

Z. Acker- und Pflanzenbau (J. Agronomy & Crop Science), 149, 117—127 (1980)  
© 1980 Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg  
ISSN 0044-2151 / ASTM-Coden: ZAPFAR

*Lehrstuhl für Grünlandlehre der Technischen Universität München,  
Freising-Weihenstephan*

## **Assimilateverteilung in persistenten Unkräutern des Dauergrünlandes und Herbizidwirkung in verschiedenen Entwicklungsstadien**

Von

H. IMHOFF, G. VOIGTLÄNDER und W. KÜHBAUCH

*Mit 4 Abbildungen*

Eingegangen am 19. Oktober 1979

### **I. Einleitung**

Zwischen der Richtung und der Intensität des Phloemstroms in Pflanzen und der Verlagerung von Phenoxyherbiziden besteht eine enge Beziehung (CRAFTS und YAMAGUCHI 1964, MÜLLER 1972). In früheren Arbeiten haben wir deshalb in persistenten Unkräutern des Dauergrünlandes die Verteilung von <sup>14</sup>C-Assimilaten verfolgt, um eine Entscheidungshilfe für die gezielte Anwendung von Herbiziden zu erhalten (KÜHBAUCH et al. 1975, LANG et al. 1976, VOIGTLÄNDER et al. 1977, IMHOFF und VOIGTLÄNDER 1979, IMHOFF und KÜHBAUCH 1980).

In der vorliegenden Arbeit wurde im Feldversuch mit einer praxisähnlichen Unkrautbekämpfung der Zusammenhang zwischen dem tatsächlichen Bekämpfungserfolg und der gefundenen Assimilateverteilung während verschiedener Wachstumsstadien der Unkräuter überprüft. Die Versuche wurden mit Wiesenkerbel und Stumpfblättrigem Ampfer durchgeführt.

### **II. Material und Methoden**

#### *1. Pflanzenmaterial*

Die Versuchspflanzen Ampfer (*Rumex obtusifolius*) und Wiesenkerbel (*Anthriscus sylvestris*) wurden im Herbst 1975 auf einer Wiese in der Umgebung von Freising ausgegraben. Um individuelle Abweichungen möglichst gering zu halten, wurden Pflanzen ausgesucht, die etwa gleich groß und gleich alt waren. Es wurden deshalb Ampferpflanzen von einer Wiese

ausgewählt, die vor drei Jahren umgebrochen worden war. Die Pflanzen hatten eine kräftige Pfahlwurzel mit mehreren Adventivwurzeln. Die Wiesenkerbelpflanzen besaßen ebenfalls eine kräftige Pfahlwurzel mit mehreren Tochterwurzeln.

Auf einem gepflügten und bearbeiteten Parabraunerdeboden wurde Ampfer in sieben Parzellen, Wiesenkerbel in sechs Parzellen zu je 24 Pflanzen in einem Abstand von  $1 \times 1$  m ausgepflanzt. Zwischen den Pflanzenreihen wurde gefräst und gehackt, um die Konkurrenz anderer Unkräuter auszuschalten. Die Startdüngung betrug 40 kg N/ha. Bis zum Spritztermin entwickelten sich unterschiedlich große Individuen, die einzeln bonitiert wurden.

## 2. Versuchsdurchführung

Die Behandlung des Ampfers (*Rumex obtusifolius*) mit Asulam bzw. des Wiesenkerbels (*Anthriscus sylvestris*) mit 2,4-DP wurde in sechs bzw. fünf Parzellen in verschiedenen Entwicklungsstadien vorgenommen:

1. Stadium: Vegetative Entwicklung vor der Sproßstreckung;
2. Stadium: Sproßstreckung;
3. Stadium: Blüte;
4. Stadium: Samenreife am Hauptsproß;
5. Stadium: Wiederaustriebphase im Spätsommer (Ampfer),  
nach der Samenreife (Wiesenkerbel);
6. Stadium: Im Spätherbst (nur Ampfer).

Gespritzt wurde mit einer  $2\frac{1}{2}$  l fassenden Kolbenspritze mit Flachstrahldüse. Eine Hälfte einer jeden Parzelle wurde mit der vom Hersteller empfohlenen, die andere Hälfte mit der halben empfohlenen Dosierung gespritzt. Dementsprechend wurde

Ampfer	mit	4 l Asulox/ha in 500 l H <sub>2</sub> O und 2 l Asulox/ha in 500 l H <sub>2</sub> O,
Wiesenkerbel	mit	6 l 2,4-DP/ha in 500 l H <sub>2</sub> O und 3 l 2,4-DP/ha in 500 l H <sub>2</sub> O

behandelt.

