



Biologische Zentralanstalt

der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Flugblatt Nr. 21

2. Auflage

Januar 1960

Chemische Mittel zur Unkrautbekämpfung

Von Dr. Herta SCHMIDT

Biologische Zentralanstalt Berlin

der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Die Unkrautbekämpfung mit Herbiziden gewinnt mit zunehmender Mechanisierung der Landwirtschaft immer mehr an Bedeutung. Sie kann zwar die unentbehrlichen pflanzenbaulichen Verhütungs- und Bekämpfungsmaßnahmen nicht ersetzen, vermag sie aber zu ergänzen, Arbeitsspitzen zu brechen und in den zur Verunkrautung neigenden Kulturen — Getreide, Flachs, Möhren, Erbsen, Zwiebeln — die Hektarerträge beträchtlich zu steigern.

Über die zu erwartenden Wirkungen der verschiedenen Herbizide lassen sich allgemeingültige Aussagen nicht machen, da sie von zahlreichen Bedingungen abhängig sind, z. B. von Art und Alter der Unkräuter, der Dichte des Bestandes, Witterung, Bodenverhältnissen u. a. m. Die Forschung ist auf diesem Gebiete noch in lebhafter Entwicklung begriffen mit dem Ziel, für die verschiedenen Zwecke der Unkrautbekämpfung das jeweils bestgeeignete Mittel zur Verfügung zu stellen. Daher sollen hier nicht nur geprüfte und im Handel befindliche Mittel besprochen werden, sondern alle, die geeignet sein dürften, in Land- und Forstwirtschaft sowie im Gartenbau Interesse zu finden.

Anerkannte Herbizide, die Art ihrer Anwendung und die Aufwandmengen sind im jährlich neu herauskommenden Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis der Biologischen Zentralanstalt Berlin der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin aufgeführt.

Nach der Wirkungsbreite sind zu unterscheiden:

Total wirkende Mittel

Sie vernichten jeglichen Pflanzenwuchs, werden daher in erster Linie angewendet auf Wegen und Plätzen, zur Reinigung von Gleisanlagen, gegen Wurzelunkräuter auf Ödland und abgeernteten landwirtschaftlichen Nutzflächen, wenn ausreichende Wartezeit von mehreren Monaten vor erneuter Nutzung gewährleistet ist, sowie im Forst bei genügendem Abstand von den Kulturgewächsen. An diese Mittel müssen hohe Ansprüche gestellt werden, denn wenige überlebende Pflanzen können bei fehlender Konkurrenz rasch wieder zu starker Verunkrautung führen. Einige Totalherbizide werden in verminderter Aufwandmenge auch als selektive oder auswählende Unkrautvernichtungsmittel eingesetzt und finden daher in den entsprechenden Abschnitten nochmals Erwähnung. Die Wahl des Mittels richtet sich nach dem gewünschten Effekt. Es gibt Totalherbizide mit rasch einsetzender, aber nur kurz anhaltender Wirksamkeit und Präparate mit langfristiger Rückstandswirkung im Boden.

a) Mittel auf Chloratbasis

Sie müssen den Gütevorschriften entsprechen und mindestens 80% Chlorat enthalten. Gegen die Mehrzahl der häufigeren Unkräuter haben sie durchschlagende Wirkung; Schwierigkeiten machen aber *Aegopodium podagraria*, *Polygonum amphibium*, *Convolvulus arvensis*, *Tussilago farfara*.

Anwendung: Gießen, 2%, 1 bis 1,5 l/qm auf feuchten Boden oder streuen, 10 bis 30 g/qm je nach Bodenart und -feuchte. Zweimalige Anwendung ist in beiden Fällen in der Regel notwendig.

Durch Regengüsse kann das wasserlösliche Pflanzengift verschwemmt werden. Daher Vorsicht in hängigen Lagen und an Bahndämmen! Auch Sträucher und junge Bäume sind gefährdet. Nachwirkung je nach Bodenart und Klima in der Regel 7 bis 8 Monate, in niederschlagsreichen Gegenden auch kürzer, in Trockengebieten aber sogar bis zu zwei Jahren. Besonders empfindlich sind Rüben, Gerste, Sonnenblumen, Bohnen und Tomaten, weniger gefährdet dagegen Kartoffeln, Hafer, Weizen, Leguminosen, außer den oben genannten Gartenbohnen. Bei Versand, Lagerung und Anwendung ist Vorsicht geboten, da Chlorat als Sauerstoffträger brennbare Stoffe bei hohen Temperaturen entflammbar macht. Im Forst empfiehlt sich die Verwendung von Spezialmitteln, die eine Waldbrandgefahr weitgehend ausschließen, wie *Anforstan*, VEB Elektrochemisches Kombinat Bitterfeld.

b) Mittel auf Basis Trichloressigsäure (TCA)

Moderne Präparate, die den später zu besprechenden Wuchsstoffmitteln zuzurechnen sind und insbesondere gegen Quecken und andere Gräser eingesetzt werden, in gewissem Sinne also bereits zu den selektiven Herbiziden überleiten. Bei Queckenbekämpfung in Obstanlagen ist Kernobst wenig empfindlich, Steinobst dagegen wird geschädigt. Als günstigster Anwendungszeitpunkt gilt das Frühjahr nach Schälens des Bodens. Auch *Carex*-Arten, die in Teichen zu unerwünschter Verlandung führen, werden erfolgreich zurückgedrängt. Fischvergiftungen sind bei sachgemäßer Behandlung nicht zu fürchten. Anwendung auf feuchtem Boden ist ratsam. Einige dicotyle Unkräuter, wie *Cruciferen*, *Spergula arvensis*, *Solidago*, *Oenothera*, werden nicht im gleichen Ausmaße vernichtet wie durch Chloratmittel. Die Dauer der Rückstandswirkung (2 bis 3 Monate) ist von Boden- und Klimaverhältnissen abhängig, biologisch tätige Böden werden schneller entgiftet. Die Nutzung behandelter Flächen ist also eher möglich als nach Entkrautung durch Chlorat besonders mit Rüben, Kohl, Möhren, bestimmten Kartoffelsorten. Die Anwendung kann auch auf brandgefährdeten Stellen, Kohle- und Holzverladeplätzen, Benzin- und Teerlagern usw., wo Chlorat ausscheidet, erfolgen. Eisen, Zink, Aluminium werden durch TCA angegriffen.

