zusammengesetzter neuer Stoff hergestellt wird.

Dabei sind zwei Varianten zu unterscheiden:

- **Synthetische Pflanzenschutzmittel, die naturidentisch sind.** Ein Beispiel sind Pheromone. Insektenpheromone sind Botenstoffe, die der chemischen Kommunikation zwischen Individuen einer Insektenart dienen. Die Landwirtschaft verwendet Insektenpheromone bei der Schädlingsbekämpfung mittels Lockstofffallen zur Verhinderung der Eiablage und bei der Praktizierung der Verwirrmethode. Kommerziell verwendete Pheromone werden synthetisiert. Die im Labor hergestellten Verbindungen haben die gleiche molekulare Gestalt wie die natürlich vorkommenden Stoffe.
- **Synthetische Pflanzenschutzmittel, die nicht-naturidentisch sind.** Darunter versteht man Verbindungen, die in der Natur nicht vorkommen. Ein Beispiel aus der Medizin ist das Aspirin. Die Verbindung wird durch eine chemische Synthese produziert. Aspirin kommt in der Natur nicht so vor. Trotzdem ist das Mittel sehr hilfreich. Kaum jemand möchte auf die Errungenschaften der modernen Medizin verzichten. Dazu gehören synthetische Medikamente oder Impfstoffe.

Welche Pflanzenschutzmittel sind nicht-synthetisch?

Als nicht-synthetisch gelten:

- Organismen wie Bakterien, Viren und Pilze
- In der Natur weit verbreitete Tonerden
- Nicht chemisch modifizierte Stoffe, die durch physikalische Verfahren (Extraktion, Pressen, Destillation, etc.) aus Samen, Pflanzen, Bakterien, Pilzen und Erdöl gewonnen werden.

Setzen auch Biobauern synthetische Pflanzenschutzmittel ein?

Ja, das ist korrekt (siehe Tabelle 1). Zum Beispiel: Keines der im Bio-Pflanzenschutz zugelassenen Kupfersalze kommt direkt aus der Natur. Sie werden synthetisch hergestellt. Auch Schwefel stammt in aller Regel nicht aus einer natürlichen Quelle, sondern wird synthetisch produziert. Kaliumbicarbonat, Kaliseife und Eisenphosphat gelten ebenso als synthetische Pflanzenschutzmittel. Im Unterschied zu anderen Wirkstoffen handelt es sich bei der Herstellung von diesen Mitteln meistens um anorganische Synthesewege. Auch enthalten viele Bio-Pflanzenschutzmittel Hilfs- und Zusatzstoffe, die ebenfalls synthetisch sind. Ein Beispiel: Damit Schwefel als Pflanzenschutzmittel überhaupt angewendet werden kann, muss er in einer wässrigen Suspension formuliert werden (Schwefel ist nicht wasserlöslich). Dabei werden synthetische Dispergiermittel eingesetzt (z.B. Ligninsulfonate).

Sind synthetische Pflanzenschutzmittel grundsätzlich problematischer?

Nein, sind sie nicht. Ob ein Pflanzenschutzmittel synthetisch produziert wurde oder nicht, sagt nichts über seine toxikologischen Eigenschaften (Giftigkeit) aus. So gehören Aflatoxine zu den stärksten Karzinogenen, die wir kennen. Als Pilzgifte sind sie vollkommen natürlich. Und die giftigste aller Substanzen, das Botulinumtoxin, braut Mutter Natur ebenfalls ganz ohne menschliche Einmischung. Deshalb sind auch Bio-Pflanzenschutzmittel nicht grundsätzlich unbedenklich. So ist ein Grossteil der Kupferpräparate, die häufig im Biolandbau zum Schutz von Obst, Reben und Kartoffeln eingesetzt werden, als gesundheitsschädlich und umweltgefährdend eingestuft. Das Insektizid Pyrethrum, das aus den Blüten von verschiedenen Pflanzenarten gewonnen wird, tötet Bienen, die direkt damit in Kontakt kommen. Darüber hinaus sind die im Pyrethrum-Extrakt enthaltenen Pyrethrine Nervengifte, die auch das menschliche Zentralnervensystem angreifen können. Paraffinöl kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein. Schwefelkalk kann die Atemwege reizen und verursacht allergische Hautreaktionen. Über 40% der rund 2'000 Tonnen in der Schweiz verkauften Pflanzenschutzmittel sind Bio-Mittel. Tendenz steigend. Von Kupfer allein werden in der Schweiz jedes Jahr zirka 70 Tonnen verkauft.

Braucht es überhaupt synthetische Pflanzenschutzmittel?

Ja, denn synthetische Mittel haben gegenüber natürlichen Mitteln grosse Vorteile bei der Herstellung und der Haltbarkeit. Zudem wirken sie spezifischer und präziser.