Der Bekämpfungserfolg wurde einmal im Herbst 1976 und ein zweites Mal im Frühjahr 1977 bonitiert.

## III. Ergebnisse

### 1. Stumpfblättriger Ampfer

Ampfer zeichnet sich in den verschiedenen Wachstumsphasen durch stark schwankende Empfindlichkeit gegenüber Asulox aus. In der ersten Phase, in der der Ampfer nur Rosettenblätter besitzt, konnten nach den Ergebnissen der Herbstbonitur neun von zwölf, nach Frühjahrsbonitur acht von zwölf Pflanzen erfolgreich bekämpft werden. Mit der halben Wirkstoffkonzentration waren es nur zwei von zwölf Pflanzen (Abb. 1, Stadium I). Zur Zeit des Stengelwachstums wurde mit beiden Konzentrationsstufen nur jeweils eine von zwölf Pflanzen abgetötet (Abb. 1, Stadium II). Von den während der Blüte behandelten Ampferpflanzen überlebten bei gleicher Herbizidmenge alle 24 (Abb. 1, Stadium III). In der Samenreife zeigten die Pflanzen dagegen wieder eine wesentlich größere Empfindlichkeit gegenüber der vollen und halben Wirkstoffkonzentration. Entsprechend der Herbstbonitur waren nach Spritzung in diesem Stadium mit 4 l Asulox acht von zwölf Pflanzen ausgefallen, mit 2 l Asulox drei von zwölf bzw. zwei von zwölf nach Herbst- bzw. Frühjahrsbonitur (Abb. 1, Stadium IV). Die Bekämpfung von im Herbst wieder ausgetriebenen Ampferstauden scheint den besten Erfolg zu haben. So starben

bis zum Frühjahr zwölf von zwölf bei voller und immer noch zehn von zwölf Pflanzenindividuen bei halben Herbiziddosis ab (Abb. 1, Stadium V; Ergebnisse der Herbst- und Frühjahrsbonitur identisch). Die besonders hohe Empfindlichkeit ist jedoch nur vorübergehend gegeben. Bis in den November nimmt sie wieder ab, so daß zu diesem Zeitpunkt nur noch zwei von zwölf bzw. null von zwölf Pflanzenindividuen abgetötet wurden (Abb. 1, Stadium VI; Ergebnisse der Herbst- und Frühjahrsbonitur identisch).

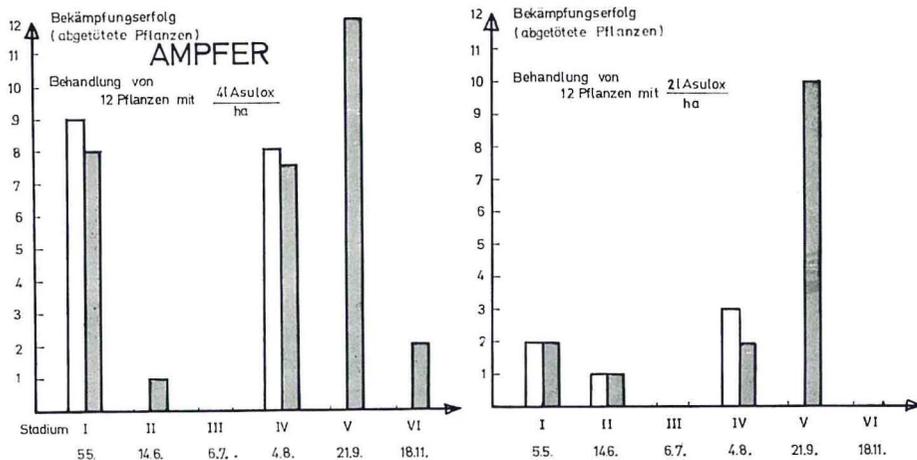


Abb. 1. Bekämpfungserfolg durch Behandlung von Stumpfblättrigem Ampfer (*Rumex obtusifolius*) mit 4 bzw. 2 l/ha Asulox in verschiedenen Entwicklungsstadien (I bis VI); nichtgerastert Herbstbonitur 1976, gerastert Frühjahrsbonitur 1977