Anwendung: Streuen, gießen oder spritzen. *Unkrautbekämpfungsmittel 3 Ef*, VEB Elektrochemisches Kombinat Bitterfeld, gegen das schwer bekämpfbare *Calamagrostis epigeios* im Forst, spritzen, 200 kg/ha im zeitigen Frühjahr vor Austrieb des Grases, gegen Quecke bis 100 kg/ha, jeweils in 800 l Wasser; in älteren Kernobstanlagen 30 kg/ha in 600 bis 800 l Wasser vor Knospenaufbruch. Auch Ausstreuen von TCA in Mischung mit schwefelsaurem Ammoniak ist möglich (Gummihandschuhe!).

c) Chlorierte Propionsäuren

Es kommen in erster Linie die Dichlor- (Dalapon) und Trichlorderivate (TCP) in Frage. Sie sind in der Wirkung etwa vergleichbar den TCA-Mitteln und beseitigen in erster Linie unerwünschte Vergrasung, ohne Spezialwirkung gegen Quecken aufzuweisen. Durch Zusatz von Wuchsstoffherbiziden kann der Erfolg gegen dicotyle Unkräuter verbessert werden. Die Mittel, insbesondere Dalapon, eignen sich auch zur Vernichtung unerwünschten Pflanzenwuchses, vor allem *Phragmites*, *Typha* und *Glyceria*-Arten, in Entwässerungsgräben, während für Bewässerungsgräben, in denen zweikeimblättrige Pflanzen vorherrschen, wuchsstoffhaltige Präparate wirksamer sind. Durch hohe Temperaturen wird der herbizide Effekt von Dalapon gesteigert.

Anwendung: Spritzen, *Omnidel Spezial* (Dalapon), VEB Leuna-Werke „Walter Ulbricht“, 50 bis 60 kg/ha in 600 bis 1000 l Wasser für Entwässerungsgräben und Ufer stehender und fließender Gewässer, ab Anfang Mai. *Omnidel* (TCP), VEB Leuna-Werke „Walter Ulbricht“, 10 g/qm auf Wegen, Plätzen, Ödland, zweimalige Anwendung etwa 1 m Abstand von Gehölsen und Hecken einhalten.

d) Aminotriazine

Das erste Präparat dieser Gruppe wurde von Geigy, Basel, als *Simazin* (2-chlor-4,6-bisäthylamino-s-triazin) herausgebracht und wird jetzt von verschiedenen Herstellern produziert. Der Wirkstoff ist in Wasser praktisch unlöslich und verbleibt daher lange Zeit in den obersten Bodenschichten. Bei geschickter Handhabung kann „rand-scharf“ gearbeitet werden. Die Aufnahme erfolgt durch die Wurzeln. Die Wirkung ist besonders gut gegen Unkräuter im Keimstadium. Sie soll auf einer Blockierung der CO₂-Assimilation beruhen. Als erste Schadanzeichen treten Chlorophyllstörungen auf, dann vertrocknen die Pflanzen. Der herbizide Effekt setzt oft sehr zögernd ein. Wegen der langen Rückstandswirkung ist bei frühzeitiger Anwendung, etwa März/April, meist nur eine Behandlung im Jahre nötig. Trotz großer Wirkungsbreite muß mit der Vermehrung widerstandsfähiger, tiefwurzelnder Unkräuter, die dem Giftbereich entwachsen, gerechnet werden, z. B. *Taraxacum*, *Hypericum perforatum*, *Matricaria*, *Senecio*. In hohen Aufwandmengen eingesetzt, ist *Simazin* geeignet zur Entkrautung von Gleisanlagen und brandgefährdeten Lagerplätzen. Auf seine Bedeutung als selektives Unkrautmittel, besonders für Mais, wird später zurückgekommen.

Anwendung: Spritzen, 10 kg/ha in 800 bis 1000 l Wasser auf feuchtem Boden. Längere Trockenperioden können die Wirkung in Frage stellen.

Auch Harnstoffderivate, z. B. CMU (Chlorphenyldimethylharnstoff) und verwandte Verbindungen finden als Totalherbizide mit ein- bis zweijähriger Wirkungsdauer Verwendung.

Selektive Unkrautmittel

Diese für Land- und Forstwirtschaft bei weitem wichtigeren Herbizide vernichten nur bestimmte Unkräuter und lassen die Kulturpflanzen unbeschädigt.

A. Mittel mit Ätzwirkung

Sie „verbrennen“ die mehr oder weniger waagrecht ausgebreiteten Keim- und Laubblätter der dicotylen Unkräuter, während die steil aufwärts gerichteten, mit einer Wachsschicht bedeckten, schmalen Blätter monocotyler Kulturpflanzen nur geringfügig verehrt werden. Der Einsatz dieser Herbizide erfolgt daher in erster Linie in Getreidefeldern gegen Samenunkräuter, aber auch im Grünland, in Grassamenbeständen, im Forst, in Baumschulen, im Flachs und zur Blindspritzung als „Vorauflaufmittel“ vor dem Auflaufen der Nutzpflanzen in einigen Gemüsekulturen.

1. *Kalkstickstoff* und *Kainit* werden schon seit langem nicht nur als Dünger, sondern auch als Herbizide benutzt. Die Wirkung ist auf keimende und sehr junge Unkräuter beschränkt. Kalkstickstoff ist gegen das Keimblattstadium einzusetzen. Durch Bildung des giftigen Cyanamid schädigt er auch die Wurzeln. Gegen Kainit sind kleine und große Rosette am empfindlichsten. Um die Wirkungsbreite zu erhöhen und die durch den feingemahlenden Hederichkainit begünstigte Entkalkung und Verschlämzung schwerer Böden zu verhüten, wird auch eine Mischung aus einem Teil Kalkstickstoff und vier bis sechs Teilen Feinkainit verwendet. Schwer bekämpfbar sind: *Chenopodium album*, *Fumaria officinalis*, *Polygonum aviculare*, *Ranunculus arvensis*, *Scandix pecten venens*. Die gleichzeitige Förderung des Wachstums der Kulturpflanzen durch die Düngewirkung trägt mit zur Unterdrückung der geschädigten Unkräuter bei. In neuester Zeit sind die Untersuchungen über Kalkstickstoff als Herbizid wieder verstärkt aufgenommen worden, da seine Verwendbarkeit vielseitiger

ist, als bisher angenommen wurde, z. B. auch gegen *Calluna vulgaris* im Forst und in anderen Spezialfällen.

