



UmweltWissen

Pflanzenschutzmittel – Stoffgruppen und Anwendung

Hunger und Missernten sind für uns Vergangenheit. Wir kaufen unsere Nahrungsmittel im Supermarkt, schadstofffrei und perfekt. Schüler müssen in den Pfingstferien nicht mehr zum Kartoffelkäferklauben. Diese angenehmen Seiten des modernen Lebens werden auch durch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ermöglicht. Mit der unangenehmen Folge, dass die hoch bioaktiven Chemikalien leider nicht immer nur gegen den Schaderreger wirken, sondern allzu oft auch gegen andere Lebewesen.

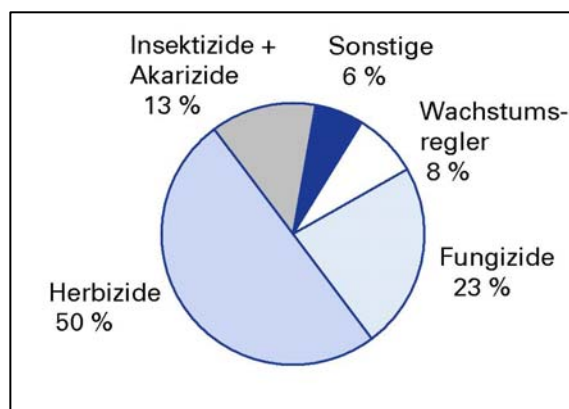
In dieser Publikation finden Sie einführende Informationen zu verschiedenen Stoffgruppen und zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Exemplarisch werden einige Wirkstoffe aus der schier unüberschaubaren Vielzahl an Verbindungen vorgestellt. Weitere Informationen über Wirkungen auf Umwelt und Gesundheit finden Sie in unserer Publikation [Pflanzenschutzmittel in der Umwelt](#).

1 Stoffgruppen

In Deutschland sind derzeit rund 250 Wirkstoffe in etwa 900 verschiedenen Handelsprodukten zugelassen; EU-weit dürfen rund 500 Wirkstoffe eingesetzt werden. In Deutschland werden jährlich etwa 115.000 t Wirkstoffe produziert, davon ca. 80.000 t für den Export, 35.000 t für die Anwendung (Stand 2004). Zusätzlich werden erhebliche Wirkstoffmengen importiert. Zur Anwendung wurden etwa 35.000 t Wirkstoffe verkauft (Stand 2004).

Den größten Anteil an Pflanzenschutzmitteln haben die Herbizide (ca. 50 %), gefolgt von den Fungiziden (ca. 23 %). Geringer ist der Anteil der Insektizide und Akarizide (zusammen ca. 13 %) und der Wachstumsregler (ca. 8 %). Der Rest entfällt auf Bakterizide, Molluskizide und Rodentizide (Begriffe s. Abschnitte 2 bis 5).

Abb. 1: Absatz an Pflanzenschutzmitteln in Deutschland 2004. Angaben gerundet. Quelle: BVL 2005



Pflanzenschutzmittel sollen Pflanzen vor Schadorganismen oder Konkurrenten schützen. Es handelt sich daher um hoch bioaktive Wirkstoffe, die gezielt gegen bestimmte Organismen eingesetzt werden (s. Abschnitte 2 bis 5).

2 Herbizide

Herbizide wirken gegen Ackerwildkräuter. Sie werden v. a. im Ackerbau eingesetzt, im Grünland dagegen kaum. Selektive Mittel schädigen nur spezielle Pflanzenarten, z. B. Kräuter, nicht aber Gräser. Totalherbizide töten alle Pflanzen ab. Dabei setzt die Wirkung von Herbiziden an unterschiedlichen Stellen im Organismus an, z. B.:

- **Photosynthese:** Eine Hemmung der Energiegewinnung führt zum Absterben der Pflanze.
- **Aminosäurestoffwechsel:** Aminosäuren bilden die Erbsubstanz und Proteine, die an allen Stoffwechsellvorgängen beteiligt sind. Eine Störung des Aminosäurestoffwechsels führt daher zu unspezifischen Sekundärreaktionen, z. B. Hemmung des Wurzel- und Sprosswachstums, Rotfärbung oder Absterben von Gewebe.
- **Fettsäurestoffwechsel:** Fettsäuren sind z. B. Bestandteil der Zellmembran. Ist ihre Synthese gestört, können die Zellmembran und ihre Funktionen geschädigt werden.
- **Wachstumsprozesse:** Wuchsstoffe führen zu unkontrolliertem Wachstum, z. B. übermäßigem Wuchs oder Krümmungen und damit zum Absterben der Pflanze.

Kasten 1: Einige Stoffgruppen von Herbiziden

- Aminosäurederivate, z. B. Glyphosat
- Acetamine, z. B. Alachlor
- Derivate cyclischer Carbonsäuren (sog. Wuchsstoffe), z. B. MCPP, MCPA
- Carbamate
- Harnstoffderivate, z. B. Isoproturon, Diuron
- Sulfonylharnstoffe
- Triazine, z. B. Atrazin, Simazin, Terbutylazin
- Pyridine

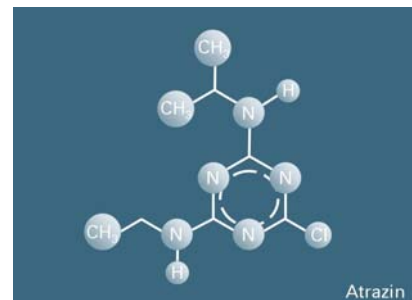
Beispiel MCPP, MCPA

Beide Substanzen wirken als Wuchsstoffe gegen verschiedene Kräuter, für Gräser sind sie dagegen unschädlich. Einsatzbereiche sind die Unkrautbekämpfung im Getreide, Grünland und Sportrasen. Sie wirken selektiv auf bestimmte Kräuter, andere werden überhaupt nicht geschädigt.