- **Synthetische Stoffe lassen sich im Labor mit den gewünschten Eigenschaften und in der benötigten Menge herstellen, während aus der Natur gewonnenen Wirkstoffen Grenzen gesetzt sind.** Hat man eine Substanz entdeckt, die die gewünschte biologische Aktivität zeigt, so besteht häufig das Problem, dass man sie nur in geringen Mengen und zum Teil mit hochaufwendigen Verfahren aus natürlichen Quellen isolieren kann. Ein bekanntes Beispiel aus der Medizin ist das wirksame Antitumormedikament Paclitaxel, das aus der Rinde der pazifischen Eibe (*Taxus brevifolia*) gewonnen wird. Der Bedarf an Paclitaxel übersteigt bei weitem die Menge, die aus den Bäumen gewonnen werden kann, da die Extraktion nur unter Abtötung des Baums erfolgen kann und die Bäume zudem sehr langsam wachsen. Einige natürlich vorkommende Stoffe, die als Pestizide eingesetzt werden (z.B. Insektenpheromone), werden genau aus diesem Grund synthetisch hergestellt: Der Bedarf übersteigt die natürliche Verfügbarkeit. In anderen Fällen wird die natürliche Verfügbarkeit künstlich gesteigert. So werden z.B. Chrysanthemen in grossen Monokulturen angebaut, um genügend von dem im Biolandbau zugelassenen Insektizid Pyrethrum zu gewinnen. Die Produktion erfolgt zum grössten Teil in Afrika (Kenia, Tansania, Ruanda) und Kroatien. Meistens werden diese Chrysanthemen nicht biologisch angebaut. Diese Art der Herstellung ist allerdings alles andere als nachhaltig.
- **Synthetische Pflanzenschutzmittel sind in der Regel stabiler.** Sie reagieren nicht so empfindlich auf Licht oder Sauerstoff. Sie haften und bleiben länger auf den Pflanzen. So können sie ihre Wirkung über eine längere Zeit entfalten und müssen nicht immer wieder neu ausgebracht werden. So werden unnötige Durchfahrten mit den Traktoren verhindert. Dies ist auch wichtig, denn Traktoren verdichten den Boden und stossen CO₂ aus.

- **Synthetische Pflanzenschutzmittel sind in der Regel spezifischer und wirksamer.** In den letzten Jahrzehnten hat eine drastische Reduktion der ausgebrachten Wirkstoffmengen pro Hektar stattgefunden¹: Die Ausbringungsrate von Pflanzenschutzmitteln pro Hektar ist seit 1950 um 95% zurückgegangen, sodass die Landwirte eine viel niedrigere Dosis anwenden müssen, um dieselbe Wirksamkeit zu erzielen. Darüber hinaus ist die Menge an Lebensmitteln, die aus jeder verwendeten Tonne Wirkstoff hergestellt wird, seit 1980 um mehr als 10% gestiegen. Damit ernährt ein Hektar Agrarnutzfläche heute durchschnittlich 155 Menschen, um 1900 waren es noch 4 Menschen pro Hektar. Gleichzeitig sind neue Wirkstoffe sicherer. Die durchschnittliche akute Toxizität hat seit den 1960er Jahren um 40% abgenommen.

Was bedeutet integrierter Pflanzenschutz?

Chemische Bekämpfungsmassnahmen kommen nur dann zum Einsatz, wenn mit präventiven und nicht chemischen Massnahmen kein ausreichender Schutz der Kulturen vor Schadorganismen gewährleistet werden kann. Ist ein Pflanzenschutzmittel-Einsatz notwendig, werden Massnahmen zur Eindämmung der Risiken getroffen. Als chemische Massnahme versteht man die Behandlung mit chemischen Substanzen und Substanzgemischen. Auch im Biolandbau sind chemische Bekämpfungsmassnahmen erlaubt (z.B. die Behandlung der Pflanzen mit Kupfersalzen, Schwefel, Pyrethrum, etc.).

¹ 2018 - Phillips McDougall, [Evolution of the Crop Protection Industry since 1960](#).

Tabelle 1. Detaillierte Informationen über die Herstellung einiger Bio-Pflanzenschutzmittel

- **Kupfersulfat:** wird aus Kupferoxid oder Kupfersulfid und Schwefelsäure hergestellt

$$\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$

$$\text{CuS} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{S}$$
- **Kupferoxychlorid:** wird durch elektrochemische Reduktion von Kupfer(II)chlorid in konzentrierter Natriumchloridlösung mit Kupfermetall und anschliessender Oxidation mit Sauerstoff synthetisiert

$$\text{CuCl}_2 + \text{Cu} + 2 \text{NaCl} \rightarrow 2 \text{NaCuCl}_2$$

$$6 \text{NaCuCl}_2 + 3/2 \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuCl}_2 \cdot 3 \text{Cu(OH)}_2 + 2 \text{CuCl}_2 + 6 \text{NaCl}$$
- **Kupferhydroxid:** wird durch Umsetzung von Kupfersulfat mit Natronlauge hergestellt

$$\text{CuSO}_4 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$$
- **Schwefel:** entsteht meistens als Abfallprodukt bei der Entschwefelung von Erdöl und Erdgas

$$2 \text{H}_2\text{S} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$$

$$2 \text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow 3 \text{S} + 2 \text{H}_2\text{O}$$
- **Kaliumbicarbonat:** wird aus Kaliumcarbonat und Wasser synthetisiert

$$\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KHCO}_3 + \text{KOH}$$
- **Eisenphosphat:** entsteht aus Eisenhydroxid und Phosphorsäure

$$\text{Fe(OH)}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{FePO}_4 + 3 \text{H}_2\text{O}$$
- **Kaliseife:** wird durch Verseifung von Leinöl mit Kaliumhydroxid hergestellt. Unter Verseifung versteht man die Hydrolyse eines Esters durch die wässrige Lösung eines Hydroxids, wie z. B. durch Kaliumhydroxid, oder durch spezielle Enzyme. Sie gilt als organischer Syntheseweg.