Anwendung: Streuen, je nach Bodenart, Unkräutern und Kulturpflanze; Kalkstickstoff 1,5 bis 3 dz/ha, auch gegen Windhalm auf feuchtem Boden; Kainit 8 bis 12 dz/ha auf feuchte Pflanzen; Mischung 5,5 bis 8 dz/ha, Herbstanwendung ist nur zu empfehlen, wenn mit Massenaufreten von Herbstkeimern (z. B. *Centaurea cyanus*) zu rechnen ist, sonst wird im Wintergetreide von Januar bis April gearbeitet; Anwendung auf Schnee ist zu unterlassen; in der Sommerung im April; mit der Mischung noch bis Mai. Kartoffeln werden vor dem Auflaufen behandelt, ist *Galinsoga* vorherrschend, empfehlen sich zwei Teilgaben von je 2 dz/ha, vor dem Auflaufen und 10 bis 12 Tage nach dem Hochhäufeln. Zur Bekämpfung der erntehindernden Spätverunkrautung werden 2 dz/ha auf das feuchte Laub beim Beginn des Absterbens gegeben. Im Mais empfehlen sich die obengenannten Teilgaben vor der Saat und wenn die Pflanzen handhoch sind. Erbsen vertragen 2 dz/ha bei einer Höhe von 8 bis 10 cm. Auch in Korbweiden, Spargel, Gladiolen und Blumenzwiebeln erweist sich Kalkstickstoff als brauchbares Herbizid, ist aber für Flachs wegen ungünstiger Beeinflussung des Langfasergehaltes und der Faserqualität abzulehnen. Alkoholgenuß ist wegen Gesundheitsgefährdung vor, während und nach der Arbeit mit Kalkstickstoff zu unterlassen.

Schwermetallhaltige Herbizide, die Eisen oder Kupferverbindungen enthielten, sind im allgemeinen als überholt anzusehen.

Auf den Einsatz von Natronsalpeter als Herbizid in Rüben sei kurz verwiesen. Man verspritzt eine Lösung von 520 kg in 1000 l Wasser je ha unter Netzmittelzusatz, wenn die Rüben das zweite Laubblattpaar entfaltet haben. Unzureichende Wirkungsbreite — *Chenopodium* und Gräser werden nicht geschädigt — und ungünstiger Einfluß auf die Bodenstruktur lassen eine allgemeine Empfehlung nicht zu.

2. **Mineralöle** werden als gute, aber teure selektive Herbizide, von denen auch Gräser erfaßt werden, im Ausland verwendet. Da Doldenblütler auf Grund besonderer Eigenschaften der Zellwand oder der äußeren Plasmaschichten nicht empfindlich sind, kann die Handarbeit in den schwer zu säubernden Möhren-, Petersilie-, Sellerie-, Kümmel-, Pastinakulturen weitgehend eingeschränkt werden. Auch für den Einsatz in Baumschulen sind die Öle wichtig. Je nach dem Gehalt an ungesättigten Verbindungen und ihrer Flüchtigkeit ist mit wechselnder herbizider Wirksamkeit zu rechnen. Die Wirkungsdauer ist kurz. Die benzinartigen Präparate sind feuergefährlich und greifen Gummischläuche und Gummischutzkleidung an. Mit der Selektion ölfester Unkräuter muß gerechnet werden (*Matricaria*, *Anchusa*, *Capsella bursa pastoris*, *Senecio vulgaris*, *Erysimum cheiranthoides*).

Anwendung: In Kulturen von Doldenblütlern unverdünnt spritzen 800 l/ha, zur Kostensenkung nur die Reihen behandeln, zwischen den Reihen mechanische Unkrautbekämpfung; in Forstbaumschulen nach besonderer Gebrauchsanweisung.

3. **Dinitroverbindungen** (Gelbherbizide)

a) **Dinitroorthokresole** (DNOC, DNC oder DOK)

Diese im Obstbau als Gelbspritzmittel bekannten Verbindungen werden 1940 erstmalig im amtlichen Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis als Herbizide aufgeführt. Sie bedeuten einen großen Fortschritt auf dem Gebiete der chemischen Unkrautbekämpfung. Ihre Wirkungsbreite gegen dicotyle Samenunkräuter in Getreide- und Grasbeständen ist groß. Am besten ist der Erfolg gegen keimende Unkrautpflanzen, aber auch ältere und die hartnäckigen *Galeopsis*- und *Polygonum*-Arten werden vernichtet. *Chenopodium* und *Atriplex*, *Papaver* und *Galium* machen allerdings Schwierigkeiten. Die geringen Schäden an den monocotylen Kulturpflanzen werden in der Regel rasch überwachsen. Im Gegensatz zu den später zu besprechenden Wuchsstoffmitteln sind die DNOC-Präparate weniger witterungsabhängig. Kühl-trockenes, windiges Wetter

mindert den Erfolg allerdings deutlich. Taunächte sind zur Beschleunigung und Verschärfung der Wirkung erwünscht. Bei Anwendung im Flachs soll zur Verhütung von Schäden vor der Spritzung mehrere Tage trockenes Wetter herrschen, damit die Leinblätter durch Wachsschicht und Haltung möglichst spritzfest sind. Nach der Behandlung müssen noch etwa 6 Stunden regenfrei sein. Auch die Widerstandsfähigkeit der Erbsen ist durch den Wachsbelag des Laubes bedingt. Verletzungen durch verwehte Sandkörner, tierische oder pilzliche Parasiten können schwerste Folgen haben. Doppelbehandlungen sind bei allen Kulturen zu vermeiden.