Control success of broad leaved dock (*Rumex obtusifolius*) by treatment with 4 or 2 l/ha asulox applied at different stages (I—V); light columns Autumn appraisal 1976, dark columns Spring appraisal 1977

## 2. Wiesenkerbel

Die Spritzung von Wiesenkerbel im Rosettenstadium mit der vom Hersteller empfohlenen Dosierung von 6 l/ha 2,4-DP brachte eine vollständige Abtötung aller Pflanzenindividuen. Mit halber Wirkstoffkonzentration wurden fünf von zwölf Pflanzen ausgeschaltet (Abb. 2, Stadium I). Zum Zeitpunkt der Sproßstreckung wurden durch 2,4-DP-Spritzung mit der vollen Dosierung bis zur Herbstbonitur acht von zwölf und zur Frühjahrsbonitur neun von zwölf Pflanzen, mit der halben Dosierung nur fünf von zwölf Pflanzen ausgeschaltet (Abb. 2, Stadium II). In der Zeit der Blüte konnten sowohl nach den Ergebnissen der Herbst- als auch nach der Frühjahrsbonitur zehn von zwölf Pflanzen mit 6 l 2,4-DP/ha und neun von zwölf mit 3 l 2,4-DP/ha vernichtet werden (Abb. 2, Stadium III). Während der Samenreife wurden die guten Bekämpfungserfolge des ersten und dritten Entwicklungsstadiums der Pflanzen nicht mehr erreicht. Das Ergebnis betrug acht von zwölf bei voller und vier von zwölf Pflanzen bei halber Dosierung (Abb. 2, Stadium IV). Ein ähnliches

Ergebnis brachte der Spritztermin Anfang August mit sieben von zwölf und fünf von zwölf Pflanzenindividuen (Abb. 2, Stadium V).

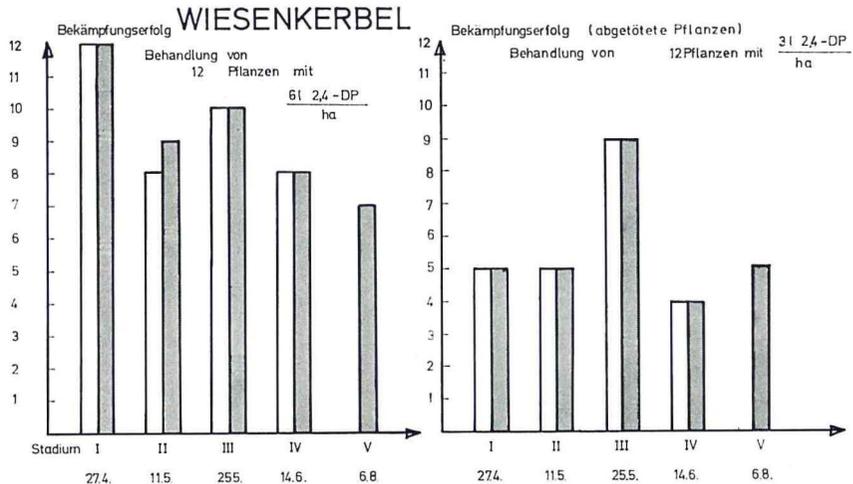


Abb. 2. Bekämpfungserfolg durch Behandlung von Wiesenkerbel (*Anthriscus sylvestris*) mit 6 bzw. 3 l 2,4-DP/ha in verschiedenen Entwicklungsstadien (I bis V); nichtgerastert Herbst: bonitur 1976, gerastert Frühjahrsbonitur 1977

Control success of cow parsley (*Anthriscus sylvestris*) by treatment with 6 or 3 l 2,4 DP/ha at different growth stages (I—V); light columns Autumn appraisal 1976, dark columns Spring appraisal 1977

#### IV. Diskussion

Das in den Abbildungen 1 und 2 gezeigte unterschiedliche Resultat der Herbizidanwendung bei Ampfer und Wiesenkerbel läßt auf verschiedene große Empfindlichkeit von Ampfer gegenüber Asulam und von Wiesenkerbel gegenüber 2,4-DP in den aufeinanderfolgenden Wachstumsabschnitten schließen. Die Behandlung von Ampfer mit Asulam hatte vor allem im Rosettenstadium und während der Neubildung der Rosette im Spätsommer nachhaltigen Erfolg. Kaum betroffen waren die Ampferpflanzen jedoch von einer Spritzung während des Stengelwachstums und während der Blüte, stärker während der Samenreife (Abb. 1). Insofern besteht Übereinstimmung mit früheren Untersuchungen zur Assimilateverteilung in Ampferpflanzen und dem daraus hergeleiteten optimalen Anwendungszeitpunkt für Asulox (IMHOFF und VOIGTLÄNDER 1979).