Beispiel Atrazin

Atrazin gehört zur Stoffgruppe der Triazine, die in den 60er Jahren den großen Durchbruch der chemischen Unkrautbekämpfung im Maisanbau brachten. Hier wurde es jahrelang in hohen Aufwandmengen gegen Quecke und andere Unkräuter eingesetzt, Allerdings hatte es eine Wirkungslücke gegenüber Hirsearten, die dadurch stark zunehmen konnten (s. Publikation [Pflanzenschutzmittel in der Umwelt](#)). Zudem konnten sich resistente Unkräuter entwickeln, z. B. Vogelmiere und Amaranth. Die wichtigste Wirkungskomponente ist die Hemmung der Photosynthese.

Aufgrund seiner Langlebigkeit reicherte sich Atrazin in vielen Böden an. Es ist – mit seinem Abbauprodukt Desethylatrazin – noch heute der am häufigsten nachgewiesene Wirkstoff in Grundwasserproben.

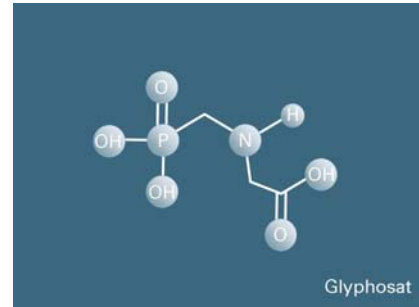


Seit dem Anwendungsverbot 1991 bessert sich die Situation langsam (s. Abschnitt 8 und Publikation [Pflanzenschutzmittel in der Umwelt](#)).

Beispiel Glyphosat

Glyphosat wirkt als sog. Totalherbizid und zählt zu den am häufigsten eingesetzten Wirkstoffen. Es wird z. T. häufig und in hohen Aufwandmengen eingesetzt. Wichtiger Einsatzbereich ist z. B. die Mulchsaat zur Erosionsminderung (s. Publikation [Umweltmedium Boden](#)). Derzeit ist Glyphosat das einzige für Bahnanlagen zugelassene Herbizid (Diuron darf hier nicht mehr eingesetzt werden).¹

Durch den Anbau gentechnisch veränderte Kulturpflanzen könnte Glyphosat an Bedeutung gewinnen, da eine Resistenz gegen Totalherbizide häufig das Ziel gentechnischer Veränderungen ist.



3 Insektizide

Insektizide werden gegen Insekten verwendet, v. a. bei Obst, Wein und Hopfen, aber auch bei Zuckerrüben, Kartoffeln, Raps und Getreide. Manche Insektizide wirken unspezifisch gegen alle Insekten, manche schonen die sog. „Nützlinge“ (s. Publikation [Pflanzenschutzmittel in der Umwelt](#)).

Viele insektizide Wirkstoffe greifen in die Reizleitung bzw. -übertragung des Zentralnervensystems ein (s. Abb. 2). Dieser Mechanismus funktioniert meist auch bei Warmblütern, so dass viele Insektizide eine hohe akute Toxizität für den Menschen haben. Daher sind spezielle Vorsichtsmaßnahmen insbesondere für den Anwender erforderlich.

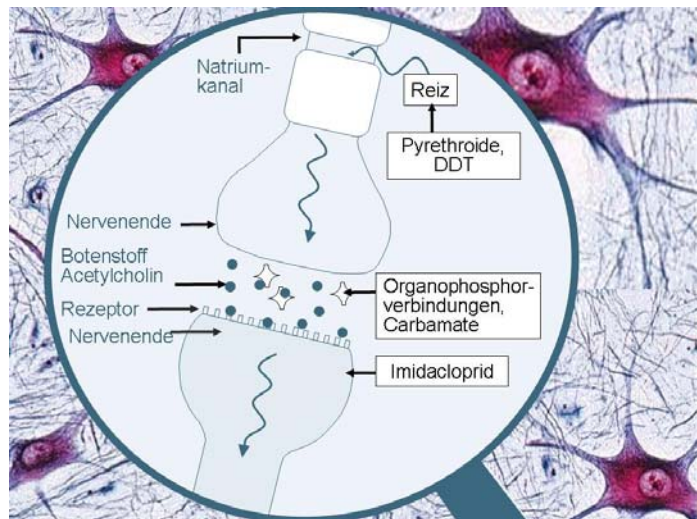


Abb. 2: Wirkorte von Insektiziden im Zentralnervensystem: Reizauslösung, Ausschüttung der Botenstoffe, Blockierung der Rezeptoren u.a..

Quelle: Heitefuss 2000, verändert

¹ Auf versiegelten Flächen im öffentlichen und privaten Bereich darf Glyphosat nur mit spezieller Genehmigung eingesetzt werden, z. B. auf Garagenvorplätzen, Gehwegen und Hofflächen.

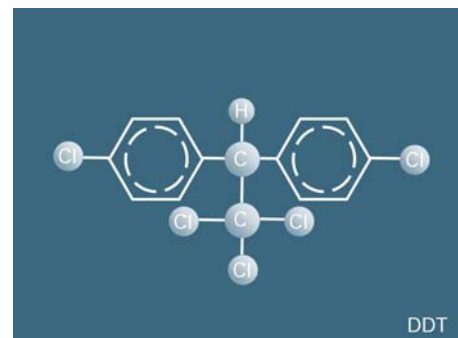
In den letzten Jahrzehnten hat sich das Wirkungsspektrum stark verändert (Beispiele s. Kasten 2). Früher wurden häufig die sog. chlorierten Kohlenwasserstoffe eingesetzt, deren Anwendung in Deutschland seit 1971 schrittweise verboten wurde (s. Abschnitt 8). In tropischen und subtropischen Ländern sind diese Substanzen aber teilweise noch zugelassen. In der Anwendung zugenommen haben vor allem die synthetischen Pyrethroide und die neue Gruppe der Neonicotinoide.