Anwendung: Spritzen, im Getreide und Getreide-Erbsengemenge, im Mais bei einer Pflanzenhöhe von 5 bis 15 cm: 4 bis 6 kg/ha in 600 l Wasser (z. B. *Hedolit*, VEB Farbenfabrik Wolfen) oder 2,4 bis 3,6 kg/ha in 600 l Wasser bei Verwendung von Konzentraten. Da die Blätter der Unkräuter reichlich benetzt werden müssen, darf bei der Wassereinsparung nicht unter 400 l/ha, die nur bei windstillem Wetter noch ausreichen, heruntergegangen werden. Außerdem ist die herbizide Wirkung von einer nicht zu unterschreitenden Tropfengröße abhängig, die Gefährdung der Kulturpflanzen aber durch kleine, nicht abrollende Tropfen stärker. Bei Faserlein 3 kg/ha (bzw. 1,8 kg/ha Konzentrat) in nicht weniger als 600 l Wasser, wenn die Pflanzen 5 bis 8 cm hoch sind; auf leichten Böden ist die Gefahr phytotoxischer Wirkungen größer. Mit der halben Aufwandmenge DNOC sind auch in Zwiebeln und Erbsen Erfolge gegen leicht bekämpfbare Unkräuter zu erzielen. Um Schäden zu vermeiden, muß der günstigste Anwendungszeitpunkt eingehalten werden. Zwiebeln sollen etwa 15 cm hoch sein, Erbsen 10 cm. Auch in Grassamenbeständen, im Ansaat- und im Samenerntejahr, ist DNOC-Anwendung möglich, ebenso in Baumschulen, Forst-Saatkämpen, Spargel; zur Vorauflaufbehandlung in Zwiebeln, Möhren und anderen Langsamkeimern, in Gladiolen als Vor- und Nachauflaufmittel, wobei allerdings gewisse Laubverbrennungen durch die Behandlung der bereits ausgetriebenen Pflanzen in Kauf genommen werden müssen, in Maiblumen als Vorauflaufmittel und im Herbst. DNOC-Präparate sind nicht nur für den Menschen, sondern auch für Bienen und Fische giftig. Haut, Haare und Kleidung werden dauerhaft gefärbt.

b) *Dinitrobutylphenole* (Dinoseb, DNBP)

Sie sind ebenfalls im Obstbau als Winterspritzmittel bekannt und werden als Amin- oder Ammoniumsalze in flüssiger Form gehandelt. Da sie den Kulturpflanzen gegenüber im allgemeinen weicher wirken, stellen sie wertvolle Spezialmittel für Erbsen und andere Leguminosen, Flachs und Zwiebeln dar. Günstige Erfahrungen liegen insbesondere aus Westdeutschland, Holland, Skandinavien und USA vor. *Sonchus* und *Cirsium* werden zwar nicht abgetötet, dagegen die schwer vertilgbaren *Galeopsis*-Arten vernichtet, ebenso *Stellaria media*, *Fumaria officinalis* u. a. m. Ausschlaggebend für den Erfolg scheint eine besonders feine Verteilung zu sein. Auch DNBP ist sehr giftig.

Anwendung: Spritzen, in Erbsen 1 bis 6 l/ha in mindestens 800 l Wasser, Pflanzenhöhe 5 bis 15 cm, Luzerne und Bohnen vertragen nicht mehr als 4 l/ha, Lupinen werden schwer geschädigt. Zwiebeln sollen, um Verbrennungen zu vermeiden, vom Unkraut weitgehend bedeckt sein und wie Flachs, 10 bis 14 cm Pflanzenhöhe, nur 3 l/ha in 600 l Wasser erhalten. Mit 1 bis 2 l/ha können Erdbeerkulturen von *Stellaria media* befreit werden, günstigste Anwendungstermine: Vor dem Pflanzen, im Frühwinter, Mitte Februar oder Mitte Juni.

4. *Pentachlorphenole* (PCP)

Sie stehen als ölige Emulsionen zur Verfügung und sind zwar weniger toxisch als die Gelbherbizide, können aber Schleimhautreizungen und bei unvorsichtiger Handhabung ebenfalls schwere Gesundheitsschäden verursachen und sind auch Fischgifte. In Zwiebeln, Möhren, Rüben, Spargel, Gladiolen, Narzissen, Tulpen und Baumschulkulturen werden sie als Vorauflaufmittel eingesetzt. Da sie im Boden nur geringe Rückstandswirkung haben, ist der Erfolg von der Zahl der bereits aufgelaufenen Un-

kräuter abhängig. Stärkere Niederschläge nach der Behandlung bedeuten eine Gefährdung der Kulturpflanzen, besonders auf Mineralböden. Spargel darf später nicht mehr behandelt werden, da Geschmacksbeeinträchtigungen zu befürchten sind.

Anwendung: Spritzen, z. B. *Vorauslauf-Herbizid EP 30*, VEB Elektrochemisches Kombinat Bitterfeld, in Zwiebeln vor dem Auflaufen, 20 l/ha in mindestens 600 l Wasser.

Spezialmittel auf *Cyanatbasis* (KCCN oder KCN) zur Entkrautung von Zwiebelkulturen haben sich in vielen Fällen als nicht ausreichend zuverlässig in der Wirkung erwiesen. Beim Vorherrschen von *Stellaria media* können gute Erfolge erzielt werden, während *Chenopodium* unempfindlich ist.

B. Mittel mit Wuchsstoffwirkung

Es handelt sich um synthetische organische Verbindungen, die in ihrer Wirksamkeit den bekannten, in der Pflanze selbst vorhandenen natürlichen Wuchsstoffen nahe stehen. Der ab und zu noch gebrauchte Name Hormonmittel ist unrichtig und sollte fallengelassen werden. Die Einführung dieser Präparate in die Unkrautbekämpfung erfolgte erst Anfang der vierziger Jahre. Der Wirkungsmechanismus ist für Herbizide völlig neuartig. Sie verätzen nicht die getroffenen Pflanzenteile, sondern werden aufgenommen, nach Stellen regsten Wachstums, den Vegetationspunkten und Cambien, befördert und lösen dort ein ungezügelt Wuchern der Gewebe aus. Es kommt zu Krümmungen und Verbildungen der Blätter, zum Verbändern, Verdrehen und Aufreißen der Triebe, zu krebstartigen Neubildungen und anomaler Entwicklung des Wurzelsystems. Diese Störungen beeinträchtigen die Unkräuter so schwer, daß sie mehr oder weniger rasch absterben oder von den Kulturpflanzen, deren Entwicklung durch gleichzeitige Düngung gefördert werden soll, mit Leichtigkeit überwachsen werden und häufig nicht mehr zum Blühen und Fruchten kommen. Die geschilderte Wirkung beschränkt sich in erster Linie auf Dicotyle, deren waagrecht ausgebreiteten Blattspreiten in der Regel leicht benetzbar sind. Monocotyle sprechen zwar auch auf die Wirkstoffe an — das beweisen die Schäden, die in Zwiebel-, Gladiolen- und Maiblumenkulturen unter Umständen auftreten können —, doch haben sich insbesondere die Gramineen — Mais und Reis nehmen gewisse Sonderstellungen ein — dank der senkrechten Stellung ihrer Blätter, mangelnder Benetzbarkeit und der geschützten Lage der Vegetationspunkte als sehr wenig empfindlich erwiesen.