Der Spritztermin in der Rosettenphase (Stadium I) war sehr wahrscheinlich zu früh gewählt, denn die Rosette war noch nicht voll entwickelt. Die Behandlung hätte sonst einen noch besseren Bekämpfungserfolg gebracht. In beiden Versuchen scheint der Einfluß der Witterung, von Niederschlägen kurz nach der Spritzung abgesehen, auf die Wirksamkeit der Präparate weit weniger Einfluß zu haben als das Entwicklungsstadium der Pflanzen. Das geht daraus hervor, daß z. B. die Durchschnittstemperatur zum günstigsten Zeitpunkt

(Wiederaustriebphase) drei Wochen nach Spritztermin nur 12 °C betrug, zur Zeit der Blüte, als keine Pflanze abgetötet wurde, 21 °C.

In der Literatur findet man recht einheitliche Angaben über den günstigsten Bekämpfungszeitpunkt von Ampfer mit Asulam. NEURURER (1971) gibt die Zeit vor der Streckung des Blütenschaftes, also das erste Stadium an. WAGNER (1972) empfiehlt das erste und fünfte Stadium, wobei er dem fünften Stadium den Vorzug gibt. KEES (1973) nennt ebenfalls das erste und fünfte Stadium als die besten Zeitpunkte.

Das technische Merkblatt von MAY und BAKER (o. J.) führt die Zeit als am günstigsten an, in der der Ampfer aktiv wächst und voll entwickelte Blätter besitzt. Daß diese Beschreibung zu allgemein gefaßt ist, läßt sich leicht darstellen. Zur Zeit des Stengelwachstums wächst Ampfer aktiv, hat voll entwickelte Blätter und reagiert doch nicht oder nur ungenügend auf eine Asulambehandlung (siehe Abb. 1). Ferner empfiehlt das technische Merkblatt den Zeitabschnitt von Mitte April bis September. Dieser Zeitraum beinhaltet alle fünf Wuchsstadien, berücksichtigt aber nicht die unterschiedliche Phasenempfindlichkeit des Ampfers. Selbst wenn häufig geschnittene Wiesen gemeint sind, in denen die generative Phase des Ampfers durch Abmähen der Stengel verhindert wird, muß man bedenken, daß sich z. B. nach dem ersten und zweiten Schnitt wenig Blattmasse nachbildet und daß sich die Blütenstände nun sehr rasch entwickeln (KRUMREY 1973). Das heißt, daß Ampfer die Stadien I bis III sehr schnell durchläuft. Wie wir zeigen konnten, ist aber Ampfer gerade in den Stadien während des Stengelwachstums und in der Blüte resistent gegenüber Asulam. Hinzu kommt, daß Asulam zur Entfaltung seiner Wirkung eine relativ lange Zeit benötigt.

Es ergibt sich also, daß eine Bekämpfung des Ampfers mit Asulam während des Stengelwachstums, der Blüte und der Samenreife nicht empfohlen werden kann, während der Neubildung der Rosette im Spätsommer jedoch Erfolg verspricht.

Sehr aufschlußreich sind die Erhebungen über den von der Praxis gewählten Spritzzeitpunkt zur Ampferbekämpfung von KRUMREY (1973). Er teilte mit, daß in Oberbayern im Jahre 1971 nur 14,8 % der gesamten Flächenbekämpfung gegen Ampfer zum ersten Aufwuchs stattfand. Eine Behandlung zu diesem Zeitpunkt sei schlecht mit dem gesamten Betriebsablauf zu vereinbaren. Außerdem seien beim Einsatz breit wirkender Präparate im ersten Aufwuchs die höchsten Ertragseinbußen zu erwarten. Schließlich bestünde noch eine gewisse Wirkungsunsicherheit wegen der häufigen Gewitter im Frühjahr.

