

# So wirken Herbizide



Im Gewächshaus werden die Effekte von Pflanzenschutzmitteln geprüft.

**G**etreidebetonte Fruchtfolgen und besonders der Rückgang der Sommerungen verursachen zunehmend Probleme mit Ungräsern. Regionale Anbaubedingungen (Boden, Niederschläge, Fruchtfolge u. a.) stärken die gebietstypische Bedeutung einzelner Ungrasarten in Deutschland. Im Norden ist die Ungrasproblematik aufgrund der langen Vegetationsperiode besonders ausgeprägt. Der Windhalm hat zwar den höheren Flächenanteil, die größeren Probleme verursacht aber der Ackerfuchsschwanz insbesondere in Gebieten mit auftretender Resistenz. Im Süden und Westen Deutschlands sind die Verhältnisse ähnlich, aber auf einem etwas niedrigeren Niveau. In den östlichen Bundesländern dominiert der Windhalm, jedoch holt der Ackerfuchsschwanz auf. Daneben besitzt der Flughafener ebenfalls eine gewisse Bedeutung.

Um mit der richtigen Strategie im Herbst und/oder Frühjahr gute Erfolge zu erzielen, sollte man die verschiedenen Wirkungsweisen der Herbizide kennen, um

entscheiden zu können, welches Herbizid wann einzusetzen ist.

## Wie werden Herbizide aufgenommen?

Herbizide müssen, bevor sie wirken, aus dem Spritzbelag (Blattherbizide) oder der Bodenlösung (Bodenherbizide) in die Pflanzen gelangen. Nach Art der Aufnahme in die Pflanze, Weiterleitung und Wirkung werden Herbizide unterteilt in Kontaktherbizide und systemische Herbizide.

### 1. Blattherbizide

Kontaktherbizide, manchmal auch Abbrebner genannt, dringen ausschließlich oder vorwiegend über das Blatt ein und werden in der Pflanze weitergeleitet. Sie schädigen an und in der Nähe der Stelle des Eindringens. Die Wirkung der Kontaktherbizide beschränkt sich somit auf Pflanzen ohne Reservestoffe, wie einjährige Unkräuter.

Systemische Blattherbizide: Ihre Aufnahme erfolgt vorwiegend über das Blatt mit anschließender Weiterleitung (Translokation) in der Pflanze. Die bekanntesten Vertreter sind die Wuchsstoffe. Sie greifen schädigend in den Wuchsstoffhaushalt der Pflanzen ein. Auch die meisten Gräserherbizide oder Windenmittel wirken über das Blatt.

Bei den Blattherbiziden erfolgt der Weitertransport hauptsächlich mit dem Assimilationsstrom in den Leitbahnen der Pflanze. Assimilate werden aber nur weiter transportiert, wenn die Blätter mehr produzieren als sie zum eigenen Aufbau und zur Veratmung brauchen. Aus voll entwickelten assimilationsfähigen Blättern erfolgt bei günstigen Witterungsbedingungen die größte Stoffauslagerung. Junge, noch in der Entwicklung befindliche Blätter exportieren keinen Zucker. Sie leiten auch Herbizide kaum weiter. Während es bei Temperaturen unter 10°C oft nur eine geringe Wirkung gibt, kann es bei



Spezielle Zusatzstoffe schützen Nutzpflanzen vor der Wirkung von Herbiziden. Ihr Name: Safener. Bayer CropScience ist in dieser Technologie führend.

Temperaturen über 25°C zu Verbrennungen beziehungsweise zu einer reduzierten Wirkung kommen.

## 2. Bodenherbizide

Die Aufnahme dieser Wirkstoffe erfolgt über die Wurzeln mit anschließender Weiterleitung in der Pflanze. Sie gelangen meist in den Blättern oder anderen Pflanzenteilen zur Wirkung und stören die Atmungs Vorgänge und die Photosynthese. Die Aktivsubstanz kann nur mit Hilfe von Wasser in den Boden gelangen und bleibt dort längere Zeit erhalten. Bodenherbizide sollten daher nur bei feuchten Böden angewendet werden. Bei Trockenheit können diese Produkte völlig wirkungslos sein. Wichtige Bodenherbizide werden überwiegend im Vorsaatverfahren oder im Vorauf- lauf, teilweise auch im frühen Nachauf- lauf, gegen Gräser und Dikotyle eingesetzt. Dazu gehören Wirkstoffe wie z. B. das Metazachlor in Raps oder das Flufenacet in Cadou in Getreide.