Der Einsatz dieser Herbizide ist daher in erster Linie in Getreidefeldern und auf Wiesen und Weiden angezeigt. Nicht nur Samenunkräuter, oft aller Altersstufen, werden erfaßt, sondern auch Wurzelunkräuter, insbesondere Disteln. Einzel- oder Horstbehandlung kann besonders im Grünland zweckmäßig sein. Durch Pflegemaßnahmen ist für raschen Narbenschluß zu sorgen, damit nicht andere Unkräuter in die Lücken einwandern. Die Wirkungsbreite der Wuchsstoffmittel ist zufriedenstellend, zwar nicht ganz so umfassend wie die der DNOC-Präparate, es werden aber auch *Chenopodium*- und *Atriplex*-Arten schwer geschädigt und gute Erfolge gegen Unhölzer erzielt. *Galeopsis*-, *Galium*- und verschiedene *Polygonum*- und *Lamium*-Arten, *Mercurialis*, *Aegopodium podagraria*, *Tussilago farfara*, *Heracleum sphondylium* sind unempfindlich. Da sich bei jeder der bisher besprochenen Präparatengruppen widerstandsfähige Unkräuter finden, ist es notwendig, bei der Wahl selektiver Herbizide zu wechseln (Rotation der Herbizide), weil sonst eine gefährliche Begünstigung und Massenvermehrung bestimmter Unkräuter die Folge sein kann.

Wuchsstoffmittel versagen völlig, wenn die Unkräuter nicht in zügigem Wachsen sind. Mit steigender Atmungsintensität nimmt die Schädwirkung zu. Um Störungen des Getreides zu vermeiden, darf die Behandlung nur in einem Zeitraum von drei bis vier Wochen erfolgen, zwischen erfolgter Bestockung und beginnendem Ährenschieben. Sonst können Nachschosser, Verbinsungen, Steckähren und Zwiewuchs oder bei Hafer Fahnenrispigkeit die Folge sein. Bei Kleeuntersaaten ist Vorsicht am Platze. Rotklee wird zwar durch die noch zu besprechenden MCPA-Mittel verhältnismäßig

wenig geschädigt, doch ist ausreichende Abschirmung durch Überfrucht und Unkräuter wichtig. Der empfindlichere Weißklee überwächst die Störung dank seines Regenerationsvermögens rasch. Auf die leguminosenschonenden Spezialmittel aus der Bittersäuregruppe wird später eingegangen.

Dicotyle Nachbarkulturen sind durch Windabtrift gefährdet, besonders bei Verwendung von Stäubemitteln und Ausbringung der Herbizide vom Flugzeug aus. Auch mit Fernwirkung der Gasphase dieser Mittel ist unter bestimmten Witterungsbedingungen zu rechnen. Sehr empfindlich sind Reben, bei denen reisigkrankheitsähnliche Erscheinungen auftreten können, aber auch Rüben, Raps, Möhren, Leguminosen, Kohlgewächse, Spinat, Tomaten, Gurken, Salat, viele Zierpflanzen und Baumschulkulturen. Bei Zuckerrüben wurden Mindererträge von 30% festgestellt, der Anteil der beinigen Rüben war erhöht, der Zuckergehalt um 2% gesenkt. Bei blühendem Raps können Totalverluste eintreten. Durch schlecht gereinigte Geräte wird bei späterem Einsatz in empfindlichen Kulturen oft das größte Unheil angerichtet. Bereits Restspuren sind gefährlich, weil die Wachstoffs Mittel in sehr geringen Aufwandsmengen wirksam sind. Zusatz von Aktivkohle zum Spülwasser (100 g auf 100 l Wasser) hat sich gut bewährt.

Aus dem Boden verschwinden die Wirkstoffe ziemlich rasch durch biologischen Abbau. Je nach Bodenart und Witterung ergeben sich allerdings gewisse Unterschiede. Im allgemeinen dürften unter den bei uns herrschenden Verhältnissen vier bis sechs Wochen zur völligen Entgiftung ausreichend sein.

Mit Bienengefährdung ist bei vorschriftsmäßiger Anwendung dieser Herbizide nicht zu rechnen.

1. Verbindungen der 2, 4-Dichlorphenoxyessigsäure (2, 4-D)

Es sind die ältesten Herbizide auf Basis synthetischer Wachstoffs. In Frage kommen: Salze, die in fester Form vorliegen, Amin-Salze, die als hochkonzentrierte wässrige Lösungen und Ester, die als Emulsionen verwendet werden. Sehr harte oder stark eisenhaltige Wässer sind zur Herstellung von 2, 4-D-Spritzlösungen nicht geeignet, weil sich unlösliche Verbindungen bilden können. Die Amin-Salze scheiden bei kalter Lagerung Kristalle aus, die sich aber bei höheren Temperaturen wieder klar lösen, ohne Minderung der Wirksamkeit der Präparate. Die Ester dringen auf Grund ihrer öligen Komponente besonders rasch in die Pflanzen ein, daher ist ihre Wirkung durchschlagender und weniger regenempfindlich, allerdings wird damit auch die Gefährdung der Kulturpflanzen größer. Fröste verschärfen den phytotoxischen Effekt der 2, 4-D-Mittel. Daher werden sie besonders gern in südlichen Ländern verwendet, wo damit nicht zu rechnen ist.

Anwendung: Spritzen oder Stäuben, z. B. *Spritz-Hormit*, *Spritz-Hormit flüssig*, *Stäube-Hormin verbessert* und für den Flugzeugeinsatz Streu- und Sprühmittel, VEB Elektrochemisches Kombinat Bitterfeld.