Kasten 2: Einige Stoffgruppen von Insektiziden

- Chlorierte Kohlenwasserstoffe, z. B. DDT, Lindan, Endosulfan (in Deutschland verboten)
- Organ. Phosphorverbindungen, z. B. Parathion (verboten), Malathion (verboten), Dimethoat, Chlorpyrifos
- Carbamate, z. B. Carbaryl (verboten), Carbofuran, Pirimicarb
- Pyrethroide, z. B. Cypermethrin
- Neonicotinoide, z. B. Imidacloprid

Beispiel Chlorierte Kohlenwasserstoffe

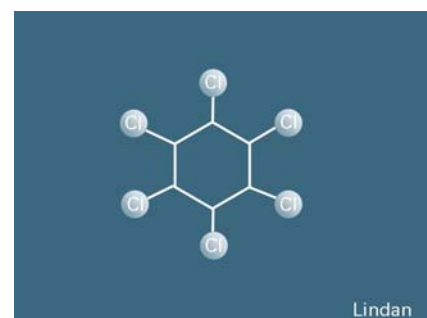
Die chlorierten Kohlenwasserstoff-Pflanzenschutzmittel zählen zum „dreckigen Dutzend“ der UNEP²: Neben PCB, Dioxinen und Furanen gehören dazu auch die Pflanzenschutzmittel Aldrin, Chlordan, DDT, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Hexachlorbenzol, Mirex und Toxaphen. Weitere bekannte Verbindungen sind die Insektizide Lindan und Endosulfan, außerdem das Biozid Tributylzinn (TBT). Diese Substanzen sind sehr schlecht abbaubar und reichern sich im Fettgewebe an (s. Publikation [Pflanzenschutzmittel in der Umwelt](#)). Außerdem sind viele Organochlor-Insektizide endokrin wirksam (s. Publikation [Umweltchemikalien mit hormoneller Wirkung](#)), wobei ihr östrogenes Potenzial im Vergleich zu natürlichen oder synthetischen Östrogenen wesentlich geringer ist. Allerdings gibt es Hinweise, dass die Wirksamkeit deutlich erhöht sein könnte, wenn mehrere Pflanzenschutzmittel gleichzeitig einwirken.



Lindan ist ein unspezifisch wirkendes Insektizid, das seit den 50er Jahren im Acker-, Gemüse- und Obstbau sowie im Forst zur Bekämpfung von Borkenkäfern eingesetzt wurde. Häufig wurde eine Mischung mit DDT verwendet, da Lindan sehr rasch wirkt, während die Wirkung von DDT später einsetzt, aber länger anhält. Inzwischen ist Lindan weitgehend durch Pyrethroide ersetzt.

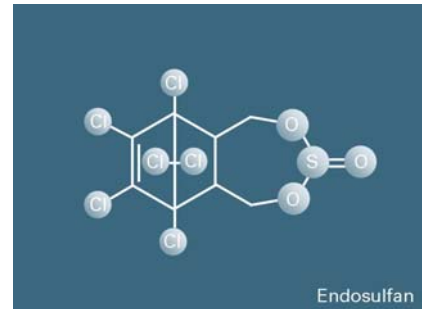
Lindan ist gut fettlöslich und reichert sich daher v. a. im Fettgewebe, Knochenmark, Nervensystem und Gehirn an. Auch in der Muttermilch konnte Lindan nachgewiesen werden. Produktionsbedingt können Dioxine enthalten sein. Lindan wurde zudem als Holzschutzmittel in Innenräumen eingesetzt: So enthielt bis 1985 fast die Hälfte der amtlich zugelassenen Holzschutzmittel diesen Wirkstoff.

Weitere Informationen finden Sie in unseren Publikationen [Organische Luftschadstoffe in Innenräumen – ein Überblick](#) und [– Probenahme, Messung und Bewertung](#) und [Lindan](#). Lindan ist z. B. auch in Medikamenten gegen Kopfläuse des Menschen enthalten.



² Umweltprogramm der Vereinten Nationen

Endosulfan wurde bereits seit den 1950er Jahren weltweit eingesetzt. Es ist ungefährlich für Bienen und schont weitere Nützlinge wie Schlupfwespen und Schwebfliegen. Daher konnte es z. B. im Raps- und Obstanbau gut verwendet werden. Außerdem wurde Endosulfan als Insektengift im Holzschutz angewendet. Endosulfan ist als stark wassergefährdender Stoff eingestuft. Es ist schwer abbaubar und reichert sich bei langjähriger Verwendung im Boden an. Dagegen reichert es sich in der Nahrungskette nicht an. Seit 2001 ist jeder Einsatz in Deutschland verboten. Es wird jedoch in Entwicklungsländern z. B. im Schnittblumenanbau häufig angewendet.



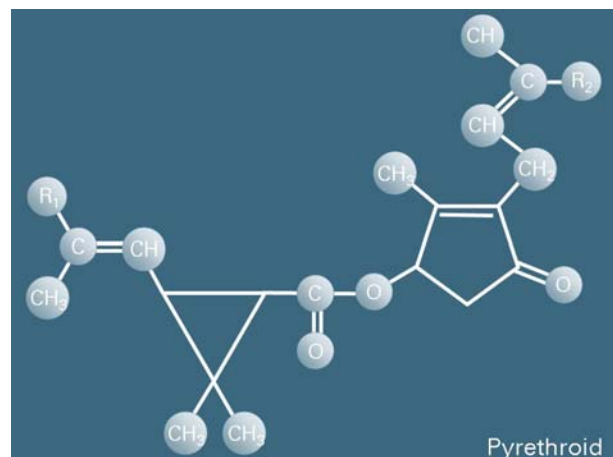
Beispiel Pyrethrum und Pyrethroide

Pyrethrum ist eines der am längsten bekannten natürlichen Insektizide. Es wird aus den Blütenköpfen von Chrysanthemen gewonnen, die zu etwa 90 % in Ostafrika angebaut werden. Der Extrakt der Chrysanthemenblüten besteht aus einem Gemisch an Wirkstoffen. Die Natursubstanz wird durch Licht rasch abgebaut. Durch gezielte Strukturveränderungen wurden daher die synthetischen Pyrethroide entwickelt. Pyrethrum und Pyrethroide wirken als Kontaktgifte und Repellentmittel.