Der Anteil des Herbizideinsatzes im zweiten Aufwuchs lag nach KRUMREY mit 60,7 % aller Maßnahmen weitaus höher. Gerade in diesem Zeitpunkt ist die Wirksamkeit der Wuchsstoffpräparate und des Asulam aber sehr gering. Der Anteil der Behandlungsmaßnahmen, die zur Zeit des dritten und vierten Aufwuchses (Spätsommer- oder Herbstbehandlung) stattfanden, betrug nur 24 % aller Anwendungen gegen Ampfer. Vorzüge der Behandlung im Spätsommer bzw. Frühherbst sind geringste Ertragseinbußen der Pflanzenbestände und beständige Witterung. Wenn die bereits angekündigten Wartezeiten und Toleranzen für den Herbizideinsatz im Grünland Wirklichkeit werden sollten,

dann kommt in Zukunft nur noch die Behandlung des letzten Aufwuchses in Frage.

Wiesenkerbel ist bereits in der Rosettenphase sehr empfindlich gegen 2,4-DP. Diese hohe Empfindlichkeit verringert sich, wie bei einem Wurzelunkraut zu erwarten ist, zur Zeit der Sproßachsenstreckung (siehe Abb. 2). Das Erstaunliche daran ist jedoch, daß im Vergleich mit Ampfer die Zahl der letal getroffenen Pflanzen in einem relativ unempfindlichen Stadium nicht so stark abfällt und immer noch drei Viertel aller Pflanzen abgetötet werden. Nach Spritzung mit 2,4-DP in der Blüte reagierte Wiesenkerbel noch empfindlicher. Es regnete 4 Stunden nach der Spritzung 5 Minuten lang. Der Erfolg wäre sonst sicherlich größer gewesen. Nach dem Spritztermin zur Zeit der Samenreife war die Empfindlichkeit wieder geringer. Die Durchschnittstemperatur in den drei Wochen nach dem Spritztermin betrug 19 °C, die Luftfeuchtigkeit 67 %. Zu einem noch späteren Termin (6. August) war das Ergebnis ähnlich ungünstig wie zur Zeit der Samenreife. In der Literatur werden die Stadien I bis III als günstigste Entwicklungsstadien zur Bekämpfung, das vierte Stadium (Samenreife) als das ungeeignetste angegeben. In den Richtlinien von SCHERING (1969) wird die Zeit vor der Blüte, wenn die Pflanzen voll entwickelt sind, zur Herbizidanwendung empfohlen; WALKOWIAK (1969) gibt das Stadium „kleine Rosette“ als günstigsten Zeitpunkt an.

KOCH (1970) und die Richtlinien von BAYER (o. J.) beschreiben den optimalen Bekämpfungszeitraum mit „zum ersten Aufwuchs auf voll entwickelte Pflanzen“. Nach unseren Untersuchungen ist sowohl das Stadium der Rosette als auch das der Blüte gut für den Einsatz von 2,4-DP geeignet. Eine späte Bekämpfung ist bei Wiesenkerbel jedenfalls nicht sinnvoll.

Es ergibt sich die Frage, warum Wiesenkerbel gerade in der Blüte gegen Wuchsstoffe (2,4-DP) empfindlich ist. Besteht möglicherweise ein Zusammenhang zur Blattentwicklung an Haupt- und Tochterwurzeln? Betrachtet man die Frühjahrsentwicklung einer möhrenartigen Pfahlwurzel von Wiesenkerbel, so kann man die Bildung einer Rosette aus dieser Pfahlwurzel beobachten. Zur Zeit der Sproßstreckung ist die Bildung grundständiger Blätter abgeschlossen. Nach Streckung des Hauptsprosses bilden die Tochterwurzeln junge Blätter aus. Diese Blätter liefern Assimilate zum Aufbau der Wurzeln (IMHOFF und KÜHBAUCH 1979). Während der Blüte haben sie sich weiter entwickelt und dürften aufgrund ihres basipetalen Assimilatestroms und ihres geringen Alters verantwortlich sein für die gute Wirkung von Wuchsstoffen (2,4-DP) in diesem Wuchsstadium.