Als Faustregel gilt: Der Zeitpunkt der Anwendung der Wachstoffs-Herbizide wird vom Entwicklungszustand der Kulturpflanzen bestimmt, die Aufwandmenge von der Art der vorhandenen Unkräuter, 1 kg/ha gegen Ackersenf und Hederich und andere leicht bekämpfbare Unkräuter, 1,5 kg/ha gegen widerstandsfähigere und bei ungünstiger Wetterlage, 2 kg/ha gegen Unkrautpflanzen der Wiesen und Weiden, bis 4 kg/ha gegen Disteln. Manche Unkräuter sind nur in der Jugend ausreichend zu fassen, wie *Papaver*-Arten, *Agrostemma githago*, *Scandix pecten veneris*, andere, wenn sie bereits kurz vor der Blüte stehen, z. B. *Vicia*- und *Cirsium*-Arten. Zur Wassereinsparung kann man unbedenklich auf 400 l/ha heruntergehen. Auch 250 l/ha können bei windstillem Wetter noch vollen Erfolg bringen, wenn die Geräte einwandfrei arbeiten und gleichmäßig feine Tröpfchen ausbringen. Aus Rücksicht auf die Nachbarkulturen ist aber im allgemeinen von zu feiner Verdüsung abzuraten. Stäubemittel, 25 bis 35 kg/ha, werden aus dem gleichen Grunde in den meisten Ländern abgelehnt. Man ist dort zu den der Abtrift weniger unterliegenden Streumitteln übergegangen. Am größten ist das Risiko beim Ausbringen vom Flugzeug aus. Es kann nur bei günstigsten Wit-

terungsbedingungen auf besonders großen Schlägen, die abseits von gefährdeten Kulturen liegen, verantwortet werden.

Im Mais können 1 bis 1,5 kg/ha 2, 4-D-Salze in 400 bis 600 l Wasser bei einer Pflanzenhöhe von 15 bis 30 cm eingesetzt werden oder bei Windstille 25 bis 35 kg Stäubemittel. Da unter Umständen das Ausreifen durch die Wuchsstoffmittel verzögert wird, ist beim Körnermaisbau DNOC zu wählen. Nach 2, 4-D-Behandlung kann der Mais etwa zwei Wochen lang spröde und daher durch Windbruch besonders gefährdet sein. Amine sind phytotoxischer, daher nicht zu empfehlen. Im Grassamenbau können die Mittel erst im Samenjahr nach Abschluß der vegetativen Phase ohne Gefährdung der Kulturgräser verwendet werden. Gute Erfolge wurden auch bei der *Binsen*-Bekämpfung 4 kg/ha mit nachfolgender Mahd und Stickstoffdüngung im Grünland erzielt.

Vor Überdosierungen muß bei diesen in den pflanzlichen Stoffwechsel eingreifenden Präparaten eindringlich gewarnt werden! Das gleiche gilt für alle Wuchsstoff-Herbizide.

2. Alkali-Salze der 2-Methyl-4-chlorphenoxyessigsäure (MCPA, MCP)

Verwendet werden in erster Linie die wasserlöslichen Na- und K-Salze der in Wasser nur sehr schwer löslichen Säure. Sie werden in fester oder flüssiger Form gehandelt. Im allgemeinen wirken die MCPA-Mittel den Kulturpflanzen gegenüber etwas milder. Kleesaatensamen im Getreide werden, wie bereits erwähnt, mehr geschont, Luzerne ist aber sehr empfindlich. Auch von Mais wird MCPA häufig nicht vertragen. In der herbiziden Wirkung ähneln sie den 2, 4-D-Präparaten weitgehend. Manche Unkräuter werden schlechter erfaßt, z. B. *Polygonum*-, *Matricaria*-Arten, *Disteln*, andere aber besser, wie *Galeopsis*, *Lepidium draba*, *Scandix pecten veneris*, *Spergula arvensis* und manche *Ranunculus*-Arten. MCPA wird besonders in nördlichen Ländern, wo 2, 4-D-Schäden durch den Einfluß von Kälteperioden zu fürchten sind, bevorzugt.

Anwendung: Spritzen, je nach Gebrauchsanweisung 1 bis 2 kg/ha in 400 bis 600 l Wasser oder 2 bis 4 l/ha bei entsprechender Verdünnung. Im Faserlein *Herbizid Leuna M*, VEB Leuna-Werke „Walter Ulbricht“, 0,4 bis 0,6 kg/ha in 600 l Wasser (nicht weniger!), Pflanzenhöhe 8 bis 15 cm. Die kurz nach der Behandlung häufig zu beobachtenden leichten Krümmungen der Triebe bringen keine wesentlichen Minderungen des Ertrags und der Faserqualität mit sich, wie es bei Verwendung von 2, 4-D-Mitteln der Fall ist. Die Erleichterung der Ernte- und Aufbereitungsarbeiten durch die Unkrautvernichtung ist für die Wirtschaftlichkeit des Leinanbaus ausschlaggebend. In Maiblumenkulturen können 1,5 kg/ha bzw. 4 l/ha verwendet werden, aber erst nach dem Entfalten der Blattüten, da sonst das Laub sich verdreht und fahlgrün wird. Etwa 50% der Ärbeit läßt sich einsparen.

3. Verbindungen der 2, 4, 5-Trichlorphenoxyessigsäure (2, 4, 5-T)

Am bekanntesten sind die Ester, die zwar in Wasser unlöslich sind, aber als Emulsionen oder in direkter öliger Lösung verwendet werden können. Sie scheiden für den Ackerbau wegen ihrer zu starken phytotoxischen Wirkung im allgemeinen aus, können aber auf Sportplätzen, Böschungen und Wegrändern mit Erfolg eingesetzt werden gegen tiefwurzelnde hartnäckige Unkräuter, wie *Urtica dioica*, *Aegopodium podagraria*, *Ononis spinosa*, *Spiraea ulmaria*, *Tussilago farfara*, *Petasites* und vor allem zur Bekämpfung von Holzgewächsen.