Pyrethroide nehmen weltweit an Bedeutung zu, da sie Organochlor-Insektizide wie Lindan oder DDT in verschiedenen Anwendungsbereichen ersetzt haben. Wichtige Vertreter sind Cyfluthrin, Cypermethrin, Deltamethrin, Esfenvalerat, Fenvalerat und Permethrin.

Cypermethrin ist wie alle Pyrethroide eine stark lipophile Verbindung und zeigt eine Tendenz zur Bioakkumulation z. B. in Fischen. Dieser Wirkstoff ist hoch toxisch gegenüber Gewässerorganismen.

Ein wichtiger Anwendungsbereich von Pyrethroiden sind Innenräume: Außer z. B. gegen Pflanzenschädlinge werden Pyrethroide auch zum Mottenschutz von Textilien eingesetzt (v. a. Wollteppiche). Weitere Informationen finden Sie in unserem Tagungsband [Schädlingsbekämpfung in Haus und Garten](#).



4 Fungizide

Fungizide wirken gegen Pilze, z. B. Schimmelpilze, Rostpilze oder Mehltau. Sie finden in Deutschland v. a. im Obst-, Hopfen- und Weinbau sowie in Weizen- und Kartoffelkulturen Verwendung.

In den letzten Jahrzehnten hat sich das Stoffspektrum der Fungizide verändert: So sind ältere Wirkstoffgruppen meist aus toxikologischen Gründen nicht mehr zugelassen, z. B. organische Quecksilberverbindungen (seit 1982). Der Einsatz von Kupfer- und Schwefelverbindungen ist mittlerweile stark zurückgegangen.

Beispiel Kupferverbindungen

Einige der ältesten, in größerem Maße angewandten Fungizide sind Kupferverbindungen. Derzeit sind nur noch wenige Präparate zugelassen. Im ökologischen Landbau können sie mit begrenzten Aufwandsmengen u. a. zur Bekämpfung der Krautfäule an Kartoffeln verwendet werden.

Bei häufiger Anwendung, z. B. im Weinbau kommt es zu einer erheblichen Kupfer-Anreicherung im Boden. Daher wird derzeit über die Zurücknahme der Zulassung diskutiert.

5 Sonstige Anwendungen

Einen Spezialfall im Pflanzenschutz bilden die **Wachstumsregulatoren**: Langstrohige Getreidesorten neigen nach Gewittern oder bei starker Düngung zum Umkippen, so dass kurz vor der Ernte oft ganze Getreidefelder niedergedrückt werden (s. Abb. 3). Dieses sog. Lagergetreide ist nur noch schwer zu ernten. Zudem werden die Körner feucht und keimen leicht. Dadurch nimmt die Qualität des Erntegutes erheblich ab. Um das Lagern von Getreide zu verhindern, werden daher kurzstrohige Sorten angebaut oder Halmverkürzer eingesetzt.

Zur Bekämpfung von Bodenwürmern (Nematoden), Nagetieren (Rodentia), Bakterien, Milben und Schnecken (Molluska) setzt man jeweils **Nematozide**, **Rodentizide**, **Bakterizide**, **Akarizide** oder **Molluskizide** ein (sofern Mittel vorhanden).

Abb. 3: Lagergetreide. Quelle: Amt für Landwirtschaft und Forsten Augsburg und <http://www.gutsgemeinschaft.de/>



6 Weitere Komponenten

Im fertigen Präparat ist der reine Wirkstoff meist nur im Prozent- oder Promillebereich enthalten. Zum größten Teil bestehen die Präparate dagegen aus Beistoffen. Mit diesen Zusätzen lassen sich die Produkte leichter handhaben, gut ausbringen und sind lagerstabil. In der sog. Formulierung sind folgende Stoffe häufig enthalten:

- **Trägerstoffe:** Bei festen Produkten werden Gesteinsmehle wie Talkum, Kaolin, Bentonit, Kieselerde oder Kalk benutzt, bei flüssigen Präparaten organische Lösungsmittel, Mineralöle oder Wasser. Bei Sprühflaschen dienen früher u. a. fluorierte und chlorierte Methanderivate als Treib- und Trägerstoffe. Aufgrund ihres Ozonzerstörungspotenzials sind diese Substanzen inzwischen durch Propan/Butangemische ersetzt (s. Publikationen [FCKW- und FCKW-Ersatzstoffe](#), und [Ozonschicht und Ozonloch](#)).
- **Hilfsstoffe:** Oberflächenaktive Substanzen verteilen den wasserunlöslichen Wirkstoff in feinen Tröpfchen in der Spritzbrühe. Beispiele sind Seifen, Fettalkoholsulfonate oder Alkylsulfonate. Zusätzlich werden Stabilisatoren zugegeben, z. B. Gelatine, Kasein, Albumin, Stärke oder Methylzellulose. Die Verteilung und Beständigkeit auf der Pflanze wird mit Netz- und Haftmitteln erreicht. Wichtige Haftmittel sind z. B. polymere Emulsionen von Polyvinylacetat, Polyvinylchlorid oder Salzen der Linginsulfosäure (Nebenprodukt der Papierherstellung). Sogenannte Safener verbessern die Verträglichkeit von Herbiziden gegenüber der Kulturpflanze.

- **Verunreinigungen:** Produktionstechnisch bedingt, enthalten viele Wirkstoffe Verunreinigungen, die toxikologisch wichtiger sein können als die Wirkstoffe. Ein Beispiel waren Dioxine im heute nicht mehr zugelassenen 2,4,5-T (Wachstums-Herbizid).