## 3. Blatt- und Bodenherbizide

Einige Herbizide wirken sowohl über das Blatt als auch über den Boden. Beispiele sind die ALS-Inhibitoren, z. B. Atlantis®, Husar® oder das DFF (Diflufenican), Fenikan® oder Bacara®. Diese Gruppe zeichnet sich in der Regel durch einen unterschiedlichen Grad der Blatt- bzw. Bodenaufnahme aus. Je nach Ausprägung dieser Eigenschaften kann der Einsatz im Vorauf- lauf (z. B. Fenikan), frühen Nachauf- lauf (z. B. Bacara) oder Nachauf- lauf ab 3-Blatt- stadium (Atlantis, Husar) erfolgen. Die kombinierte Blatt- und Bodenwirkung kann auch durch eine Mischung verschiedener Wirkstoffe erzielt werden. Ein typischer Vertreter einer solchen Kombination ist das Betanal® Expert in Zuckerrüben.

## 4. Safener

Safener sind Zusatzstoffe in Herbiziden, die den Abbau der Aktivsubstanz in der Kulturpflanze beschleunigen. Sie beeinträchtigen aber die beabsichtigte Wirkung

auf die Ungräser selbst nicht, da diese offenbar über andere Enzymvarianten verfügen. So hat zum Beispiel das Produkt Atlantis WG eine ausgezeichnete Wirkung gegen Gräser. Im Getreide – das streng genommen auch ein Gras ist – wäre eine Anwendung aber nicht möglich, wenn nicht der Safener im Produkt enthalten wäre. Der Safener aktiviert im Getreide ein Enzym, das den Abbau des Wirkstoffes beschleunigt und die Getreidepflanze damit unempfindlich macht. Das Geheimnis: In den Ungräsern erfolgt die Aktivierung des Enzyms nicht, sie bleiben empfindlich und sterben ab.

## Wirkungsweise von Herbiziden

In den meisten Fällen bindet das Herbizid an ein Protein und blockiert einen für die Pflanze notwendigen Stoffwechselprozess. Das Protein ist meistens ein Enzym, das die jeweilige biochemische Reaktion im Stoffwechsel steuert. Es können aber auch

Struktur- und regulatorische Bindestellen gehemmt werden. Herbizide besitzen in der Regel einen Hauptwirkmechanismus, häufig aber auch noch weitere Wirkorte, an denen sie in den pflanzlichen Stoffwechsel eingreifen.

Herbizide werden nach ihren Angriffspunkten im Stoffwechsel der Pflanzen verschiedenen Gruppen zugeordnet. Folgende Wirkungsweisen werden unterschieden:

- Hemmung der Photosynthese
- Hemmung der Pigmentsynthese
- Hemmung der Aminosäuresynthese
- Hemmung der Fettsäuresynthese
- Hemmung der Zellteilung

Die Photosynthese ist ein zentraler Stoffwechselprozess der Pflanzen und eignet sich daher besonders gut als Angriffspunkt für Herbizide. Photosynthesehemmer hemmen das Elektronentransportsystem des Photosystems II oder verhindern die Bildung von Radikalen (Photosystem I). Mit fatalen Folgen für die Schadpflanzen: Die Energie des Lichts kann von der Pflanzenzelle nicht mehr gespeichert werden.

Herbizide können auch im Umfeld der Photosynthese eingreifen, indem sie die Bildung von wichtigen Verbindungen (Pigmente) hemmen. Pigmente sind biologische Farbträger wie Chlorophylle, Cytochrome und Carotinoide. Die Carotinoide haben eine Schutzfunktion innerhalb der Photosynthese und genau diese wird von den

Herbiziden ausgeschaltet. Zu dieser Gruppe gehören Boden- und Blattherbizide, die im frühen Stadium gegen Monokotyle und Dikotyle im Herbst bzw. im Frühjahr eingesetzt werden können (z. B. Bandur®, Bacara, Fenikan und Mikado®).

Viel bekannter sind die Herbizide, die in die Bildung von Aminosäuren eingreifen und so den Protein- oder Enzymaufbau stören. Dabei werden drei wichtige Enzyme ausgeschaltet: die Glutaminsynthetase (Angriffspunkt von Glufosinate im Basta®), die 5-EPSPS-Synthase (Angriffspunkt für Glyphosate) und die Acetolactat-Synthase (ALS-Hemmer). Das zuletzt genannte Enzym ist der Angriffsort der Sulfonylharnstoffe und der Imidazolinone. Mit Hoestar®, Husar, Maister® und Atlantis führt Bayer CropScience bewährte Herbizide dieser Gruppe im Programm.

Der Fettstoffwechsel spielt eine entscheidende Rolle beim Aufbau der Zellmembran. Eine Störung im Stoffwechsel durch Herbizide führt zu einer dünneren Kutikula und damit zu einer gestörten Wasseraufnahme, was charakteristisch für die FOPs (z. B. Targa® Super) und DIMs ist. Aber nicht nur diese Gruppen greifen in den Fettstoffwechsel ein, sondern auch Wirkstoffe wie Ethofumesate (Betanal® Expert) hemmen die Fettsäuresynthese.