### *1. Zusammenhänge zwischen der wechselnden Empfindlichkeit gegenüber Herbiziden und der morphologischen Entwicklung von Unkräutern*

Weil es für die praktische Unkrautbekämpfung von Bedeutung ist, ob ein direkter Zusammenhang besteht zwischen der in der Vegetationsperiode wechselnden Empfindlichkeit gegenüber Herbiziden und der morphologischen Entwicklung bzw. dem witterungsabhängigen Massenwuchs von Unkräutern, möchten wir an dieser Stelle die Diskussion auf Bärenklau (*Heracleum sphon*

*dylium*) und Wiesenknöterich (*Polygonum bistorta*) ausdehnen. In früheren Arbeiten haben wir die Assimilateverteilung auch dieser Pflanzen während der verschiedenen Wachstumsabschnitte untersucht (IMHOFF und VOIGTLÄNDER 1979, IMHOFF und KÜHBAUCH 1980).

In Abbildung 3 ist dargestellt, daß Ampfer, Bärenklau, Wiesenkerbel und Wiesenknöterich im Rosettenstadium empfindlich gegenüber den Phenoxypräparaten bzw. Asulam sind; für Ampfer und Wiesenkerbel konnten hier übereinstimmende Ergebnisse mit einer praxisnahen Herbizidanwendung und der Assimilateverteilung in den Pflanzen (IMHOFF und VOIGTLÄNDER 1979, IMHOFF und KÜHBAUCH 1980) erzielt werden. Während des Stengelwachstums erweisen sich diese Unkräuter als resistent. In den je nach Pflanzenart verschiedenen Entwicklungsstadien von der Blüte bis nach der Samenreife reagieren sie wiederum empfindlich. Allen in Abbildung 3 mit „E“ (empfindlich) gekennzeichneten Entwicklungsstadien ist gemeinsam, daß von der Pflanze eine größere Menge junger Blätter (in Abb. 3 kräftiger gezeichnet) gebildet wird oder gerade gebildet wurde. Diese Beobachtung steht im Einklang mit der Wirkungsweise der Phenoxypräparate als Wuchsstoffe und des Asulam als Mitosegift. Wuchsstoffe und Mitosegifte wirken auf junges Zellgewebe stärker als auf differenziertes Gewebe; dementsprechend färben sich nach eigener Beobachtung nach Behandlung mit Asulam zuerst junge Blätter gelb.

Eine weitere Bedingung für die optimale Wirkung ist, daß die von den jungen Blättern versorgten unterirdischen Teile der Pflanze mitwachsen. Diese unterirdisch wachsenden Gewebe werden von dem basipetalen Assimilatestrom,

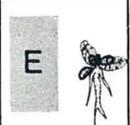
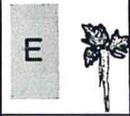
	Rosette	Stengelwachstum	Blüte	Samenreife	nach der Samenreife
Stumpfbl. Ampfer ( <i>Rumex obtusif.</i> )	E 				E 
Wiesenbärenklau ( <i>Heracleum sph.</i> )	E 			E 	
Wiesenkerbel ( <i>Anthriscus sylv.</i> )	E 		E 		
Wiesenknöterich ( <i>Polygonum bist.</i> )	E 			E 	

Abb. 3. Stadien größter Empfindlichkeit (E) von vier persistenten Unkräutern gegenüber Phenoxypräparaten und Asulam

Stages of greatest sensitivity (E) of four persistent weeds to phenoxy preparation and asulam

den wir aufzuklären versuchten, mit Nährstoffen versorgt. Diese Bedingungen sind generell im Frühjahr nach dem Austreiben und zum anderen je nach Pflanzenart in bestimmten Stadien zwischen der Blüte und nach der Samenreife erfüllt, wenn sich die Pflanzen bestocken bzw. Ausläufer bilden.

Die bisher vorgetragenen Überlegungen gelten für eine ungestörte Entwicklung der Pflanzen. Durch den Wiesenschnitt wird die Pflanze, die sich z. B. in der Sproßstreckung befindet (ähnliches gilt auch für die Blüte), in das Rosettenstadium zurückversetzt. Dieses durch einen gravierenden Eingriff hervorgerufene Rosettenstadium ist aus zwei Gründen nicht mit dem Rosettenstadium nach dem Austreiben im Frühjahr vergleichbar; denn

1. durchläuft die Pflanze nun Sproßstreckung und Blüte viel schneller als im Frühjahr unter ungestörtem Wachstum; sie bildet nach dem Schnitt nur wenige Blätter nach, und
2. wächst der unterirdische Teil der Pflanze nicht in dem Maße mit wie in der Rosettenphase im Frühjahr. Im Gegenteil, es müssen jetzt aus der Wurzel für den Austrieb nach dem Schnitt Reservestoffe mobilisiert werden (akropetaler Assimilatestrom).