7 Einsatz in landwirtschaftlichen Bewirtschaftungssystemen

Eine Vielzahl an Faktoren hat bei der heutigen Wirtschaftsweise dazu geführt, dass die Gefahr der Verunkrautung heute eher höher ist als früher (s. Abschnitt 7.1). Jedoch sollte der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln aus Umweltsicht generell so weit wie möglich reduziert werden (s. Publikation [Pflanzenschutzmittel in der Umwelt](#)). Eine Reduktion ist z. B. möglich durch die Strategie des integrierten Pflanzenschutzes (s. Abschnitt 7.2). Darüber hinaus ermöglicht die ökologische Wirtschaftsweise einen fast vollständigen Verzicht auf chemische Wirkstoffe (s. Abschnitt 7.3).

7.1 Bewirtschaftungsfaktoren und Unkrautdruck

Der Einsatz von Herbiziden hat in einem früher kaum vorstellbaren Ausmaß zugenommen, so dass mittlerweile der überwiegende Teil der Ackerflächen gegen Unkräuter behandelt wird. Einige Faktoren der heutigen Wirtschaftsweise erhöhen die Gefahr der Verunkrautung, z. B.:

- **Enge Fruchtfolge:** In einer vielfältigen Fruchtfolge wechseln Wachstumszeit, Zeitpunkt und Intensität von Bodenbearbeitung und mechanischer Unkrautbekämpfung sowie die Konkurrenzstärke der Kulturen. Dadurch ändern sich permanent die Wachstumsbedingungen für die Beikräuter, die z. T. eng an eine bestimmte Kultur angepasst sind. Dadurch kann sich in einer vielfältigen Fruchtfolge keine Beikrautart übermäßig vermehren. Die heutigen Fruchtfolgen haben jedoch meist nur wenige Fruchtfolgeglieder, die einen hohen Ertrag ermöglichen. So wird heute mehr Wintergetreide und weniger Sommergetreide, Blatt- und Wurzelfrüchte angebaut (s. Abb. 4).

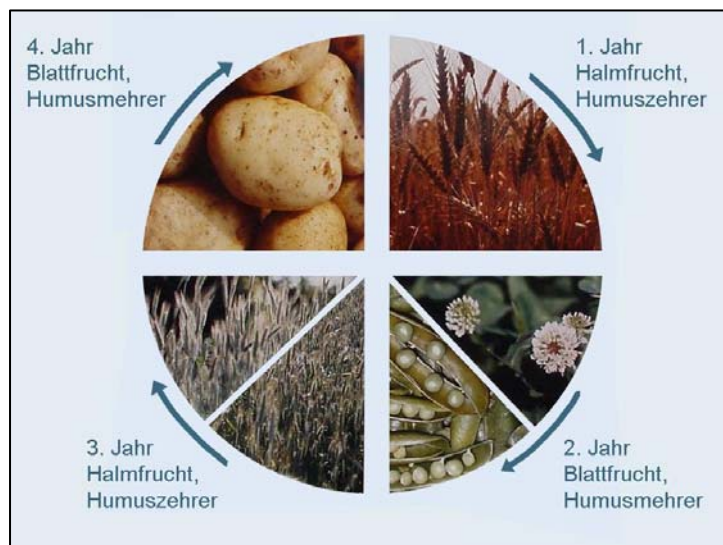


Abb. 4: Beispiel für eine Fruchtfolge.

Quelle: <http://www.lfs-edelhof.ac.at/page.asp/531.htm>

- **Frühe Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung:** Bei der Saatbettbereitung werden – wie bei jeder Bodenbearbeitung – gekeimte Pflänzchen entwurzelt oder verschüttet. Daher ist der Unkrautdruck umso geringer, je später die Saat erfolgt, weil auch spät keimende Unkräuter erfasst werden. Heute geht der Trend zu früheren Saatterminen, weil eine frühe Saat die Wachstumsperiode verlängert und damit den Ertrag erhöht. Beispielsweise wird heute mehr Winter- als Sommergetreide angebaut (Saat im Spätherbst statt im folgenden Frühjahr). Auch die Zuckerrübe wird heute früher gesät. Dies wurde möglich durch die Mechanisierung und durch die Züchtung von Sorten, die gegen Frühsaat unempfindlicher sind.
- **Späte Ernte:** Durch den Mähdrescher wurde die Getreideernte nach hinten verschoben. Dadurch können heute viele Ackerwildkräuter aussamen, die früher im unreifen Zustand erfasst wurden.
- **Moderne Anbauverfahren:** Bei Getreide werden kurzstrohige Sorten angebaut, um das Lagern der Bestände zu verhindern. In den niedrigeren Beständen können jedoch die Beikräuter leichter

aufkommen. Zudem fördern Herbizide mit Wirkungslücken die Unkräuter, die nicht erfasst werden. Denn durch das Absterben der empfindlichen Arten entsteht neuer Standraum, den die robusten Arten nutzen können (s. Publikation [Pflanzenschutzmittel in der Umwelt](#)).

- **Kostendruck:** Bei den hohen Lohnkosten sind heute die arbeitsaufwändigen mechanischen Verfahren kaum noch rentabel. Aufwändige Verfahren wie im ökologischen Anbau führen daher zu deutlich höheren Preisen für den Verbraucher.

7.2 Integrierter Anbau

Beim „integrierten Pflanzenschutz“ wird der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln reduziert. Eine Vielzahl an Methoden und Maßnahmen können dazu beitragen, z. B.:

- **Gezielter Mitteleinsatz:** Anwendung nach Befallseinschätzungen, statt Ganzflächenbehandlung nur Teilflächenbehandlungen oder Bandbehandlung in der Reihe der Kulturpflanzen, Vermeiden von vorsorglichen Behandlungen vor dem Auflaufen der Unkräuter, Saatgutbeizung.
- **Berücksichtigung von Warndiensthinweisen:** Aus Daten zur aktuellen Befallssituation und zur Wettervorhersage (Temperatur, Feuchtigkeit) können mithilfe der Kenntnisse über Lebenszyklus und Populationsentwicklung von Schädlingen und Krankheiten mittlerweile recht genaue Prognosen der weiteren Befallsentwicklung gestellt werden. Chemische Bekämpfungsmaßnahmen werden nur bei ungünstigen Prognosen empfohlen.
- **Spezielle Methoden:** Anbau resistenter Sorten, bevorzugte Verwendung nützlichsschonender Pflanzenschutzmittel, biologische Schädlingsbekämpfung mit Mikroorganismen oder natürlichen Feinden in Gewächshäusern, Anwendung von Lockstoffen und ggf. Anlegen von Landschaftsrefugien für Nützlinge wie Hecken oder Feldrainen.