Mischungen von 2, 4-D- und 2, 4, 5-T-Estern sind einzusetzen in der Landwirtschaft gegen schwer bekämpfbare Unkräuter im Getreide und im Forst gegen verdämmende Unhölzer, wie *Rubus*- und *Ribes*-Arten, sowie gegen sich schnell wieder ansammlende Weichhölzer, z. B. Weide, Birke, Holunder, Faulbaum, auch gegen Ginster, *Vaccinium* und die widerstandsfähige *Calluna vulgaris*. Verbuschte Kahlschläge und Schneisen können auf wirtschaftliche Art gesäubert werden. Bei der Freistellung junger Koniferen ist vorsichtig zu arbeiten. Douglasie und Lärche leiden schwer und auch Kiefer und Fichte sind nicht unempfindlich. Über die unterschied-

lichen Schadwirkungen an Nutzlauhölzern müssen noch weitere Erfahrungen gesammelt werden.

Anwendung: *Selest*, VEB Elektrochemisches Kombinat Bitterfeld, im Getreide 6 l/ha, in jeweils 600 bis 1000 l Wasser, zur Entkrautung von Bewässerungsgräben 6 l/ha, oder Einzelbehandlung unerwünschter Bäume und Sträucher durch Blatt-, Stammgrund- oder Stockspritzung.

Auch MCPA und 2, 4, 5-T können kombiniert werden, ebenso MCPA und 2, 4-D. Im Faserlein hat sich eine Mischung von 2,1 kg/ha DNOC und 0,5 kg/ha MCPA in 600 l Wasser bei einer Flachshöhe von 5 bis 15 cm bewährt. Sie weist eine breite Herbizidwirkung und geringe Leinschädlichkeit auf. Im allgemeinen ist allerdings eine derartige Kombination nicht günstig zu beurteilen. Bei Wintergerste wurden verstärkte phytotoxische Wirkungen festgestellt.

4. Verbindungen der 2, 4-Dichlorphenoxybuttersäure (2, 4-DB) und der 2-Methyl-4-chlorphenoxybuttersäure (MCPB)

Die Natriumsalze und wasserlöslichen Amine dieser Homologen der Phenoxyessigsäuren sind Herbizide mit erhöhter Selektivität. Besonders bemerkenswert ist ihre leguminosenschonende Eigenschaft. Sie sind daher die Mittel der Wahl bei Getreide mit Kleeuntersaaten und in klee reichem Grünland, wo sie eine dauerhafte Bestandsverbesserung gewährleisten. Luzerne ist häufig empfindlich gegen MCPB, weniger gegen 2, 4-DB. Leider unterliegt die Reaktion anderer Kulturpflanzen, die ebenfalls als ungefährdet galten, noch nicht restlos geklärten Schwankungen. Flachs, Möhren, Erbsen können schwere Schäden erleiden, die mit Sorteneigentümlichkeiten, Boden- und vielleicht auch Witterungsverhältnissen in Zusammenhang zu stehen scheinen. Die herbizide Wirkung der Buttersäurederivate ist nur begrenzt. Hederich, Vogelmiere und *Veronica*-Arten sind z. B. unempfindlich, während Ackersenf und Disteln gut auf die Mittel ansprechen. Der Wirkungsmechanismus dieser Herbizide ist Gegenstand intensiver Forschung gewesen. Durch enzymatischen Abbau werden sie in manchen Pflanzen in die entsprechenden Phenoxyessigsäuren umgewandelt, die den herbiziden Effekt verursachen. Pflanzen, die nicht über diese Fähigkeit verfügen, bleiben dagegen unversehrt. Auch im Boden können ähnliche Umwandlungen durch Mikroorganismen erfolgen. Durch Zumischen geringer Anteile von Phenoxyessigsäuren kann die unkrauttötende Wirkung verbessert werden.

Anwendung: Spritzen. *Herbicide Leuna MB*, 2 kg/ha/600 l in Ackerbohnen-Getreidegemenge, Ackerbohnenkulturen und Sellerie. *Herbicide Leuna MBM*, 1,5 kg/ha/600 l in Getreide mit Rotkleeuntersaaten.

5. Carbamate

Isopropylphenylcarbamat (IPC) und das bei weitem wichtigere Isopropyl(3-chlorphenyl)-carbamat (CIPC, Chlor-IPC) werden im Gegensatz zu den bisher besprochenen Wuchsstoffherbiziden nicht von den Blättern, sondern durch die Wurzeln aufgenommen. IPC ist ein Spezialmittel gegen monocotyle Unkräuter. Es muß mit Fräse oder Scheibenegge in den Boden eingebracht werden. Wesentlich häufiger verwendet wird CIPC, das vielseitiger ist und grasartige sowie dicotyle Unkräuter während der Keimung erfaßt. Nur *Stellaria media* wird auch als erwachsene Pflanze vernichtet. CIPC kommt meist als Emulsion, aber auch in Pulverform in den Handel. Es wird als brauchbares Vorauflaufmittel in Zwiebeln, Möhren, Blumenzwiebeln, Gladiolen, Baumschulkulturen und forstlichen Pflanzgärten eingesetzt. Das Risiko ist allerdings, wie bei allen Blindspritzungen, nicht unerheblich. Auch die keimenden Kulturpflanzen können Schaden nehmen, da CIPC in den Wurzelzellen als Mitosegift wirkt. Der phytotoxische Effekt ist wie der herbizide abhängig von der Bodenart, Saattiefe, Niederschlag und Temperatur. Humusarme Sandböden sind besonders gefährlich, weil die entgiftende Wirkung der Bodenorganismen und der kolloiden Anteile fehlt. Je nach Bodentemperatur und -feuchte und Mikroklimat muß mit einer Rückstandswirkung von sechs

bei acht Wochen gerechnet werden. Die herbizide Wirkung setzt oft sehr langsam ein, bei trockenem Wetter, das die Unkrautkeimung verzögert, können die Mittel versagen. Bei sehr starken Niederschlägen sind die Kulturpflanzen gefährdet. Unempfindliche Unkräuter, wie *Senecio vulgaris*, *Galinsoga*, *Sinapis arvensis*, *Lamium*- und *Sonchus*-Arten, breiten sich nach CIPC-Anwendung ungehemmt aus. Durch Kombination mit anderen Herbiziden läßt sich diese unerwünschte Selektion vermeiden. Auf Verschulbeeten von Laub- und Nadelhölzern ist eine Ganzflächenspritzung nur während der Vegetationsruhe im November ratsam. *Abies* und *Thuja* sind empfindlich. Forstliche Saatbeete sollen nicht behandelt werden. CIPC als Granulat ist in vielen Fällen weniger phytotoxisch.