Andere Herbizide wirken wie Pflanzenhormone (Auxinherbizide) und führen zu

einem unkontrollierten Zellwachstum. Daher rührt auch der Name Wuchsstoffe für die Vertreter dieser Gruppe. Dazu gehören die Phenoxyessigsäuren mit den bekannten MCPA-, MCPP-P- und 2,4-D-Verbindungen.

Für die Zelle ist der Prozess der Teilung von entscheidender Bedeutung. Einige Herbizide hemmen das Steuerungssystem (Mikrotubulisystem) der Zellen, sodass Zellen mit mehreren Kernen oder zu vielen Chloroplasten gebildet werden. Der Gräserwirkstoff Flufenacet wird dieser Gruppe zugeordnet, die die Zellteilung im Pflanzengewebe unterbindet.

## Entscheidungskriterien für den Spritztermin

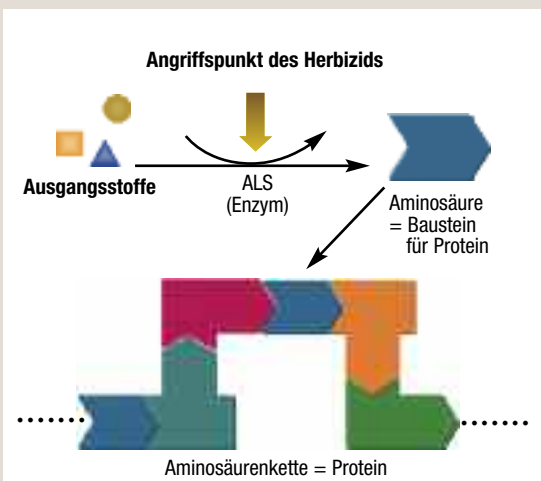
Von übergeordneter Bedeutung sind Preis und Wirkungsspektrum der Mittel. In erster Linie gilt es, die vorhandenen Leitunkräuter zu kontrollieren. Hierfür stehen meist mehrere Präparate zur Verfügung. Die Entscheidung für einen Herbst- oder Frühjahrseinsatz wird vom Wirkungsspektrum und dem Preis des Mittels beeinflusst, aber zunehmend auch von ackerbaulichen und arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten.

Für die Herbstbehandlung sprechen vor allem eine immer frühere Aussaat, regional ein hoher Gräserdruck (teilweise Acker-

## Wirkungsmechanismen von Herbiziden

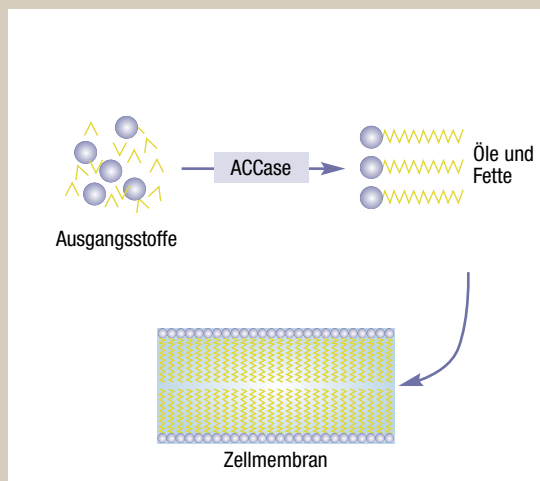
### Hemmung der Aminosäuresynthese

**Produktbeispiele:** Alister, Atlantis, Attribut, Basta, Hoestar Super, Husar, Maister, Terano



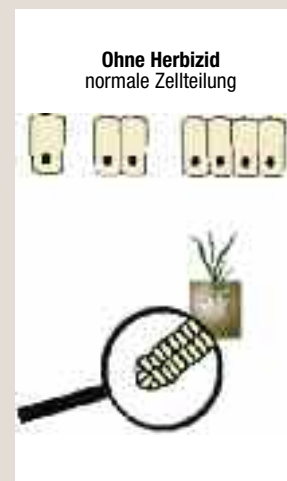
### Hemmung der Fettsäuresynthese

**Produktbeispiele:** Betanal Expert, Targa Super



### Hemmung der Zellteilung

**Produktbeispiele:** Cadou



fuchsschwanz) und immer mehr arbeitswirtschaftliche Gründe, um Arbeitsspitzen im Frühjahr zu vermeiden. Der Frühjahrsstermin ist am besten geeignet zur Bekämpfung von breitblättrigen und ausdauernden Unkräutern. Zu diesem Termin stehen eine Vielzahl von Mitteln und Kombinationsmöglichkeiten zur Verfügung. Die Herbizidwahl sollte sich jedoch an den tatsächlich vorhandenen Arten und den bekannten Schwellenwerten orientieren.