Im integrierten Anbau muss der Einsatz der Pflanzenschutzmittel dokumentiert werden.

7.3 Ökologischer Anbau

Im ökologischen Landbau ist vorrangiges Ziel, die Pflanzen gesund zu erhalten und Krankheiten und übermäßigem Schädlingsbefall vorzubeugen. Dazu gibt es eine Vielzahl an Möglichkeiten, z.B.:

- standortangepasste, robuste Sorten
- aufwändige, vielgliedrige Fruchtfolgen mit Wechsel zwischen Hackfrüchten und Getreide, langen Abständen zwischen denselben Kulturpflanzen, Anbau von Gesundungsfrüchten wie Phazelia, Zwischenfrüchten u.a.
- sorgfältige mechanische Unkrautbekämpfung durch Pflügen, Hacken (z. B. bei Kartoffeln) und Striegeln (z. B. bei Getreide).
- gezielte Förderung nützlicher Insekten, z. B. Anpflanzung von Hecken und Baumgruppen und Integration von artenreichen, blühenden Pflanzengruppen in die Flächen.

Über diese Maßnahmen hinaus sind auch einige Pflanzenschutz-Präparate für den Bio-Landbau zugelassen z.B. Bakterienpräparate, pflanzliche Öle oder Lockstofffallen. Allerdings dürfen Schädlinge und Krankheiten nicht prophylaktisch, sondern erst bei Befall bekämpft werden. Gegen einige Krankheiten, gegen die es bisher keine wirksamen biologischen Mittel gibt, sind z. B. auch Kupferpräparate oder Schwefel zulässig (s. Abschnitt 4).

Die ökologische Wirtschaftsweise ist deutlich arbeitsaufwändiger. Zudem ist der Ertrag geringer, da zum einen Hohertragsorten oft empfindlicher sind und daher nicht immer angebaut werden können. Zum anderen müssen auch wirtschaftlich weniger lohnende Kulturen angebaut werden, um die Fruchtfolge sinnvoll zu gestalten.

Zudem soll der Stoffkreislauf des Betriebes weitgehend geschlossen bleiben, so dass z. B. Zukauf von Futtermitteln und damit Spezialisierung und Kostenrationalisierungen nur in geringem Umfang möglich sind. Daher sind Lebensmittel aus ökologischer Landwirtschaft oft deutlich teurer als konventionell erzeugte Produkte.

8 Rechtliche Regelungen

Zulassung und Anwendung von Pflanzenschutzmitteln unterliegen strengen gesetzlichen Anforderungen. Grundsätzlich dürfen nur zugelassene Pflanzenschutzmittel ausschließlich auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzten Flächen verwendet werden. Als gärtnerisch genutzt gelten auch Haus- und Kleingärten, jedoch keine Wege, Wegböschungen oder versiegelte Flächen (z. B. Autostellplatz).

Die **Zulassung** erfolgt in Deutschland ist das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL). Die Anträge der Hersteller müssen detaillierte Angaben über chemische und physikalische Eigenschaften, Versuchsberichte und Hinweise zum Analyseverfahren enthalten. Diese experimentellen Daten werden nicht veröffentlicht. Die Biologische Bundesanstalt (BBA) prüft die speziellen Fragen zum Wirkungsziel, zum Rückstandsverhalten, zum Abbau usw. Zusätzlich nimmt das Bundesamt für Risikobewertung (BfR) zu den humantoxikologischen und das Umweltbundesamt (UBA) zu den ökologischen Fragen Stellung. Mit der Zulassung sind Anwendungsbeschränkungen verbunden. Dies können z. B. sein:

- Vorgeschieden wird, bei welchen Kulturen, wie häufig und in welchen Mengen ein Mittel angewendet werden darf. Außerdem wird die Wartezeit zwischen der letzten Behandlung und der Ernte festgelegt.
- Für einzelne Pflanzenschutzmittel gelten bestimmte Mindestabstände zu Gewässern, um einen Eintrag in Oberflächengewässer zu vermeiden. In oder unmittelbar an Gewässern dürfen keine Pflanzenschutzmittel ausgebracht werden.
- Um Austrag ins Grundwasser zu vermeiden, dürfen bestimmte Pflanzenschutzmittel auf dränierten Flächen zwischen dem 01. Juni und dem 01. März, auf den Bodenarten reiner Sand, schwach schluffiger Sand und schwach toniger Sand mit einem Gehalt an organischem Kohlenstoff von kleiner 1% oder auf stärker geneigten Flächen nicht angewendet werden (s. Publikation [Umweltmedium Boden](#)).

Ziel der **EU-Richtlinie über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln** (91/414-EWG) ist es, Wettbewerbsverzerrungen in der EU zu vermeiden und gleichzeitig hohes Schutzniveau für Mensch, Tier und Naturhaushalt zu gewährleisten. Das Zulassungsverfahren für neu entwickelte Wirkstoffe wurde europaweit vereinheitlicht. Die zulassungsfähigen, bereits geprüften Wirkstoffe sind im Anhang I dieser Richtlinie aufgelistet. Die Zulassung eines Pflanzenschutzmittels für den Anwender verbleibt aber im Verantwortungsbereich der einzelnen Mitgliedstaaten, daher sind z. B. nicht alle in Europa erhältlichen Pflanzenschutzmittel auch in Deutschland zugelassen.