Anwendung: Spritzen, Aufwandmenge je nach Gehalt an aktiver Substanz nach Vorschrift des Herstellers 8 bis 16 l/ha in mindestens 600 l Wasser als Voraufaufmittel in Zwiebeln, Porree, in Möhren auch nach Bildung des ersten Laubblattes, in Blumenzwiebeln möglichst frühzeitig, da ausgetriebene Kulturen zunehmend empfindlicher werden, besonders Tulpen nach dem Köpfen, und in Gladiolen vor und nach dem Auflaufen, in Forstbaumschulen nach Gebrauchsanweisung mit erhöhter Aufwandmenge in 800 bis 1000 l Wasser. Auf die auch bei verhältnismäßig niederen Temperaturen bestehende Verdampfungsgefahr ist zu achten. Schäden an benachbartem Flachs und Taubähigkeit bei Roggen wurden beobachtet.

6. Simazin

Diese bereits als Totalherbizid besprochene über die Wurzel wirkende chlorierte Amino-triazinverbindung hat sich als ungefährlich für Mais und Hirse erwiesen auf Grund einer noch nicht restlos geklärten physiologischen Resistenz und wird daher in geringer Aufwandmenge als selektives Herbizid in diesen Kulturen verwendet. Sie steht in fester und flüssiger Form zur Verfügung. Die geringe Wasserlöslichkeit verhindert die Auswaschung in tiefere Bodenschichten und gewährleistet eine besonders lange Rückstandswirkung, die oft während der ganzen Vegetationsperiode anhält. Mit ungünstiger Nachwirkung im Boden muß noch im folgenden Jahr gerechnet werden. Verhältnismäßig gefahrlos ist der Nachbau von Kartoffeln, Raps und Getreide; Klee-Arten sind empfindlich. Auch in Spargelkulturen — außer Anzuchtbeeten — unter Kernobstbäumen (Steinobst ist empfindlich!), in Rebenmuttergärten drei Jahre nach der Pflanzung, dreijährigen Ertragsreben und älteren Beerenobst- und Rosenquartieren kann Simazin nach Vorschrift des Herstellers verwendet werden. Über die aussichtsreichen Einsatzmöglichkeiten in Baumschulen und in Gladiolenkulturen als Nachaufaufmittel müssen noch weitere Erfahrungen gesammelt werden, ebenso über das Problem der Rückstandswirkung.

Der Wirkstoff ist für Mensch und Haustiere weitgehend ungiftig.

Anwendung: Spritzen, *Unkrautbekämpfungsmittel W 665⁸*, VEB Farbenfabrik Wolfen, Voraufaufbehandlung von Mais auf leichten Böden 3 kg/ha, auf schweren 4 kg/ha in 600 l Wasser oder *Unkrautbekämpfungsmittel W 665⁸ flüssig*, 8 l/ha in 600 l Wasser.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß CMU, bereits erwähnt als Totalherbizid, sich in geringer Aufwandmenge als besonders brauchbares selektives Unkrautvernichtungsmittel im Spargelanbau erwiesen hat.

Der gegebene Überblick, der nur einen Ausschnitt aus der Fülle der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten darstellt, soll die verschiedenartigen Möglichkeiten aufzeigen, die heute für die Bekämpfung von Unkräutern mit chemischen Mitteln vorhanden sind. Er läßt aber gleichzeitig erkennen, daß je nach der Art der Kulturpflanzen und der zu vernichtenden Unkräuter, nach Boden- und Klimaverhältnissen und nicht zuletzt nach den betriebswirtschaftlichen Gegebenheiten eine sorgfältige Auswahl unter den Herbiziden getroffen werden muß und daß die nur allgemein zu haltenden Empfehlungen der Ergänzung durch persönliche Erfahrungen bedürfen.

Bisher erschienene Flugblätter:

- Nr. 1: Der Kornkäfer
- Nr. 2: Kieferschädlinge
- Nr. 3: Krähenbekämpfung
- Nr. 4: Der Kartoffelkäfer
- Nr. 5: Der Kartoffelkrebs
- Nr. 6: Der Kartoffelnematode
- Nr. 7: Die San-José-Schildlaus
- Nr. 8: Der weiße Bärenspinner
- Nr. 9: Wie holt man sich Rat über Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschädlinge?
- Nr. 10: Die Vergilbungskrankheit der Rübe
- Nr. 11: Die Feldmaus
- Nr. 12: Die Rübenblattwanze und ihre Bekämpfung
- Nr. 13: Die Brandkrankheit des Getreides
- Nr. 14: Raps- und Rübenschädlinge
- Nr. 15: Die Rübenmotte
- Nr. 16: Vorsichtsmaßnahmen für den Umgang mit Pflanzenschutzmitteln
- Nr. 17: Saatgutbeizung
- Nr. 18: Die wichtigsten Blattlausarten in Landwirtschaft und Gartenbau
- Nr. 19: Winterspritzung und Winterpflege der Obstkulturen
- Nr. 20: Pflanzenhygiene im Gewächshaus
- Nr. 21: Chemische Mittel zur Unkrautbekämpfung
- Nr. 22: Die Maikäfer- und Engerlingsbekämpfung
- Nr. 23: Der Rübenderbrüßler
- Nr. 24: Sperlinge und ihre Bekämpfung
- Nr. 25: Mittel gegen Pilzkrankheiten (Fungizide) und ihre Anwendung
- Nr. 26: Viruskrankheiten des Stein- und Kernobstes und ihre Bekämpfung
- Nr. 27: Die Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel
- Nr. 28: Krankheiten und Schädlinge des Öl- und Faserleins

Die Flugblattreihe wird laufend ergänzt

Anforderungen sind zu richten an die Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, Biologische Zentralanstalt Berlin, Berlin-Kleinmachnow, Post Stahnsdorf, Stahnsdorfer Damm 81

Herausgegeben

von der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Druckgenehmigung AG 720/2/60/DDR

Herstellung: Buchdruckerei F. Mitzlaff KG., Rudolstadt Thür. V/14/7 (52)