## 2. *Schlußfolgerungen für die Praxis*

In Abbildung 4 sind die Entwicklungsstadien, in denen die vier persistenten Unkräuter am empfindlichsten sind, gerastert dargestellt. Der Stumpfblättrige

	Rosette	Stengel- wachstum	Blüte	Samenreife	nach der Samenreife
Stumpfbl. Ampfer ( <i>Rumex obtusif.</i> )					
Wiesenbärenklau ( <i>Heracleum sph.</i> )					
Wiesenkerbel ( <i>Anthriscus sylv.</i> )					
Wiesenknöterich ( <i>Polygonum bist.</i> )					

Abb. 4. Stadien zur optimalen Bekämpfung mit Phenoxypräparaten bzw. Asulam (Ampfer);  
Raster = für die Herbizidanwendung empfohlenes Wuchsstadium

Stages of optimal control with phenoxy preparations or asulam (broad leaved dock);  
dark spots = recommended growth stage for herbicide use

Ampfer ist aus den bereits erwähnten Gründen optimal in der Wiederaustriebsphase nach der Samenreife zu bekämpfen. Die beiden Umbelliferen Wiesenbärenklau und Wiesenkerbel haben an zwei Terminen eine etwa gleichhohe Empfindlichkeit gegenüber Phenoxypräparaten: Wiesenbärenklau in der Rosettenphase und während der Samenreife, Wiesenkerbel in der Rosettenphase und während der Blüte.

Wiesenknöterich wird auf Grund unserer Untersuchungen der  $^{14}\text{C}$ -Assimilateverteilung in der Samenreife am wirkungsvollsten zu bekämpfen sein, d. h. die jungen Blätter sollen sich gerade gebildet haben. Ferner treiben zu diesem Zeitpunkt durch Ausläufer neue Pflanzenindividuen aus (VOIGTLÄNDER et al. 1977).

### Zusammenfassung

Mit einer praxisähnlichen Unkrautbekämpfung wurden im Feldversuch Stumpfblättriger Ampfer (*Rumex obtusifolius*) und Wiesenkerbel (*Anthriscus sylvestris*) mit Asulam bzw. 2,4-DP behandelt. Es sollten damit die in einer früheren Arbeit aus der Assimilateverteilung in den Pflanzen hypothetisch abgeleiteten optimalen Bekämpfungszeitpunkte überprüft werden. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

1. Die Verteilung der Assimilate in den Stengeln bzw. die Ableitung in die Wurzeln gibt eine gute Information über die während der verschiedenen Wachstumsphasen variable Empfindlichkeit von Ampfer und Wiesenkerbel gegenüber Herbiziden.
2. Die morphologische Entwicklung der Pflanzen bzw. das witterungsabhängige Massenwachstum der Unkräuter haben insofern einen wesentlichen Einfluß auf die Wirkung von Herbiziden, als die Neubildung von jungen Blättern bzw. von aus diesen Blättern versorgten unterirdischen Pflanzenteilen stets mit erhöhter Empfindlichkeit gegenüber Herbiziden zusammenfällt. Diese Bedingung ist generell im Frühjahr nach dem Austreiben erfüllt, und je nach Pflanzenart in bestimmten Stadien zwischen der Blüte und nach der Samenreife, wenn sich die Pflanzen bestocken oder Ausläufer bilden.

Dieser Hinweis gilt nur für eine natürliche Verjüngung während eines nicht unterbrochenen Wachstums der Pflanzen und schließt ein Rosettenstadium, welches nach einem Abschneiden der Pflanzen vorzeitig (mit weniger Blattmasse) erreicht wird, nicht ein.

### Summary

#### Assimilate Distribution in Persistent Pasture Weeds and Herbicide Treatment at Different Growth Stages

Using weed control similar to that in practice, a field experiment was carried out treating the broad leaved dock (*Rumex obtusifolius*) and cow parsley (*Anthriscus sylvestris*) with asulam and 2,4-DP respectively. This was used to

test the hypothetically deduced optimal time of control as discussed in an earlier publication dealing with assimilate distribution in the plant. The following results were obtained:

1. The distribution of assimilate in the stem, or the transport to the roots provides good information concerning the varied sensitivity of the broad leaved dock and cow parsley to herbicides at different growth stages.
2. The morphological development of the plants, or weather dependant growth of weeds have a considerable influence on the effect of herbicides as also does the formation of young leaves. These leaves supply the subterranean plant parts, which are highly sensitive to herbicides.