Das deutsche **Pflanzenschutzgesetz** hat zum Ziel, Kulturpflanzen und -erzeugnisse vor Schädlingen und nichtparasitären Beeinträchtigungen zu schützen. Zudem sollen Gefahren aus der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln für die menschliche Gesundheit und Tiere sowie den Naturhaushalt abgewendet werden. Dazu werden z. B. die Durchführung des Pflanzenschutzes nach guter fachlicher Praxis, die Anwendung und die Zulassung geregelt. Zudem werden Anforderungen an Pflanzenschutzgeräte definiert. Ein eigener Abschnitt regelt die Pflanzenstärkungsmittel, Hilfsstoffe und Wirkstoffe.

Die **Pflanzenschutzmittelverordnung** ergänzt und konkretisiert das Pflanzenschutzmittelgesetz, insbesondere enthält sie Regelungen zur Zulassung von Pflanzenschutzmitteln und Prüfung von Spritzgeräten.

Die **Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung** regelt Anwendungsverbote und Einschränkungen für bestimmte Wirkstoffe, z. B.:

- Vollständiges Anwendungsverbot: Derzeit dürfen in Deutschland 45 Stoffe nicht mehr als Pflanzenschutzmittel angewendet werden. Hierunter fallen z. B. die chlorierten Kohlenwasserstoffe (DDT, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Hexachlorbenzol, Mirex, Toxaphen, Lindan, Chlordan, Tetrachlorkohlenstoff, Pentachlorphenol). Auch Schwermetallverbindungen (Arsen, Blei, Cadmium), Quecksilberverbindungen, Atrazin und Methylbromid dürfen nicht mehr eingesetzt werden. DDT und die meisten anderen chlorierten Kohlenwasserstoffe sind bereits seit 1971 in Deutschland verboten.
- Eingeschränktes Anwendungsverbot: Einschränkungen sind für weitere acht Stoffe beschrieben, z. B. für Paraquat und Deiquat.
- Anwendungsbeschränkungen: 49 Stoffe unterliegen Anwendungsbeschränkungen, z. B. um das Grundwasser in Wasserschutzgebieten zu schützen. Beispiele sind Diuron und Glyphosat.

In zahlreichen **weiteren rechtlichen Regelungen** sind Aspekte des Pflanzenschutzes enthalten, z. B. im Chemikaliengesetz, Bundesimmissionsschutzgesetz, Gefahrstoffverordnung, Abfallgesetz und Bienenschutzverordnung. Daneben regelt auch beispielsweise das Bundesnaturschutzgesetz indirekt Teilaspekte über Pflanzenschutzmittel im Trinkwasser.

9 Tipps und weitere Informationen

Aus Umweltsicht sollte der Eintrag von Pflanzenschutzmitteln in die Umwelt vorsorglich möglichst vermieden werden. Dazu kann man auch im eigenen Haus und Garten beitragen. Beispielsweise geraten weniger Pflanzenschutzmittel in die Umwelt, wenn man folgende Dinge beachtet:

- Schädlingsbekämpfung: natürliche Methoden anwenden (s. Publikation [Schädlingsbekämpfung im Haushalt: Tierische Materialschädlinge](#) und Tagungsband [Schädlingsbekämpfung in Haus und Garten](#)).

Sollen dennoch chemische Mittel eingesetzt werden, sind folgende Maßnahmen zu beachten:

- Nur für den Haus- und Kleingartenbereich zugelassene Pflanzenschutzmittel verwenden. Dabei unbedingt die **Gebrauchsanweisung beachten!**
- Pflanzenschutzmittel **nicht auf befestigten Flächen** anwenden, z. B. auf Autostellplätzen, Garageneinfahrten und auf Wegen im Garten. In besonderen Fällen ist eine Ausnahmegenehmigung möglich (z. B. Gleisanlagen). Auch auf Wegböschungen dürfen keine Pflanzenschutzmittel verwendet werden.
- Reinigung der Sprühgeräte und Entsorgung von Restmengen: Messbecher bzw. Dosiereinheit mehrfach mit klarem Wasser spülen und diese Flüssigkeit zum Verdünnen des Wirkstoffes in der Sprühflasche verwenden, ebenso mit Resten des Wirkstoffes in geleerten Behältern verfahren. Falls die Sprühflasche gespült wird, sollte das Wasser mit den Wirkstoffresten über den Pflanzen verstäubt werden. **Auf keinen Fall über Abfluss oder Toilette entsorgen!**
- Lebensmittel aus ökologischem Anbau kaufen, da diese Produkte ohne Pflanzenschutzmittel erzeugt werden.
- Schnittblumen mit Blumensiegel kaufen, bei denen auf die Anwendung problematischer Pflanzenschutzmittel in den Gewächshäusern verzichtet wird.

Bei **Kindern im Krabbelalter** können weitere einfache Maßnahmen zu einer Verringerung der Belastung beitragen. In diesem Zusammenhang zählen nicht nur die Pflanzenschutzmittel im engeren Sinn, sondern man sollte darüber hinaus auch weitere Biozide im Blick haben. Einige Beispiele:

- Auf chemische Schädlingsbekämpfung verzichten, vor allem in Innenräumen (z. B. Behandlung von Pflanzen-, Lebensmittel- oder Materialschädlingen, Behandlung von Tierparasiten). Sollen dennoch Biozide eingesetzt worden sein, Kinder von den behandelten Pflanzen fernhalten bzw. engen Kontakt mit Haustieren vermeiden, die gegen Ungeziefer behandelt wurden.
- Schadstoffarme Einrichtungsgegenstände kaufen, z. B. keine behandelten Textilien wie gegen Mottenfraß ausgerüstete Wollteppiche.
- Wohnung häufig säubern, da viele Schadstoffe am Hausstaub gebunden sein können, so auch einige Pflanzenschutzmittel (s. Publikation [Organische Luftschadstoffe in Innenräumen – ein Überblick](#)).
- Häufiges Händewaschen kann die Schadstoffaufnahme durch „Hand-zu-Mund-Aktivitäten“ deutlich mindern.