Herbstpräparate zeichnen sich überwiegend durch eine bodenbetonte Wirkung aus. Gegen Ende der Vegetationsperiode verlangsamen sich die Wachstumsprozesse in der Pflanze. Daher benötigen die Mittel eine ausreichende Wirkungsdauer, was bei vorzeitigem Umbruch den Nachbau einschränken und sich nachteilig auf die Folgekulturen auswirken kann. Der Herbsttermin ist gegen keimende oder kleine Schadunkräuter und -gräser gerichtet. Diese reagieren unter günstigen Anwendungsbedingungen (feuchter Boden; wüchsige Witterung) schon auf niedrige Aufwandmengen, wodurch sich mögliche Einsparpotenziale ergeben.

Reine Blattherbizide sollen für eine optimale Wirkung erst dann zum Einsatz kommen, wenn die Masse der Schadpflanzen das 2-3-Blattstadium erreicht hat. Die Mittel sind witterungsunabhängiger, da sie vom Boden unbeeinflusst ihre Wirkung entfalten können.

Die Blattaktivität kann aber in Verbindung mit weiteren Mischpartnern zu Kulturunverträglichkeiten oder Minderwirkungen führen.

### Herbizideinsatz bei Resistenzen

Die Begrenzung auf nur eine oder zwei Kulturen und die verstärkte Anwendung von Herbiziden begünstigen die Entwicklung herbizidresistenter Unkräuter. Verschiebungen innerhalb einer Unkrautpopulation beginnen immer erst mit einer kleinen Anzahl oder mit einzelnen resistenten Individuen, die überall natürlicherweise vorkommen. Durch die wiederholte Anwendung von Herbiziden mit dem gleichen Wirkungsmechanismus kommt es zu einem Selektionsdruck, der das Überleben entsprechend angepasster (resistenter) Individuen begünstigt. Wird die Bekämpfungsstrategie nicht verändert, können sich resistente Individuen in der Population ausbreiten, bis diese schließlich überwiegen und Bekämpfungsprobleme entstehen. Beispiele sind Ackerfuchsschwanz oder Windhalm.

Für die Anwendung in Getreidefruchtfolgen sind verschiedene Produkte mit unterschiedlichen Wirkungsmechanismen verfügbar. Der Landwirt sollte alle für seine spezielle Situation verfügbaren Produkte prüfen und alternierend einsetzen. In

einer Fruchtfolge mit Weizen, Gerste und Raps oder Zuckerrüben, bei der Ackerfuchsschwanz, Windhalm und Flughafer vorherrschen, könnte im ersten Jahr im Weizen ein ALS-Wirkstoff (z. B. Atlantis), im zweiten Jahr in der Gerste ein Wirkstoff, der die Zellteilung hemmt (z. B. Cadou®), und im dritten Jahr ein ACCase-Wirkstoff (FOP oder DIM) in Raps oder Zuckerrüben zur Gräserbekämpfung verwendet werden. Für die Gräserbekämpfung im Rahmen einer solchen Fruchtfolge wird die Anwendung dieser unterschiedlichen chemischen Gruppen empfohlen, um der Gefahr einer Selektion herbizidresistenter Unkräuter vorzubeugen. ■

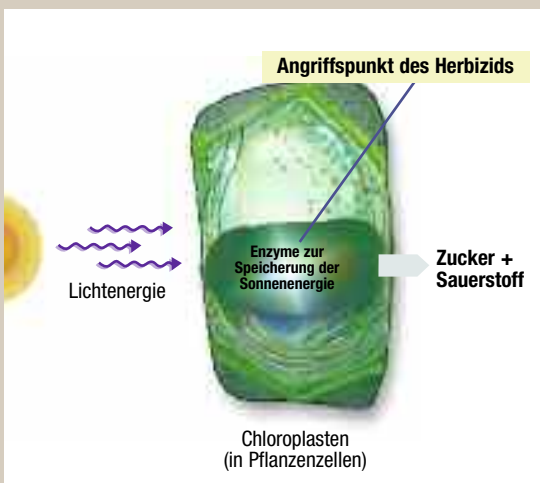


### Wirkungsweise

### Hemmung der Photosynthese

#### Produktbeispiele:

Betanal Expert, Betanal Quattro, Sencor



### Hemmung der Pigmentsynthese

#### Produktbeispiele:

Alister, Bacara, Bandur, Fenikan, Mikado