This relationship is general in the early part of the year after tillering, and depending on plant species occurs in specific stages between flowering and seed maturation, when the plants form fresh shoots and runners. This is applicable only to natural rejuvenation during the unbroken growth of the plant and includes a rosette stage. After cutting the plants this does not apply.

Die Untersuchungen wurden mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft durchgeführt. Die Autoren möchten sich dafür an dieser Stelle herzlich bedanken.

#### Literaturverzeichnis

- Bayer AG. (o. J.), Bestandsverbesserung im Grünland mit Hedonal.
- CRAFTS, A. S., and S. YAMAGUCHI, 1964: The Autoradiography of Plant Materials. Calif. Agric. Exp. Sta. Extension Serv. Manual.
- IMHOFF, H., and G. VOIGTLÄNDER, 1979: Bewegungsrichtung und Verteilung von <sup>14</sup>C-Assimilaten in Sproß und Wurzeln von *Rumex obtusifolius* L. und *Polygonum bistorta* L. als Indikatoren für eine termingerechte Herbizidanwendung. Z. Acker- und Pflanzenbau 148, 418—429.
- —, and W. KÜHBAUCH, 1980: Die Verteilung von <sup>14</sup>C-Assimilaten in Wiesenkerbel (*Anthriscus sylvestris* L.) und Bärenklau (*Heracleum sphondylium*) in verschiedenen Entwicklungsstadien und Termine für eine wirkungsvolle Herbizidanwendung. Z. Acker- und Pflanzenbau 149, 35—45.
- KES, H., 1973: Kurzes Resümee der Versuchsbesichtigungen (Tagung über Unkrautbekämpfung vom 16.—18. Mai 1972). Bayer. landw. Jb. 50, 627—637.
- KOCH, W., 1970: Unkrautbekämpfung. Verlag Ulmer, Stuttgart.
- KRUMREY, G., 1973: Entwicklungstendenzen der chemischen Unkrautbekämpfung auf dem Dauergrünland in Oberbayern. Bayer. landw. Jb. 50, 582—585.
- KÜHBAUCH, W., A. SÜSS und V. LANG, 1975: Wanderung von <sup>14</sup>C-Assimilaten und <sup>14</sup>C-Herbiziden in Bärenklaupflanzen (*Heracleum sphondylium*). Angew. Bot. 49, 253—262.
- LANG, V., W. KÜHBAUCH, G. VOIGTLÄNDER und H. IMHOFF, 1976: Wanderung von <sup>14</sup>C-Assimilaten in Wiesenkerbel (*Anthriscus sylvestris*). Z. Acker- und Pflanzenbau 143, 287—293.
- MAY und BAKER (o. J.): Technisches Merkblatt Asulox.
- MÜLLER, R., 1972: Verteilung von <sup>14</sup>C-markiertem MCPA in verschiedenen Entwicklungsstufen einiger mehrjähriger Umbelliferen. Z. Pflanzenkrankh. 79, 453—462.
- NEURURER, H., 1971: Neue Erfahrungen mit der Bekämpfung des Wiesenampfers. Pflanzenarzt 24. Österr. Agrarverlag Wien.
- Schering AG, 1969: Unkrautfibel Schering. Berlin.

- VOIGTLÄNDER, G., W. KÜHBAUCH und V. LANG, 1977: Wanderung von  $^{14}\text{C}$ -Assimilaten in Ampfer (*Rumex obtusifolius*) und Wiesenknöterich (*Polygonum bistorta*). Landw. Forschg. 30, 3—12.
- WAGNER, F., 1972: Gedanken zu den Herbizideinsätzen im Dauergrünland. Bayer. landw. Jb. 49, 971—974.
- WALKOWIAK, H., 1969: Die chemische Bekämpfung des Wiesenkerbels (*Anthriscus sylvestris*) auf dem Dauergrünland. Z. Landeskultur 10, 69—76.

Anschrift der Verfasser: Apotheker Dr. H. IMHOFF, Prof. Dr. G. VOIGTLÄNDER und Univ.-Dozent Dr. W. KÜHBAUCH, Lehrstuhl für Grünlandlehre der Technischen Universität München in D-8050 Freising-Weihenstephan.