Weitere Informationen:

- **Anwendung im Hausgarten:** Kreisfachberater für Gartenkultur und Landespflege (bei den Landratsämtern und den kreisfreien Städten) <http://www.baynet.de/> → Suche über Wohnort
- **Schädlingsbekämpfung im Haushalt:** Verbraucherberatungen <http://www.verbraucherzentrale-bayern.de/UNIQ108858510904075319/doc5455A.html> und <http://www.verbraucherservice-bayern.de/>
- **Weitere Informationen:** [Schädlingsbekämpfung in Haus und Garten](#), Tagungsband des LfU-Infozentrums UmweltWissen. Dort finden Sie auch weitere Links.
- **Links und Adressen zum Biolandbau:** [Cleverer Umweltschutz – Nachhaltiger Konsum](#), Publikation des LfU-Infozentrums UmweltWissen
- **Giftnotrufe:**
München: 089 / 19 240
Nürnberg: 0911 / 398-2451 oder –2665
[Umweltmedizin – Ambulanzen und Beratungsstellen](#), Publikation LfU-Infozentrum UmweltWissen
bundesweit: 030/19240, <http://bbges.de/content/index28aa.html>
- **Verbraucherinformationssystem VIS Bayern:** [\(Gift\)Gefahren in Haus und Freizeit](#).

10 Literatur

Akkan Z., Flaig H., Ballschmiter K. (2003): Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel in der Umwelt. Emissionen, Immissionen und ihre human- und ökotoxikologische Bewertung. Erich Schmidt Verlag, Berlin

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2004): Modellgebiete für eine grundwasserschonende Landbewirtschaftung. Bericht nach 10jähriger Laufzeit 1993 – 2002.

http://www.lfl.bayern.de/publikationen/datenerfassung/schriftenreihe_url_1_18.pdf

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2005): Grundsätze für die Durchführung der guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz.

<http://www.bmelv.de> → Service → Publikationen → Broschüren

Gutsche V. (2000): Brauchen wir den chemischen Pflanzenschutz? Workshop. Mitteilungen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Heft 371

<http://www.bba.de/veroeff/mitt/pdfs/mitt371.pdf>

Heitefuss R. (2000): Pflanzenschutz. Grundlagen der praktischen Phytomedizin. Thieme Verlag, Stuttgart, New York

Henkelmann G. (2004): Das Verhalten von Pflanzenschutzmitteln im Agrarökosystem.

http://www.lfl.bayern.de/iab/bodenschutz/08142/linkurl_0_0_0_6.pdf

Hommen U., Schäfers Ch., Roß-Nickoll M., Ratte T. (2004): Auswertung der wichtigsten in Deutschland durchgeführten Monitoringstudien zu Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Nichtzielorganismen. Endbericht.

http://www.bvl.bund.de/cln_007/nn_492018/DE/04_Pflanzenschutzmittel/00_doks_downloads/studie_psm_wirk_nicht_ziel_org.templateId=raw.property=publicationFile.pdf/studie_psm_wirk_nicht_ziel_org.pdf

Stan H.-J., Fuhrmann B. (2001): Bestimmung von Pestizidrückständen im Wasser und Lebensmitteln mittels LC-MS. Schriftenreihe Biologische Abwasserreinigung, Band 16.

Statistisches Bundesamt (2000): Jahresbericht 2000, Wiesbaden

Wichmann H.E., Schilpköter H.-W., Füllgraß G. (Hrsg.): Handbuch der Umweltmedizin: ADI-Werte und DTA-Werte für Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe, Kap. III, S. 247-250, 10. Ergänzungslieferung 9/99, ecomed Verlag, Landsberg

Richtlinien und gesetzliche Regelungen

- Regelungen zum Pflanzenschutz:
http://www.bvl.bund.de/cln_027/nn_492024/DE/04_Pflanzenschutzmittel/10_RechtlicheRahmenbedingungen/01_Gesetze_20_26_20Verordnungen/gesetz_verordn_node.html_nnn=true
- Bundesrecht: <http://bundesrecht.juris.de/index.html> → Gesetze und Verordnungen → Pflanzenschutz
- Das Portal zum Recht der Europäischen Union: <http://eur-lex.europa.eu/de/index.htm> → Suche: Pflanzenschutz

Internet

- Ämter für Landwirtschaft und Forsten: <http://www.landwirtschaft.bayern.de/behoerden/amt/>
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz: <http://www.lfl.bayern.de/ips/>
- Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten:
http://www.stmlf.bayern.de/landwirtschaft/pflanzenbau/pflanzenschutz_allgemein/
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL):
http://www.bvl.bund.de/cln_027/nn_492000/DE/04_Pflanzenschutzmittel/06_RueckstaendeHoechstmenge/rueckst_un_d_hoechstM_node.html_nnn=true
- Bundesinstitut für Risikobewertung BfR: <http://www.bfr.bund.de/cd/240>
- Umweltbundesamt: <http://www.umweltbundesamt.de>

Weiterführende Publikationen des Infozentrums UmweltWissen am LfU

- [FCKW und FCKW-Ersatzstoffe](#)
- [Organische Luftschadstoffe in Innenräumen – Probe-
nahme, Messung und Bewertung](#)
- [Organische Luftschadstoffe in Innenräumen – ein Ü-
berblick](#)
- [Ozonschicht und Ozonloch](#)
- [Pflanzenschutzmittel in der Umwelt](#)
- [Schädlingsbekämpfung in Haus und Garten](#), Tagungs-
band
- [Umweltchemikalien mit hormoneller Wirkung](#)
- [Umweltmedium Boden](#)

Autorin (2006): Dr. Katharina Stroh (LfU)

Aktualisierung der Links 03/08

Ansprechpartner:

UmweltWissen am Bayerischen Landesamt für Umwelt

Tel. 0821 / 9071 – 5671

E-Mail: umweltwissen@lfu.bayern.de

Internet: <http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/index.htm>

Herausgeber: Bayerisches Landesamt für Umwelt, Bürgermeister-Ulrich-Straße 160, 86179 Augsburg